

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA**

**LARVICULTURA DO SURUBIM, *Pseudoplatystoma corruscans* (PISCES,
PIMELODIDAE), EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM E
FOTOPERÍODOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em aquicultura.

Mestrando: Rodrigo Campagnolo

Orientador: Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez

FLORIANÓPOLIS
2004

Campagnolo, Rodrigo

Larvicultura do surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem e fotoperíodos. – 2004.

f. 59; grafs., tabs.

Orientador: Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.

Bibliografia: f. 59.

1. *Pseudoplatystoma corruscans*; 2. Pós-larvas de peixes; 3. Densidade de Estocagem; 4. Fotoperíodo; 5. Crescimento; 6. Sobrevivência

Larvicultura do surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*
(Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades
de estocagem e fotoperíodos.

Por

RODRIGO CAMPAGNOLO

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQÜICULTURA

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

Profa. Débora Machado Fracalossi, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez - *Orientador*

Dr. Aldi Feiden

Dr. Evoy Zaniboni Filho

A

Ivo e Leci Campagnolo, Meus Pais,
por estarem sempre presentes.

A

Ivo Luiz e Rafael Campagnolo, Meus Irmãos,
pelo que representam.

A

Patricia Palma,
pelo seu Amor, Apoio, Carinho e Compreensão,
Te Amo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me guiar por este caminho.

Ao LAPAD, pelo apoio concedido.

A CAPES, pela bolsa concedida.

Ao professor Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez, pela amizade, oportunidade, apoio, ensinamentos, e é claro, pela orientação.

Ao professor Dr. Evoy Zaniboni Filho, pela amizade, apoio e ensinamentos.

Ao amigo e colega de graduação Luis Fernando Beux “Gaúcho”, pela amizade e pela ajuda durante o mestrado.

Aos professores, funcionários e colegas do Mestrado em Aqüicultura. De maneira especial:

Ao Giuliano, Fábio “Bis”, Carol, Fernanda, Simone, Mônica, Gustavo, Rafael Serafini, Tom, Paulo e Régis.

Ao amigo Marcos Weingartner pelos ensinamentos em piscicultura.

Ao amigo de Antofagasta, pela amizade e pela brilhante ajuda. Grande Orestes.

A todos os colegas e amigos que ajudaram na realização dos experimentos “Equipe LAPAD”, e também aos que lá não estiveram.

Aos Funcionários da EPISCar.

A minha avó, Cecília Angeli, pelas orações e pelo seu amor.

Ao meu afilhado Victor Armando, pelos momentos de alegria.

A Ivo Luis Campagnolo e Família, por me acolherem durante vários momentos em Florianópolis.

Ao amigo e colega de profissão, Robie Alan Bombardelli, pela amizade e pelas dicas em estatística.

A professora Sandra Menezes Walmsley, pela ajuda no projeto de seleção.

Obrigado!!!

SUMÁRIO

LISTA DE ANEXOS.....	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO.....	1
1. SITUAÇÃO ATUAL DA AQUICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO.....	1
2. O SURUBIM.....	1
2.1 Considerações Gerais.....	1
2.2 Caracterização Ontogênica.....	2
2.3 Larvicultura do Surubim.....	3
3. DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA LARVICULTURA DE PEIXES.....	5
3.1 Densidade de Estocagem na Larvicultura de Surubim.....	9
4. FOTOPERÍODO NA LARVICULTURA DE PEIXES.....	10
OBJETIVOS.....	18
Sobrevivência e crescimento de pós-larvas de surubim, <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem.....	19
Resumo.....	19
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	20
Resultados.....	21
Discussão.....	24
Conclusão.....	26
Referências Bibliográficas.....	26
Sobrevivência e crescimento de pós-larvas de surubim, <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Pisces, Pimelodidae): efeito do fotoperíodo.....	31
Resumo.....	31
Abstract.....	31
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	32
Resultados.....	33
Discussão.....	36
Conclusão.....	38
Referências Bibliográficas.....	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO.....	43
ANEXOS.....	49

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 Nome científico, nome comum, ordem e habitat das espécies de peixes citadas no trabalho..... 50

RESUMO

Com o objetivo de contribuir para o aprimoramento das técnicas de larvicultura do surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, na fase inicial de alimentação, foram realizados dois experimentos com duração de 10 dias, ambos utilizando pós-larvas (PL) cultivadas em água salinizada (5‰) e usando como alimento náuplios de *Artemia* numa proporção de 500 náuplios/PL/dia. No primeiro experimento foram testadas cinco densidades de cultivo: D15 (15 PL/litro), D35, D55, D75 e D95, em ambiente sem luz, avaliando-se a sobrevivência e o crescimento das pós-larvas. Esse estudo demonstrou uma redução da sobrevivência com o aumento da densidade de estocagem, relação que não foi verificada para o crescimento. As concentrações de amônia não ionizada e de nitrito apresentaram variação diretamente proporcional ao aumento da densidade e podem ter influenciado a sobrevivência ao final do experimento. Verificou-se que D15 promoveu a maior sobrevivência ($52,0 \pm 9,3\%$) e não afetou a qualidade da água. No segundo experimento foram testados quatro fotoperíodos: LE (Luz:Escuro) 0:24, LE 10:14, LE 14:10 e LE 24:0, com uma densidade de 15 PL/litro, avaliando-se a sobrevivência e o crescimento das pós-larvas. Nesse estudo, verificou-se que no 5º dia a sobrevivência apresentou relação inversamente proporcional ao aumento do fotoperíodo. Entretanto, entre o 5º e o 10º dia, houve tendência de maior sobrevivência nos fotoperíodos intermediários. Sendo assim, registraram-se sobrevivências semelhantes entre o intervalo de LE 0:24 e LE 14:10 ao 10º dia. Com relação ao crescimento em peso, houve uma tendência de melhor desempenho das pós-larvas submetidas aos fotoperíodos intermediários. Estes resultados indicam a ocorrência de fases distintas quanto à exigência de fotoperíodo durante o cultivo inicial de pós-larvas de surubim.

ABSTRACT

Larviculture of surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), in different stocking densities and photoperiods

To contribute to the improvement of surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) larviculture, during the feeding initial phase, two experiments were carried out using post-larvae (PL) reared in brackish water (5‰) and fed with *Artemia* nauplii in a 500 nauplii/PL/day ratio. In the first experiment five stocking densities were tested: D15 (15 PL/liter), D35, D55, D75 e D95, in a place without light, evaluating survival and post-larvae growth. This study demonstrated a survival reduction with stocking density increase, a relation that was not verified for growth. Nitrite and unionized ammonia concentrations had presented directly proportional variation with density increase and could influenced the survival at the end of experiment. D15 promoted the better survival ($52.0\pm 9.3\%$) and did not affect water quality. In the second experiment the effect of four photoperiods were tested: LD (Light:Dark) 0:24, LD 10:14, LD 14:10 and LD 24:0, on the survival and post-larvae growth using a stocking density of 15 PL/liter. This study verified that in fifth day the survival presented relationship inversely proportional to the photoperiod increase. However, between fifth and tenth day, intermediate photoperiods presented tendency to better survival. Similar survival were recorded between LD 0:24 and LD 14:10 interval at tenth day. Growth in weight seemed to be better in the intermediate photoperiod. The results indicate the occurrence of distinct phases of photoperiod during the initial cultivation.

INTRODUÇÃO

1. SITUAÇÃO ATUAL DA AQUICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO

Segundo dados compilados do IBAMA e da FAO, Borghetti, N.; Ostrensky; Borghetti, J. (2003), relataram que a produção aquícola mundial apresentou um crescimento de 187% no período compreendido entre 1990 e 2001, enquanto a pesca apresentou um crescimento de apenas 7,8%. Além disso, a partir de 1970 a aquicultura mundial vem apresentando um crescimento médio anual de 9,2% comparado a 1,4% da pesca e a 2,8% da produção de carnes.

Em 2001, os peixes ratificaram a sua importância para a aquicultura mundial, representando 51% da produção total e 55% das receitas geradas. Neste mesmo período a aquicultura continental foi responsável pela maior receita gerada pela produção aquícola mundial.

Também em 2001, o Brasil passou a ocupar o 19º lugar na produção mundial da aquicultura e o 13º lugar com relação às receitas geradas por esta atividade. A produção aquícola brasileira apresentou um crescimento de 925% entre 1990 e 2001, comparada aos 187% da aquicultura mundial no mesmo período. Apesar deste crescimento, o Brasil ainda representa apenas 0,4% da produção aquícola mundial, produzindo menos que países com disponibilidade de áreas e de água muito menores. No ano de 2001, a aquicultura continental foi responsável por 78,1% da produção aquícola nacional, sendo que os peixes representaram 76% da produção e 65% da receita gerada.

A região sul do Brasil representou no ano de 2000, a maior fatia da produção aquícola nacional, com 49%, concentrando 53% da produção de organismos de água doce e 55% da produção nacional de peixes.

Sendo assim, é com otimismo que se deve encarar o desenvolvimento da aquicultura mundial, sobretudo a brasileira, entretanto é de fundamental importância para a consolidação desta atividade que ocorra a profissionalização de seus setores, com geração de tecnologia e com a redução dos custos de produção.

2. O SURUBIM

2.1 Considerações Gerais

O surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* Spix e Agassiz (1829), é um Siluriformes que apresenta ampla distribuição geográfica, incluindo os rios Paraguai, Paraná, Uruguai, da Prata, Amazonas e São Francisco (SVERLIJ et al., 1998). Esta espécie apresenta hábito alimentar piscívoro, habita o fundo de corpos de água e apresenta hábitos preferencialmente noturnos

(ZANIBONI FILHO, no prelo), podendo atingir peso corporal acima de 100 kg (SATO et al., 1997; TAVARES, 1997).

A primeira maturação sexual ocorre com cerca de 48,5 cm de comprimento total, sendo que o período reprodutivo tem duração de 4 meses e estende-se de novembro a fevereiro, sendo a desova total, sazonal com pico. Sua fecundação é externa e a espécie realiza migração para a desova e não apresenta cuidado com a prole (VAZZOLER, 1996).

O surubim é dentre os peixes de água doce sul-americanos, uma das espécies de maior valor econômico e que tem demonstrado o interesse dos consumidores e dos aqüicultores (MIRANDA e RIBEIRO, 1997; SOUZA et al., 1997). Desponta como uma das melhores espécies nativas para a piscicultura por apresentar excelente sabor de carne e ausência de espinhos intramusculares (CURY, 1992; INOUE; CECCARELLI; SENHORINI, 2003). Além disso, é uma espécie que se presta bem ao processamento, com rendimentos de carcaça e de filé satisfatórios e superiores (48,26%) aos valores encontrados para espécies como a tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus* e o bagre do canal, *Ictalurus punctatus* (RIBEIRO e MIRANDA, 1997), que estão entre as espécies de água doce mais cultivadas no mundo.

Com respeito ao manejo dos reprodutores e indução a desova, o surubim pode ser mantido em viveiros, condicionados a esquemas de alimentação e hipofisados com sucesso (SATO et al., 1997), através de procedimentos iguais aos utilizados para os peixes reofílicos com o uso de hormônios gonadotróficos e hipofisários (INOUE; CECCARELLI; SENHORINI, 2003; ZANIBONI FILHO, no prelo). Em ambiente de cultivo são observados machos atingindo a maturação inicial no primeiro ano e fêmeas no segundo ano de vida (INOUE; CECCARELLI; SENHORINI, 2003).

O surubim está entre as espécies mais atingidas pela construção das hidrelétricas (BEHR, 1997), pela poluição dos rios e desmatamento das matas ciliares (TOLEDO, 1991). Sua pesca tem-se reduzido nos últimos anos e aparentemente encontra-se em extinção em várias regiões do Brasil (SATO et al., 1997).

2.2 Caracterização Ontogênica

Nakatani et al. (2001) descreveram o desenvolvimento ontogenético de *Pseudoplatystoma corruscans* da seguinte maneira:

- *Os ovos recém-fertilizados apresentam diâmetro médio de 1,29 mm após a hidratação. O espaço perivitelino é moderado, com tamanho médio de 0,24 mm sendo o diâmetro médio do vitelo de 0,79 mm.*

- *A eclosão das larvas pode ocorrer em 16 horas após a fertilização, a uma temperatura de 24,5 °C, com a larva medindo cerca de 2,51 mm de comprimento padrão (CP). O saco vitelino é relativamente grande e os olhos são pouco pigmentados. Apresentam pigmentação concentrada nas bordas do saco vitelino. A completa pigmentação dos olhos ocorre com cerca de 3,36 mm CP. O olho é pequeno, a cabeça varia de moderada a pequena e o corpo de moderado a longo.*
- *A partir do estágio de flexão (8,64 mm CP), a pigmentação se intensifica, distribuindo-se na cabeça, ao longo do dorso e formando uma faixa longitudinal que se estende do focinho ao opérculo. Pigmentos são verificados entre os raios das nadadeiras.*
- *Em pós-flexão (CP = 10,38 mm), ocorre a formação de duas faixas longitudinais, uma dorsal e outra ventral que se unem na região do pedúnculo caudal. O intestino não alcança a porção mediana do corpo. A boca é sub-inferior, passando a terminal no final desse período. Apresentam 3 pares de barbilhões (todos pigmentados), sendo 1 maxilar e 2 mentonianos. O número total de miômeros varia de 45 a 50. A seqüência de aparecimento dos raios das nadadeiras é: caudal, dorsal, anal, peitorais e pélvicas. O olho é pequeno, a cabeça varia de moderada a grande e o corpo de longo a moderado.*
- *A fase juvenil ocorre com cerca de 20,5 mm CP. O olho é pequeno, a cabeça é grande e o corpo varia de moderado a longo.*
- *Com relação aos adultos, a cabeça é longa e deprimida, o flanco é escuro e coberto com numerosas máculas mais escuras, arredondadas ou verticalmente alongadas, sendo as do dorso menores. Listras estreitas e claras distribuem-se ao longo dos flancos, acima da linha lateral. A coloração de fundo escura dos flancos esmaece abruptamente abaixo da linha lateral. As nadadeiras ímpares apresentam pequenas máculas escuras que ocorrem também nas ventrais.*

2.3 Larvicultura do Surubim

A produção de peixes como atividade comercial vem se expandindo ano a ano no Brasil, paralelamente ao crescente desenvolvimento e conseqüente melhoria das técnicas de piscicultura, em particular, das práticas relacionadas com a produção de ovos, pós-larvas¹ e alevinos (INOUE; CECCARELLI; SENHORINI, 2003).

Um dos maiores problemas enfrentados na produção de alevinos de espécies nativas do Brasil está relacionado a fase de larvicultura, onde pouco se conhece sobre as exigências das pós-larvas.

¹ A nomenclatura utilizada no presente estudo é descrita por Zaniboni Filho (2000) e usualmente utilizada por produtores brasileiros, onde o termo pós-larva (PL) indica a fase em que a larva inicia a alimentação exógena.

Devido ao crescente interesse pelo cultivo do surubim, algumas pesquisas têm sido realizadas. Cury (1992) relatou que apesar das facilidades de desova desta espécie, poucos alevinos eram produzidos. Segundo este autor, a produção de alevinos em grandes quantidades só se tornou possível após o condicionamento dos alevinos a consumirem alimentos inertes, como a carne moída de coração de boi. Sendo assim, uma espécie que inicialmente era recomendada para o controle de espécies indesejadas em sistema de policultivo, despontava como uma nova alternativa para o monocultivo.

Bastos Filho; Senhorini; Ribeiro (1996) com o objetivo de avaliar de forma preliminar o desempenho de pós-larvas de surubim durante a larvicultura intensiva, em ambiente salinizado a 3‰ registraram uma sobrevivência de 32% após 5 dias de cultivo para pós-larvas cultivadas em uma densidade de 5 PL/litro em sistema fechado e alimentadas com o rotífero *Brachionus plicatilis* na proporção de 5000 organismos/pós-larva/dia. Estes autores também registraram uma mortalidade total em água doce. Este estudo não apresentou repetições.

Também em ambiente salinizado (4‰), Lopes et al. (1996) relataram a importância dos náuplios de *Artemia* como primeiro alimento de pós-larvas de surubim e o fato de que estas pós-larvas não apresentaram qualquer sintoma de não adaptação ao meio salinizado.

Behr (1997) alimentando pós-larvas de *Pseudoplatystoma corruscans* com náuplios de *Artemia franciscana* até a aparente saciedade em sistema de bandejas-berçário com renovação contínua de água, registrou uma sobrevivência média de 65,6% após 8 dias (pós-larvas com 11 dias de vida ao final do experimento). Este autor relatou que o canibalismo, embora presente nas várias fases de larvicultura desta espécie, está na dependência direta da oferta de alimento adequado, como ele observou ao testar diferentes dietas, com melhor resultado para os náuplios de *Artemia franciscana* em comparação ao seu fornecimento associado a ração, ou somente ração, durante o início da larvicultura, período que o autor chamou de fase crítica.

Inoue; Ceccarelli; Senhorini (2003) descreveram dois sistemas de larvicultura de surubim: um extensivo e outro intensivo. O sistema intensivo foi realizado totalmente dentro do laboratório por um período de 60 a 80 dias. As pós-larvas foram estocadas em uma densidade de 15 PL/litro em sistema com aeração e renovação de água constantes. A água de cultivo foi salinizada a 5‰ e a alimentação realizada com o fornecimento de náuplios de *Artemia* na proporção de 500 náuplios/pós-larva/dia por um período de cerca de 10 dias. A partir deste período iniciou-se o fornecimento de plâncton como alimento, juntamente com os náuplios de *Artemia*, visando a substituição gradativa deste alimento e o futuro treinamento com alimento inerte (ração) que se iniciou com cerca de 20 dias. No sistema extensivo, após os primeiros 20

dias de laboratório (idêntico ao sistema intensivo), as pós-larvas foram transferidas para viveiros externos previamente preparados para a produção de plâncton e estocadas juntamente com larvas forrageiras de outras espécies. A sobrevivência média das pós-larvas durante os primeiros 20 dias variou de 50 a 80%.

3. DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA LARVICULTURA DE PEIXES

A densidade de estocagem é um importante fator a ser considerado na larvicultura de peixes, uma vez que pode afetar a sobrevivência (KESTEMONT et al., 2003), o crescimento (HATZIATHANASIOU et al., 2002) e o comportamento das larvas (BASKERVILLE-BRIDGES e KLING, 2000).

Em uma baixa densidade de estocagem, o crescimento e a sobrevivência dos peixes pode ser melhor, porém, pode ocorrer um sub-aproveitamento do espaço disponível para o cultivo. Por outro lado, existem espécies que não crescem bem em baixas densidades, pois parecem requerer algum tipo de estímulo social. Já outras tendem a estabelecer território, o que exige grande demanda de energia decorrente de sua defesa. A medida que a densidade de estocagem aumenta, o custo energético de defesa do território torna-se excessivo em relação às vantagens que ele poderia trazer, devido a um número cada vez maior de invasores, o que pode levar a formação de um cardume (BALDISSEROTTO, 2002). Há espécies que em condições de aglomeração também apresentam comportamento territorialista, ou seja, os peixes maiores se mantêm em posição de dominância e crescem mais rapidamente (HUANG e CHIU, 1997). Sendo assim, tanto a alta como a baixa densidade de estocagem podem resultar em elevada variação de tamanho, o que certamente varia com a espécie.

Segundo Macintosh e De Silva (1984), à medida que ocorre um aumento na densidade de estocagem, o efeito da dominância social entre as larvas pode diminuir e conduzir a alta sobrevivência, porém, com menores taxas de crescimento individual. Esses autores fizeram essa constatação durante o cultivo de pós-larvas de *Oreochromis mossambicus* e pós-larvas híbridas ao início da alimentação e estocadas em densidades de 2 a 12 PL/litro em três diferentes níveis de alimentação por um período de 40 e 50 dias. Entretanto, Gall e Bakar (1999) não registraram efeito da densidade (20 a 200 PL/litro) sobre a sobrevivência e o peso de pós-larvas de *Oreochromis mossambicus* e *Oreochromis hornorum* ao início da alimentação, alimentadas até a saciedade e cultivadas em sistema aberto por 56 dias.

Sendo assim, é razoável imaginar que o mecanismo de resposta do peixe a determinada densidade pode ser fortemente influenciado pela disponibilidade de alimento em seu ambiente.

Segundo Baskerville-Bridges e Kling (2000), pós-larvas de *Gadus morhua* cultivadas em elevadas densidades na fase inicial de alimentação, tendo como fator limitante o alimento, apresentaram menor crescimento na maior densidade de estocagem (300 PL/litro). Entretanto, quando o alimento deixou de ser um fator limitante, não houve diferença significativa para o crescimento em densidades entre 50 a 300 PL/litro. Em contrapartida, houve deterioração da qualidade de água com aumento significativo da mortalidade e da variabilidade entre as repetições, onde a amônia seria a principal causa.

Daniels et al. (1996) relataram que pós-larvas de *Paralichthys lethostigma* estocadas em densidades de 10 a 80 PL/litro no início da alimentação, alimentadas em excesso e com adequada qualidade de água, não apresentaram diferenças significativas para a sobrevivência e para o crescimento. Em contrapartida, pós-larvas ao início da metamorfose (1 a 3 PL/litro) com disponibilidade insuficiente de alimento, apresentaram um melhor desempenho na menor densidade. Dou et al. (2003) em estudo com pós-larvas de *Paralichthys olivaceus* durante a fase de alimentação com *Artemia*, relataram que independentemente da variável associada (abrigo, luz ou densidade de presa), as pós-larvas nas maiores densidades (faixa estudada: 5 a 15 PL/litro) cresceram mais lentamente, apresentando maior variação de crescimento individual e menor sobrevivência, o que estaria provavelmente ligado à escassez de alimento que neste caso foi oferecido por unidade de volume e não proporcionalmente ao número de pós-larvas. Outro fator seria o estresse causado pela deterioração da qualidade de água, interação social ou superpovoamento.

O superpovoamento e a deterioração da qualidade de água são fatores causadores de estresse, sendo que algumas doenças são claramente associadas a estes fatores como, por exemplo, a doença bacteriana das brânquias, favorecida pela superpopulação e elevada concentração de amônia não ionizada (BARCELLOS; SOUZA; WOEHL, 2000). Iguchi et al. (2003) relataram que uma elevada densidade de estocagem predispôs juvenis de *Plecoglossus altivelis* a infecção por *Flavobacterium psychrophilum* devido à redução de sua imunidade. King et al. (2000) estudando os efeitos da densidade de estocagem (10 a 60 PL/litro) sobre pós-larvas de *Paralichthys dentatus* durante a fase inicial de alimentação, observaram uma relação negativa entre o aumento da densidade e o crescimento das pós-larvas até a fase de metamorfose. A mesma relação foi observada para a sobrevivência, o que segundo os autores estaria relacionado ao efeito da densidade de estocagem sobre o comportamento e suscetibilidade à doença causada pelo estresse devido a redução da disponibilidade de espaço ou pobre qualidade de água.

Uma relação negativa entre a qualidade de água e o aumento da densidade de estocagem, foi registrada por Gall e Bakar (1999) para pós-larvas de tilápia ao início da alimentação e cultivadas por 56 dias em densidades de 20 a 200 PL/litro e por Alvarez-González et al. (2001) ao estudarem os efeitos da densidade de estocagem (50 a 200 PL/litro) sobre o crescimento e a sobrevivência de pós-larvas de *Paralabrax maculatofasciatus* durante a fase inicial de alimentação em sistema de recirculação.

Uma grande variabilidade de respostas dos peixes quanto a sobrevivência, o comprimento, o peso e a produtividade em função da densidade de estocagem, foram relatadas em diversos estudos.

Alta sobrevivência em elevada densidade foi registrada para pós-larvas de *Ictalurus punctatus* durante a fase inicial de alimentação, com sobrevivência acima de 95% para pós-larvas cultivadas em sistema aberto e alimentadas com dieta artificial em uma densidade de 833 PL/litro (MURAI, 1979). Bórquez et al. (1996) registraram uma tendência de maior sobrevivência com o aumento da densidade de estocagem (faixa estudada: 20 a 60 PL/litro) para pós-larvas de *Galaxias maculatus* durante a fase inicial de alimentação em sistema aberto e alimentadas com microencapsulado de ovo e ração por 30 dias.

Por outro lado, uma maior sobrevivência e/ou crescimento em menores densidades, foi registrada para pós-larvas de *Oreochromis niloticus* (início da alimentação) alimentadas com dieta teste até a aparente saciedade em sistema fechado de recirculação e estocadas em densidades entre 2 a 10 PL/litro por um período de 40 dias, com tendência de redução da sobrevivência e do crescimento em peso com o aumento da densidade de estocagem (EL-SAYED, 2002). Sanches e Hayashi (1999) estudando o efeito da densidade de estocagem (2 a 10 PL/litro) no desempenho de pós-larvas de *Oreochromis niloticus* durante a reversão sexual em tanques-rede, por um período de 28 dias, relataram que o aumento da densidade resultou em menor peso e comprimento médios finais, entretanto, não afetou a sobrevivência.

Luz e Zaniboni Filho (2002) verificaram menor sobrevivência e crescimento em peso com o aumento da densidade de estocagem (Faixa estudada: 5 a 30 PL/litro) para pós-larvas de *Pimelodus maculatus* (Siluriformes: Pimelodidae) em sistema fechado sem recirculação e alimentadas com zooplâncton selvagem numa proporção de 300 organismos/pós-larva/dia, durante os primeiros cinco dias de alimentação. Os autores concluíram que o aumento na densidade produziu um aumento no canibalismo. Leu e Chou (1996) também registraram uma tendência de redução da sobrevivência com o aumento da densidade de estocagem durante o cultivo de pós-larvas de *Acanthopagrus latus* ao início da alimentação, as quais foram estocadas

em densidades de 10 a 37 PL/litro por um período de 50 dias em sistema que variou do estático ao aberto de acordo com a ontogenia larval e o nível de alimentação.

Moore et al. (1994) estudando a influência da densidade de estocagem (20 a 60 PL/litro) sobre pós-larvas de *Stizostedion vitreum* por 21 dias durante a fase inicial de alimentação em sistema aberto, relataram uma redução da sobrevivência com o aumento da densidade de estocagem, sendo que o crescimento em comprimento não foi afetado, da mesma forma que registrado por López e Sampaio (2000) para pós-larvas de *Lophiosilurus alexandri* (Pimelodidae) com 15 dias após a eclosão em sistema aberto.

A ausência de um efeito da densidade de estocagem sobre a sobrevivência e o crescimento de pós-larvas de peixes, também foi registrada em diversos estudos.

Pereira e Nuñez (2003) em estudo sobre o efeito da densidade de estocagem (5 a 25 PL/litro) na larvicultura de *Brycon orbignyanus* cultivadas em sistema estático e volume útil de 10 litros por um período de 5 dias, relataram que a densidade não afetou a sobrevivência, o peso e o comprimento das pós-larvas, que receberam como alimento pós-larvas de *Prochilodus lineatus* na proporção presa/predador de 4:1, como também registrado por Ceccarelli e Volpato (2001) para pós-larvas de *Brycon cephalus* cultivadas em densidades de 1,66 a 5 PL/litro por um período de 5 dias e em densidades de 1,66 a 13,33 PL/litro por um período de 2 dias. Eles concluíram que o alimento deve ser fornecido levando-se em consideração o número total de indivíduos existentes nos diferentes tratamentos.

Hatziathanasiou et al. (2002) relataram que a densidade de estocagem (50 a 200 PL/litro) não afetou a sobrevivência de pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* cultivadas por um período de 30 dias durante fase inicial de alimentação em sistema aberto, como também registrado por Kestemont et al. (2003) em sistema fechado de recirculação.

A densidade de estocagem ideal para o cultivo pode variar de acordo com o estágio de desenvolvimento ontogenético, como relatado por Hatziathanasiou et al. (2002) em estudo sobre os efeitos da densidade de estocagem (50 a 200 PL/litro) sobre a sobrevivência e o crescimento de pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* durante duas fases de alimentação (fase de alimentação com rotífero e fase de alimentação com *Artemia*). Segundo estes autores a sobrevivência foi afetada apenas na fase de alimentação com *Artemia*.

Kestemont et al. (2003) estudando a influência de fatores bióticos e abióticos sobre as pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* (50 a 200 PL/litro e 5 a 20 PL/litro) e de *Perca fluviatilis* (10 a 100 PL/litro e 1 a 10 PL/litro) durante duas fases de alimentação em sistema fechado de recirculação, relataram que as pós-larvas de *Perca fluviatilis* (início da alimentação)

apresentaram relação diretamente proporcional para a sobrevivência e para o crescimento em peso em função do aumento da densidade de estocagem. Para as pós-larvas mais velhas, a sobrevivência apresentou relação inversamente proporcional ao aumento da densidade de estocagem. No caso de pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* durante a fase de alimentação com rotífero, a densidade não influenciou a sobrevivência e o crescimento. Porém para as pós-larvas durante a fase de alimentação com *Artemia*, a sobrevivência apresentou relação inversamente proporcional ao aumento da densidade de estocagem.

Ao se analisar os efeitos da densidade de estocagem sobre o crescimento, convém analisar dentre outras variáveis a produtividade (número de peixes/área ou volume) (BALDISSEROTTO, 2002). Ela fornece uma excelente avaliação econômica de diferentes tratamentos, uma vez que alevinos no Brasil são vendidos por unidade (GOMES; BALDISSEROTTO; SENHORINI, 2000). Tendência de menor sobrevivência em maiores densidades, porém maior produtividade, foram relatadas como segue: para pós-larvas de *Stizostedion vitreum* durante a fase inicial de alimentação (MOORE et al., 1994), para pós-larvas de *Brycon cephalus* (GOMES; BALDISSEROTTO; SENHORINI, 2000), para pós-larvas de *Paralichthys dentatus* na fase inicial de alimentação (KING et al., 2000), para pós-larvas de *Paralabrax maculatofasciatus* na fase inicial de alimentação (ALVAREZ-GONZÁLES et al., 2001) e para pós-larvas de *Pimelodus maculatus* (LUZ e ZANIBONI FILHO, 2002), os quais relataram uma produtividade final de pós-larvas 3 vezes maior para a maior densidade. King et al (2000) recomendaram investigar os efeitos negativos mais adiante, ou seja, a resistência a doenças, a eficiência da conversão alimentar e o surgimento de anormalidades morfológicas para os juvenis.

3.1 Densidade de Estocagem na Larvicultura de Surubim

Lopes et al. (1996) em experimento com a alimentação de pós-larvas de surubim em duas densidades de estocagem (30 e 50 PL/litro), cultivadas em bandejas berçário com volume útil de 5 litros e água salinizada a 4‰ durante um período de 5 dias, registraram uma sobrevivência de 9,63% para a menor densidade e de 6,17% para a maior, observando ainda uma adequada qualidade de água.

Catharin (2003) estudou o efeito da densidade de estocagem (5, 10, 20, 40 e 80 PL/litro) sobre pós-larvas de surubim cultivadas em unidades experimentais com volume útil de 6 litros em sistema fechado sem recirculação com aeração contínua e renovação diária de 80% do volume de água (uma durante os primeiros 5 dias e duas a partir do 6º dia) por um período de 14 dias, onde as pós-larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* na proporção de 250 (cinco

primeiros dias), de 500 (do sexto ao décimo dia) e de 1000 náuplios/pós-larva/dia. O autor relatou ao 7º dia de cultivo, que não houve diferença significativa para a sobrevivência e para o crescimento em peso, entretanto, houve diferença significativa para o comprimento padrão sendo este, menor em 5 PL/litro. Isto também foi verificado ao final do período experimental (14º dia), onde a maior sobrevivência registrada, 36,5%, ocorreu na densidade de 40 PL/litro. O autor registrou ainda um aumento da concentração de amônia não ionizada a medida em que se aumentou a densidade de estocagem. O que ficou claro foi a ausência de uma relação entre a densidade de estocagem e a sobrevivência.

4. FOTOPERÍODO NA LARVICULTURA DE PEIXES

A maioria dos ritmos fundamentais na natureza estão relacionados a periodicidade da luz. Muitos animais, inclusive os peixes, exibem um ciclo de 24 horas nas suas atividades (BOEUF e LE BAIL, 1999).

Este ciclo diário está ligado aos fenômenos da biologia alimentar dos peixes e é caracterizado pela presença de luz solar durante o dia e ausência total ou parcial de luz durante a noite. Ele dita o ritmo alimentar que é característico de cada espécie e que recebe sua denominação de acordo com o período do ciclo alimentar em que se costuma ingerir a porção de alimento mais importante. No caso do ciclo diário, podem-se ter ritmos diurnos, noturnos e diuturnos. Peixes com ritmos diurnos utilizam principalmente a visão para localizar suas presas, onde a utilização de luz artificial pode permitir a captura de presas durante a noite. Já peixes com ritmo noturno, estão adaptados a perceber baixas intensidades luminosas, qualquer que seja a fonte de luz ou a causa da escuridão. Por fim, existem peixes que se alimentam durante o dia e a noite, conhecidos por apresentarem ritmo diuturno. Entretanto, os peixes podem apresentar outros ritmos ou características específicas, que podem inclusive, variar com a fase de desenvolvimento da espécie (ZAVALA-CAMIN, 1996).

Um ritmo circadiano de alimentação ótimo pode simplesmente ser o período no qual o sincronismo dos ritmos endógenos está mais bem situado ao processo de utilização do alimento em favor do crescimento. Esse ritmo, certamente varia entre as espécies e estágios de desenvolvimento (SPIELER, 2001).

Rao e Mookerji (2001) relataram que as pós-larvas de *Labeo Rohit* apresentam ritmo alimentar diuturno e que pós-larvas de *Heteropneustes fossilis* apresentam ritmo noturno durante a fase inicial de alimentação. Dou; Seikai; Tsukamoto (2000) relataram um ritmo alimentar diurno para as pós-larvas de *Paralichthys olivaceus* durante a fase inicial de alimentação.

O fotoperíodo é um dos parâmetros físicos mais importantes para o desenvolvimento de pós-larvas de peixes, produzindo efeitos sobre o órgão pineal, o qual induz a liberação de diversos hormônios, com efeitos sobre o crescimento e a sobrevivência (BOEUF e LE BAIL, 1999).

O órgão pineal apresenta um importante papel na produção de ritmos circadianos endógenos, podendo influenciar o crescimento e o metabolismo durante a ontogenia inicial (EKSTRÖM e MEISSL, 1997), sendo classificado como um transdutor neuroendócrino, isto é, como um órgão que converte impulsos luminosos em descarga hormonal (MED, 2004).

Segundo Ekström e Meissl (1997) o ritmo de produção do hormônio melatonina está diretamente relacionado ao ciclo diário de luz e de escuro. Este hormônio é sintetizado pelo órgão pineal e seu nível se eleva e atinge um valor máximo durante o escuro, com redução a níveis basais sob a influência da luz. Ainda segundo estes autores, uma elevação na produção de melatonina reduz a atividade natatória dos peixes.

Downing e Litvak (2002) verificaram que a eclosão e o desenvolvimento de ovos/embriões de *Melanogrammus aeglefinus* foram influenciados pelo regime de luz, onde o fotoperíodo de zero horas luz prolongou o período de incubação e produziu larvas menores após a eclosão quando se comparou aos fotoperíodos intermediários (com presença de luz e de escuro). Segundo estes autores, a ausência de fotoperíodos intermediários pode ter influenciado a glândula pineal, que por sua vez produziu efeito sobre o controle normal da eclosão e do desenvolvimento.

Boeuf e Le Bail (1999) afirmaram que para larvas de peixes o fator de ação mais importante do fotoperíodo sobre o crescimento, é o efeito sinérgico da disponibilidade de alimento e de luz, onde o efeito da luz pode levar a liberação de hormônios como a somatotropina e os hormônios da tireóide. Ainda segundo estes autores, os mecanismos envolvidos na ação da luz ainda não estão claros, visto que uma relação entre o crescimento e a sobrevivência pode ser estabelecida, entretanto, freqüentemente ocorre que o fotoperíodo ótimo para o crescimento não é o mesmo para a sobrevivência.

A receptividade da luz pelo peixe muda com o estágio de desenvolvimento. O número de cones na retina aumenta durante a ontogênese e desenvolvimento inicial. Estas células parecem ser muito importantes para o futuro desenvolvimento e crescimento, sendo que no início atuam como fotorreceptores primários. Ao eclodirem, os peixes apresentam olhos geralmente transparentes e a retina é indiferenciada, sendo que olhos completamente pigmentados surgem depois. Nesta fase, a luz tem uma grande influência na pigmentação e o desenvolvimento de anormalidades aparece quando a luz é insuficiente (BOEUF e LE BAIL, 1999).

Para pós-larvas de *Siganus guttatus*, a completa pigmentação dos olhos ocorre com cerca de 47 horas após a eclosão (DURAY e KOHNO, 1988) enquanto que para larvas de *Pseudoplatystoma corruscans*, este evento ocorre antes da abertura da boca (NAKATANI et al., 2001). Cobocroft; Pankhurst; Battaglene (2001) registraram para pós-larvas de *Latris lineata*, que os olhos se tornaram funcionais ao 7º dia após a eclosão, com a retina estruturada e com a presença de nervo ótico.

Os requerimentos de fotoperíodo são específicos para cada espécie e variam com os vários estágios de desenvolvimento (BOEUF e LE BAIL, 1999; NWOSU e HOLZLÖHNER 2000; PUVANENDRAN e BROWN, 2002).

Fielder et al. (2002) estudando o efeito do fotoperíodo sobre o crescimento e a sobrevivência de pós-larvas de *Pagrus auratus*, registraram mortalidade total nos períodos de menor duração de luz, correspondentes a 6 horas luz e 0 horas luz, quando as pós-larvas ainda estavam na fase de primeira alimentação. O fotoperíodo de 12 horas luz foi o recomendado durante esta fase, pois apesar de não ter proporcionado o melhor crescimento, foi responsável pelo maior número de pós-larvas que inflaram a vesícula gasosa. Um período de luz fornece uma maior oportunidade para as pós-larvas desenvolverem suas habilidades de alimentação ativa, pois esse processo de captura é dependente de uma fase de aprendizado. Porém, períodos de ausência de luz são fundamentais, pois as condições ótimas para o desenvolvimento destas pós-larvas ocorrem entre períodos de escuridão, quando as pós-larvas podem nadar à superfície e assim promover a inflação da vesícula gasosa, e períodos de luz, quando as pós-larvas podem se alimentar ativamente. Ainda segundo estes autores, o fotoperíodo de 18 horas luz foi o recomendado durante a fase de pós-inflação da vesícula gasosa, o qual proporcionou um melhor desempenho das pós-larvas. Além disso, verificou-se que durante esta fase as pós-larvas alimentaram-se todo o tempo no fotoperíodo de 24 horas luz, mas que não houve uma compensação em favor do crescimento devido ao aumento da atividade das pós-larvas.

Da mesma forma, Barlow et al. (1995) registraram uma tendência de melhor crescimento com o aumento do fotoperíodo para pós-larvas de *Lates calcarifer*, com melhor desempenho em 24 horas luz durante a fase inicial de alimentação. Entretanto, para as pós-larvas mais velhas, este aumento não foi tão pronunciado. Em ambos os casos, não se verificou influência sobre a sobrevivência. Já para os juvenis, não houve influência sobre o comprimento, peso e sobrevivência, sendo recomendado um fotoperíodo de 12 horas luz. Os autores concluem que nesta fase não há vantagem em realizar o cultivo sob longos períodos de luz, pois apesar de um

consumo de alimento 40% maior, não houve uma compensação em favor do crescimento, o que se deve ao aumento da atividade natatória.

Kestemont et al. (2003) estudando a influência de fatores bióticos e abióticos em pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* e de *Perca fluviatilis* por um período de 30 e 21 dias respectivamente, durante duas fases de alimentação, verificaram uma relação diretamente proporcional entre o aumento do fotoperíodo e as variáveis sobrevivência e crescimento para as pós-larvas de *Perca fluviatilis* (início da alimentação). Além disso, os períodos mais curtos de luz produziram populações mais heterogêneas. Entretanto, para as pós-larvas mais velhas, não se verificou influência do fotoperíodo sobre a sobrevivência e o crescimento. Para pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* durante a fase de alimentação com rotífero, o fotoperíodo não influenciou a sobrevivência, porém, em 24 horas luz foi registrado maior crescimento e menor heterogeneidade de tamanho, enquanto que para as pós-larvas durante a fase de alimentação com *Artemia*, a sobrevivência diminuiu com o aumento do período de luz, com melhor resultado para 8 horas luz. Ainda segundo estes autores, as pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* (fase de alimentação com rotífero) apresentaram um ritmo alimentar que durava cerca de 11 horas em 24 horas luz, mostrando então que nesta fase, não é necessária a realização da larvicultura em presença contínua de luz.

Puvanendran e Brown (2002) registraram um maior crescimento em comprimento padrão e peso de pós-larvas de *Gadus morhua* cultivadas em 24 horas luz em relação àquelas em 18 horas luz e 12 horas luz, por um período de 42 dias após a eclosão. Eles recomendaram o fotoperíodo de 24 horas luz durante os primeiros 28 dias de cultivo e redução do fotoperíodo a partir desta fase.

A presença de luz contínua como importante fator a partir do início do desenvolvimento ontogênico, seja favorecendo o crescimento e/ou a sobrevivência, seja influenciando outros aspectos do desenvolvimento inicial de larvas de peixes, pode ser verificado principalmente para espécies conhecidas como predadores visuais. Para os peixes que dependem da visão para a busca de alimento, um aumento no período de luz aumenta o período disponível para a alimentação, favorecendo o crescimento dos peixes (BALDISSEROTTO, 2002).

Reynalte-Tataje et al. (2002) verificaram uma relação direta entre a sobrevivência de pós-larvas de *Brycon orbignyanus* (alimentadas com náuplios de *Artemia*) e a luminosidade, onde a maior sobrevivência e homogeneidade de tamanho ocorreram em 24 horas luz e as menores em 0 horas luz. Entretanto, o comprimento e o peso não foram influenciados.

Dou et al. (2003) identificando os fatores que afetaram o crescimento e a sobrevivência de pós-larvas de *Paralichthys olivaceus* durante a fase de alimentação com *Artemia*, por um período de 16 dias, relataram que independentemente da variável associada (abrigo, densidade de estocagem ou densidade de presa), as pós-larvas em 24 horas luz apresentaram melhor crescimento e maior homogeneidade do que as pós-larvas submetidas a 12 horas luz, quando havia quantidade suficiente de presa. Entretanto, observou-se que 12 horas luz proporcionou maior sobrevivência, o que segundo os autores foi resultado do canibalismo, pois quando se aumentou a quantidade de presa ou disponibilizou-se abrigo para as pós-larvas, a mortalidade foi reduzida em 24 horas luz.

Duray e Kohno (1988) estudando o efeito do fotoperíodo sobre pós-larvas de *Siganus guttatus*, relataram maior crescimento e sobrevivência para pós-larvas cultivadas em 24 horas luz em comparação àquelas cultivadas em fotoperíodo natural durante 7 dias (início da alimentação). Chatain e Ounais-Guschemann (2001) estudando o efeito da luz sobre pós-larvas de *Sparus aurata* alimentadas com rotíferos, relataram maior sobrevivência para pós-larvas cultivadas em 24 horas luz durante os 10 primeiros dias de alimentação. Além disso, cerca de 95% das pós-larvas em 24 horas luz se alimentaram, havendo mortalidade quase total em 12 horas luz.

Hart; Hutchinson; Purser (1996) registraram uma tendência de maior comprimento total com o aumento do período de luz, com mortalidade total para as pós-larvas de *Rhombosolea tapirina* em 0 horas luz durante os primeiros 20 dias de cultivo. Moustakas; Watanabe; Copeland (2004) registraram uma maior sobrevivência e crescimento em 24 horas luz e 18 horas luz, para pós-larvas de *Paralichthys lethostigma* alimentadas com rotíferos por um período de 15 dias após a eclosão. Segundo os autores, o aumento do fotoperíodo proporcionou um maior tempo para as pós-larvas desenvolverem suas habilidades de alimentação devido a maior frequência de encontros entre a larva e a presa. Além disso, a liberação de hormônios de crescimento devido a influência da luz, como já mostrado para várias espécies de peixes, pode ter representado um importante papel favorecendo o crescimento.

Da mesma forma que o exposto anteriormente, a presença de períodos de luz e de escuro (fotoperíodos intermediários), foram relatados por favorecer determinados aspectos do desenvolvimento inicial.

Barahona-Fernandes (1979) estudando o efeito do fotoperíodo sobre pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* durante a fase inicial de alimentação, verificou que o fotoperíodo de 18 horas luz promoveu um melhor crescimento, enquanto 12 horas luz promoveu uma maior sobrevivência. Cerqueira e Chatain (2001) verificaram que pós-larvas de *Dicentrarchus labrax*

cultivadas por um período de 30 dias (fase inicial de alimentação), apresentaram comprimento e peso maiores em 24 horas luz. Entretanto, 9 horas luz produziu maior sobrevivência, com maior número de pós-larvas que inflaram a vesícula gasosa. Segundo os autores, a explicação para estes resultados estaria no fato de que indivíduos cultivados em longos períodos de luz gastam mais energia do que o alimento pode fornecer, devido a alimentação ativa durante a luz contínua, o que poderia promover a maior mortalidade. Além disso, as pós-larvas se mostraram estressadas em 24 horas luz.

Tuckey e Smith (2001) verificaram mortalidade total das pós-larvas de *Paralichthys lethostigma* (início da alimentação) em 0 horas luz, antes da metade do experimento, que teve duração de 54 dias. Ao final do experimento, as pós-larvas submetidas há 10 horas luz apresentaram maior sobrevivência. Segundo os autores, a mortalidade total em 0 horas luz se deve ao fato desta espécie ser um predador obrigatoriamente visual durante o desenvolvimento inicial e, portanto não se alimentar no escuro. Além disso, a menor sobrevivência em 24 horas luz comparada a 10 horas luz, pode ser explicada pelo fato da larva apresentar uma taxa metabólica de até 2,5 vezes maior quando está ativa, o que levaria a um crescimento mais rápido, porém, menor sobrevivência. Ainda segundo os autores, a melhor sobrevivência em 10 horas luz estaria relacionada ao funcionamento normal dos ritmos endógenos desta espécie, o que não teria acontecido em 0 horas luz e 24 horas luz.

Martin-Robichaud e Peterson (1998) estudando o efeito de diferentes fotoperíodos sobre pós-larvas de *Morone saxatilis* alimentadas com náuplios de *Artemia*, registraram que o fotoperíodo de 8 horas luz proporcionou um aumento significativo no número de pós-larvas que inflaram a vesícula gasosa. Além disso, o comprimento das pós-larvas também foi maior em 8 horas luz.

Solbakken e Pittman (2004) estudando o efeito do fotoperíodo sobre pós-larvas de *Hippoglossus hippoglossus* durante a fase inicial da metamorfose, relataram maior sobrevivência das pós-larvas expostas ao fotoperíodo de 12 horas luz. O crescimento não foi afetado pelo fotoperíodo ao final do experimento. Segundo os autores, um período de escuro pode acelerar algumas das mudanças envolvidas na metamorfose, como a migração do olho.

Fuchs (1978) registrou um melhor crescimento de pós-larvas de *Solea solea* expostas aos fotoperíodos de 18 e 24 horas luz (início da alimentação), sugerindo um comportamento alimentar predominantemente diurno. Não houve diferença significativa para a sobrevivência em relação à 12 horas luz. Trotter; Battaglene; Pankhurst (2003) estudando o efeito do fotoperíodo sobre pós-larvas de *Latris lineata* relataram que o fotoperíodo de 18 horas luz associado a uma

baixa intensidade luminosa proporcionaram uma maior viabilidade das pós-larvas após a inflação da vesícula gasosa, com maior crescimento para pós-larvas cultivadas em 24 e 18 horas luz.

A ausência contínua de luz durante as fases iniciais do desenvolvimento ontogênico, favorecendo aspectos do desenvolvimento inicial, foi relatada para espécies que não dependem somente da visão para a alimentação. Segundo Baldisserotto (2002) este fato geralmente ocorre para peixes Siluriformes, onde o melhor crescimento e sobrevivência obtidos no escuro devem-se a redução da agressividade e ao ritmo alimentar noturno. Para estas espécies, torna-se interessante a realização da larvicultura em ambiente com pouca luminosidade. Entretanto, devido a grande variabilidade interespecífica quanto à exigência de fotoperíodo pelos peixes, é fundamental que experimentos sejam realizados com a espécie de interesse.

Appelbaum e Mcgeer et al. (1998) estudando o efeito do fotoperíodo combinado com diferentes tipos de alimento para pós-larvas de *Clarias gariepinus*, registraram que as pós-larvas cultivadas em 0 horas luz durante os primeiros 21 dias, cresceram mais rapidamente em relação àquelas em 24 horas luz. Segundo os autores, pós-larvas de Siluriformes podem se alimentar independentemente da visão. Espécies como o bagre europeu, *Silurus glanis*, necessitam de ambientes escuros durante a larvicultura (WOYNAROVICH e HORVÁTH, 1983).

Behr et al. (1999) estudando diferentes níveis de luminosidade na larvicultura de *Rhamdia quelen*, durante 21 dias, relataram um maior crescimento em comprimento e peso, para pós-larvas expostas a 0 horas luz, onde os barbilhões desempenhariam importante função na alimentação, sendo responsáveis pela detecção do alimento. Piaia; Townsend; Baldisserotto (1999) verificaram uma tendência de maior crescimento em peso e em comprimento com a redução do fotoperíodo para alevinos de *Rhamdia quelen* cultivados por um período de 50 dias. Além de proporcionar melhor crescimento, 0 horas luz produziu indivíduos com menor variação de tamanho. Segundo os autores, estes resultados se devem provavelmente a redução da agressividade e ao aumento da ingestão de alimento no escuro. Em torno de 30% dos alevinos em 24 e 10 horas luz apresentavam as nadadeiras danificadas, o que estaria ligado ao comportamento agressivo. O nível de agressão é geralmente afetado pelo aumento do fotoperíodo, como relatado por Almazán-Rueda; Schrama; Verreth (2004) para juvenis de *Clarias gariepinus*.

Exceções quanto ao fato de que peixes Siluriformes obtêm melhor crescimento e/ou sobrevivência no escuro, também foram relatadas. Nwosu e Holzlohner (2000) estudando os efeitos da periodicidade e intensidade de luz sobre o crescimento e sobrevivência de pós-larvas de *Heterobranchus longifilis* (Siluriformes) alimentadas com zooplâncton durante os primeiros

14 dias de vida, relataram haver maior sobrevivência com o aumento do período de luz, com maior crescimento para pós-larvas expostas a mais alta intensidade luminosa. Segundo os autores, os resultados indicaram que as pós-larvas desta espécie são predadores visuais, no entanto não obrigatórios, pois podem se alimentar e crescer bem na ausência de luz. Os autores concluem que além da visão, seria possível o reconhecimento e a seleção de presas através dos barbilhões. Da mesma forma, Giri et al. (2002) estudando o efeito do fotoperíodo sobre pós-larvas de *Wallago attu* (Siluriformes) submetidas a quatro regimes de luz durante um período de 11 dias (início da alimentação), verificaram haver uma relação diretamente proporcional entre a sobrevivência e o aumento do fotoperíodo, com maior sobrevivência para pós-larvas expostas a 24 horas de luz vermelha para todos os tipos de alimento, seguido de 24 horas luz branca. Em relação ao crescimento, 12 e 24 horas luz branca proporcionaram o melhor crescimento. Segundo estes autores, esta espécie de bagre em sua fase inicial de vida, utiliza com mais eficiência a visão para localizar e capturar o alimento do que a resposta tátil, e que a luz vermelha pode ter influenciado positivamente pelo fato de proporcionar um maior contraste com o alimento.

OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral, contribuir para o aprimoramento das técnicas de larvicultura do surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, durante a fase inicial de alimentação.

De modo específico objetivou-se:

- Avaliar a sobrevivência e o crescimento em comprimento e em peso de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, estocadas em cinco densidades de cultivo;
- Avaliar a sobrevivência e o crescimento em comprimento e em peso de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em quatro fotoperíodos.

Os artigos científicos estão apresentados segundo as normas da revista Acta Scientiarum, a qual serão posteriormente submetidos para publicação.

Sobrevivência e crescimento de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem
Survival and growth of surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae) post-larvae on different stocking densities

Título Resumido: Efeito da densidade de estocagem na larvicultura de *Pseudoplatystoma corruscans*

Rodrigo Campagnolo¹, Alex Pires de Oliveira Nuñez^{1*}

¹Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD) – Departamento de Aqüicultura – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Santa Catarina

Telefone/Fax: (48) 389 5216. campagnolor@ibest.com.br, apon@cca.ufsc.br

*Autor para correspondência

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a sobrevivência e o crescimento de pós-larvas (PL) de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, estocadas em cinco densidades de cultivo: D15 (15 PL/litro), D35, D55, D75 e D95 distribuídas em delineamento ao acaso com três repetições. Utilizou-se água salinizada (5‰) para o cultivo. As pós-larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* numa proporção de 500 náuplios/PL/dia e mantidas em ambiente sem luz. Ao 10º dia, a sobrevivência apresentou tendência de redução com o aumento da densidade de estocagem. Com relação ao crescimento não se verificou tal relação. As concentrações de amônia não ionizada e de nitrito apresentaram variação diretamente proporcional ao aumento da densidade e podem ter influenciado a sobrevivência ao 10º dia. Pelos resultados obtidos, verificou-se que D15 promoveu uma maior sobrevivência (52,0±9,3%) e não afetou a qualidade da água.

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

Abstract

The objective of this study was to evaluate the survival and the growth of surubim *Pseudoplatystoma corruscans* post-larvae (PL), submitted to five stocking densities: D15 (15 PL/liter), D35, D55, D75 and D95 with completely randomized design in a factorial arrangement. Brackish water (5‰) culture was used. Post-larvae were fed with *Artemia* nauplii in a 500 nauplii/PL/day ratio and maintained in a place without light. Tenth day survival presented a tendency of reduction as the stocking density increased but it was not verified to growth. Nitrite and unionized ammonia concentrations presented a directly proportional variation with density increase and possibly influenced the survival at the tenth day. The results suggested that D15 promoted a better survival (52.0±9.3%) and did not affect water quality.

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

Introdução

O surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* Spix e Agassiz (1829), é dentre os peixes de água doce sul-americanos, uma das espécies de maior valor econômico e que tem demonstrado o interesse dos consumidores e dos aquicultores (Miranda e Ribeiro, 1997; Souza *et al.*, 1997). Desponta como uma das melhores espécies nativas para a piscicultura por apresentar excelente sabor de carne, ausência de espinhos intramusculares (Cury, 1992; Inoue *et al.*, 2003) e por se prestar bem ao processamento (Ribeiro e Miranda, 1997).

Estudos relacionados à fase de larvicultura do surubim ainda são escassos, apesar de alguns protocolos terem sido relatados por proporcionarem bons resultados (Inoue *et al.*, 2003).

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

Segundo Baldisserotto (2002), em uma baixa densidade de estocagem o crescimento e a sobrevivência dos peixes podem ser melhores, porém, pode ocorrer um sub aproveitamento do espaço disponível para o cultivo. Além disso, existem espécies que não crescem bem em baixas densidades, pois parecem requerer algum tipo de estímulo social. Por outro lado, uma alta densidade pode causar grande mortalidade e redução do crescimento, pois a degradação do excesso de alimento e os resíduos nitrogenados provenientes da excreção dos peixes podem prejudicar a qualidade de água (Jobling, 1994; Baldisserotto, 2002), que aliada à superpopulação podem causar estresse e ocorrência de doenças (Barcellos *et al.*, 2000; King *et al.*, 2000; Iguchi *et al.*, 2003).

Sendo assim, a influência da densidade de estocagem sobre os peixes varia amplamente entre as espécies durante a fase inicial de alimentação e também 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; Hatzianthasiou *et al.*, 2002; Luz e Zaniboni Filho, 2002; Kestemont *et al.*, 2003; Pereira e Nuñez, 2003).

O mecanismo de resposta das pós-larvas a determinada densidade pode ser fortemente influenciado pela disponibilidade de alimento em seu ambiente, como visto por diversos autores (Daniels *et al.*, 1996; Baskerville-Bridges e Kling, 2000; Dou *et al.*, 2003).

Levando-se em consideração a escassez de estudos sobre a larvicultura do surubim e a importância da densidade de estocagem durante o cultivo inicial de peixes, este estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento de pós-larvas de surubim estocadas em cinco densidades de cultivo 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 (SC) 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 pós-larvas (PL) obtidas a partir de reprodução induzida utilizando-se o protocolo descrito por Zaniboni Filho e Barbosa (1996).

Os ovos foram incubados em incubadoras de 200 litros, com formato de funil e mantidos com fluxo de água constante e um fotoperíodo natural. Após a eclosão, as larvas foram observadas com auxílio de lupa para a verificação da abertura da boca. As pós-larvas apresentando comprimento total médio (\pm erro padrão) de $4,45 \pm 0,03$ mm e peso médio de $0,57 \pm 0,04$ mg foram transferidas para aquários plásticos de coloração branca com formato circular e volume útil de 5 litros, providos de aeração e água salinizada a 5‰, que foram utilizados como unidades experimentais, em sistema fechado sem recirculação e mantidos em ambiente sem luz.

Cinco densidades de estocagem foram utilizadas como tratamentos: 15 PL/litro (D15), 35 PL/litro (D35), 55 PL/litro (D55), 75 PL/litro (D75) e 95 PL/litro (D95), distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições.

As pós-larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* numa proporção de 500 náuplios/PL/dia, distribuídos em 6 alimentações em intervalos de quatro horas, com início às 8:00h.

Durante o período experimental foram monitorados diariamente: a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido da água, nos períodos da manhã e da tarde com um oxímetro YSI-55, o pH, no período da tarde, com um peagômetro YSI-60 e as concentrações de amônia total e de nitrito, no período da tarde com o uso de métodos colorimétricos (LabCon Test, Camboriú, SC, Brasil). De acordo com a temperatura, pH e salinidade, calculou-se a concentração de amônia não ionizada (NH_3) a partir da amônia total, segundo a equação de Johansson e Wedborg (1980) *apud* Lemarie *et al.* (2004).

As unidades experimentais foram sifonadas diariamente, no período da tarde, após a aferição dos parâmetros de qualidade de água, utilizando-se mangueira fina e tela de 0,2 mm até a retirada de 40% do volume de água para efeito de renovação.

No 5º dia após o início do experimento, foi realizada a aferição da sobrevivência através da contagem total do número de pós-larvas. No 10º dia, o estudo foi encerrado e todas as pós-larvas de cada unidade experimental foram preservadas em formol 4% para posterior biometria.

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

A nomenclatura utilizada neste estudo é descrita por Zaniboni Filho (2000) e usualmente utilizada por produtores brasileiros, onde o termo pós-larva indica a fase em que a larva iniciou a alimentação exógena.

Resultados

A sobrevivência não esteve relacionada à densidade de estocagem no 5º dia ($P>0,05$). Os tratamentos apresentaram sobrevivência média acima de 70% com exceção de D55 (Tabela 1).

Ao final do período experimental (10º dia), a sobrevivência apresentou tendência de redução ($P<0,05$) com o aumento da densidade de estocagem (Figura 1). Os valores médios estão apresentados na Tabela 1.

Com relação ao crescimento, não se verificou uma relação entre a densidade de estocagem e as variáveis peso e comprimento total ($P>0,05$). Os valores médios estão apresentados na Tabela 1.

Através da análise das relações peso-comprimento, verificou-se haver uma elevada heterogeneidade das pós-larvas na densidade de 55 PL/litro, que diferenciou-se do padrão verificado para os outros tratamentos. Estas relações estão representadas na Figura 2.

Com relação ao alimento fornecido, verificou-se haver, através de observações visuais, disponibilidade de alimento vivo em todas as densidades testadas durante o período experimental.

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, 1990), com médias (\pm erro padrão) de $24,50\pm 0,08$ e $25,00\pm 0,08$ °C para a temperatura 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/litro para as concentrações de oxigênio dissolvido pela manhã e pela tarde, respectivamente. As concentrações de amônia não ionizada (NH_3) e de nitrito (NO_2^-), no entanto, apresentaram relação diretamente proporcional ao aumento da densidade de estocagem (Figura 3).

Tabela 1. Médias (\pm erro padrão) da sobrevivência ao 5º e ao 10º dia e do peso e comprimento totais ao 10º dia, de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes densidades de estocagem. D (Densidade de estocagem).

Tratamentos	5º dia		10º dia	
	Sobrevivência (%)	Sobrevivência (%)	Peso (mg)	Comprimento (mm)
D15	80,7 \pm 14,0	52,0 \pm 9,3	5,1 \pm 1,4	9,4 \pm 0,5
D35	70,1 \pm 3,1	24,4 \pm 4,6	3,9 \pm 0,7	9,1 \pm 0,4
D55	48,9 \pm 12,5	12,0 \pm 2,9	4,1 \pm 0,1	9,7 \pm 0,1
D75	83,3 \pm 5,3	14,0 \pm 2,5	3,8 \pm 0,5	8,9 \pm 0,3
D95	71,9 \pm 6,1	9,8 \pm 1,1	3,8 \pm 0,1	9,3 \pm 0,2

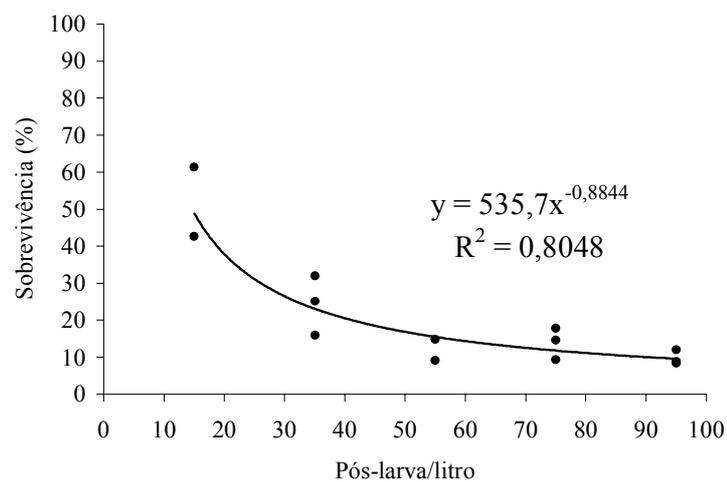


Figura 1. Sobrevivência (%) de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes densidades de estocagem ao 10º dia de cultivo.

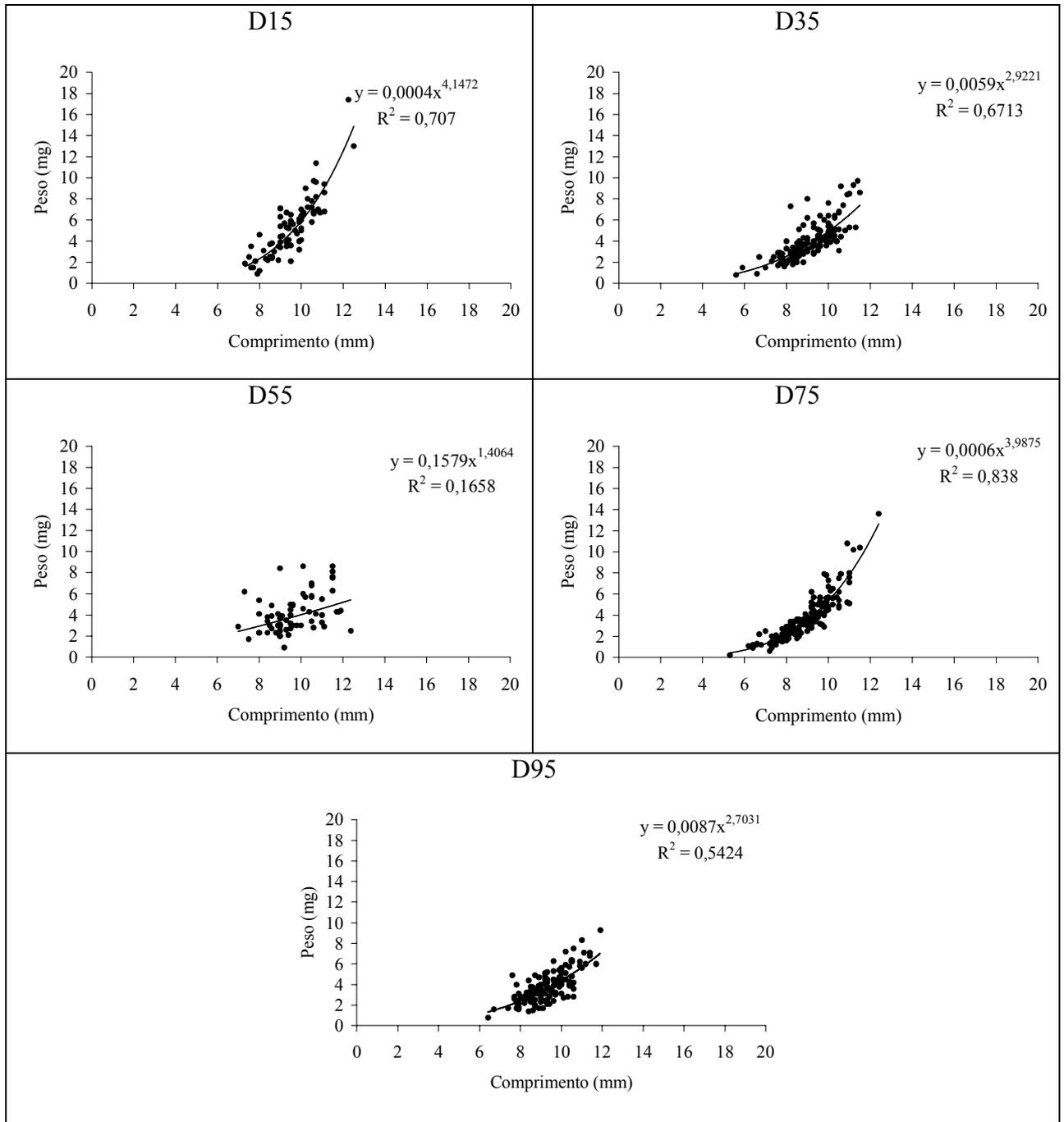


Figura 2. Relações peso-comprimento das pós-larvas (PL) de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes densidades de estocagem ao 10º dia de cultivo: D15 (15PL/litro); D35 (35PL/litro); D55 (55PL/litro); D75 (75PL/litro); D95 (95PL/litro).

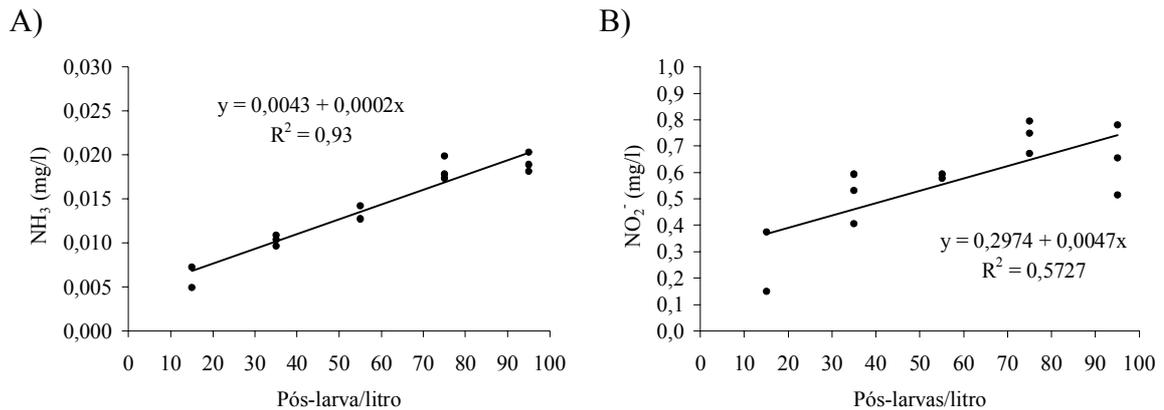


Figura 3. Concentrações de compostos nitrogenados na água de cultivo de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, cultivadas em diferentes densidades de estocagem no 10º dia de cultivo. A) concentração de amônia não ionizada (mg/litro de NH₃). B) concentração de nitrito (mg/litro de NO₂⁻).

Discussão

O mecanismo de resposta dos peixes a uma determinada densidade de estocagem, pode ser fortemente influenciado pela quantidade de alimento adequado à espécie em seu ambiente e pela manutenção da qualidade de água, podendo influenciar o crescimento e a sobrevivência (Daniels *et al.*, 1996; Lopes *et al.*, 1996; Baskerville-Bridges e Kling, 2000; Dou *et al.*, 2003).

No presente estudo, os valores de sobrevivência no 5º dia demonstraram a adequação dos náuplios de *Artemia* como alimento vivo para as pós-larvas de surubim. Lopes *et al.* (1996) registraram que as pós-larvas desta espécie têm preferência por organismos maiores que os rotíferos desde o primeiro dia de alimentação. Segundo Bastos Filho *et al.* (1996), durante o cultivo de pós-larvas de surubim alimentadas com o rotífero *Brachionus plicatilis* na proporção de 5000 organismos/PL/dia em sistema fechado, uma sobrevivência menor (32% ao 5º dia de cultivo) que as registradas no presente estudo é obtida, mesmo que o alimento seja fornecido em elevada proporção.

Além de um alimento adequado à espécie, a quantidade fornecida às pós-larvas de surubim tem influência direta sobre a sobrevivência. Lopes *et al.* (1996) registraram uma sobrevivência de 9,63% para pós-larvas de surubim cultivadas por cinco dias com qualidade de água satisfatória. A quantidade de náuplios de *Artemia* fornecido por estes autores foi 12 vezes menor que a do presente estudo, o que justifica a menor sobrevivência obtida mesmo com o fornecimento de organismos zooplânctônicos associados aos náuplios de *Artemia* naquele estudo.

Ainda com relação ao 5º dia, a sobrevivência não apresentou relação com a densidade de estocagem. Esta tendência também foi verificada por diversos autores, em diferentes faixas estudadas e em diferentes sistemas e períodos de cultivo, por Hatzathanasiou *et al.* (2002) em sistema aberto e Kestemont *et al.* (2003) em sistema fechado de recirculação, para pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* ao início da alimentação e alimentadas com presas vivas por um período de 30 dias (50 a 200 PL/litro), como também por Pereira e Nuñez (2003) durante o cultivo de pós-larvas de *Brycon orbignyianus* por 5 dias em densidades de 5 a 25 PL/litro (sistema fechado sem recirculação).

A tendência observada para a sobrevivência ao 10º dia, provavelmente esteve relacionada com a densidade de estocagem e ao excesso de alimento que produziram um aumento das concentrações de amônia não ionizada e de nitrito na água de cultivo. Este fato pode explicar a acentuada redução da sobrevivência a partir da densidade de 15 PL/litro.

A toxicidade da amônia para peixes e outros organismos aquáticos é atribuída principalmente ao NH_3 , a forma não-ionizada (Foss *et al.*, 2003). Segundo estes autores, em sistemas de cultivo de 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/litro, como registrado para *Oncorhynchus mykiss* (Arillo *et al.*, 1981 *apud* Foss *et al.*, 2003). No presente estudo, valores maiores que 0,02 mg/l de NH_3 foram registrados para as densidades maiores que 15 PL/litro. Fivelstad *et al.* (1993) recomendaram se evitar valores maiores que 0,019 mg/l de NH_3 para *Salmo salar* devido as alterações produzidas pela amônia a nível plasmático.

O nitrito (NO_2^-) também pode alcançar concentrações tóxicas em sistemas aquícolas de altas densidades sendo que a 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). Valores de 1 a 1,75 mg/litro de NO_2^- foram freqüentemente registrados para densidades acima de 15 PL/litro. Vários autores verificaram efeitos negativos sobre a sobrevivência de pós-larvas de peixes de água doce para valores que variaram de 1 a 2,5 mg/litro (Korwin-Kossakowski e Myszkowski, 1995; Alcaraz e Spina 1997; Costa *et al.*, 2004). Tavares (1994) afirma que a faixa de tolerância de peixes à concentração de NO_2^- é de no máximo 0,5 mg/litro, o que pode ter afetado a sobrevivência de pós-larvas de *Rhamdia quelen* em sistema de recirculação (Behr *et al.*, 1999). Valores maiores que 0,5 mg/litro foram registrados em todas as densidades, com freqüência acima de 70% de ocorrência nas densidades maiores que 15 PL/litro. É possível que o efeito negativo do nitrito sobre as pós-larvas de surubim não tenha sido, ainda mais prejudicial, devido a ocorrência de um aumento na resistência das pós-larvas a sua toxicidade, fato que se deve ao aumento da concentração de cloretos (Korwin-Kossakowski e Myszkowski, 1995; Jensen, 2003).

A sobrevivência registrada na densidade de 15 PL/litro ao 10º dia, de 52,0±9,3% (média ± erro padrão), foi maior que a observada por Catharin (2003) para pós-larvas de surubim em condições similares de alimentação e sistema de cultivo. Este autor registrou a maior sobrevivência (50% ao 7º dia) na densidade de 40 PL/litro e não registrou uma relação direta entre a densidade de estocagem e a sobrevivência em uma faixa de 5 a 80 PL/litro, o que provavelmente está ligado a uma adequada qualidade da água. Este autor aumentou a freqüência de renovações da água de cultivo quando o alimento passou a ser fornecido na mesma proporção que no presente estudo.

A maior sobrevivência obtida no presente estudo, foi considerada satisfatória para um sistema fechado sem recirculação. Behr (1997) em condições semelhantes de alimentação, porém, em sistema com renovação contínua de água, obteve uma sobrevivência média de 65,6% após 8 dias de alimentação. Também em sistema de renovação contínua de água, Inoue *et al.* (2003) relataram que durante os primeiros 10 dias de cultivo, as pós-larvas de surubim são cultivadas em uma densidade de 15 PL/litro, nas mesmas condições de alimentação e de salinidade que no presente estudo. A sobrevivência (50 a 80%) registrada por estes autores corresponde à obtida ao 20º dia, período em que as pós-larvas já estão se alimentando com organismos maiores.

Tendência semelhante ao presente estudo quanto a sobrevivência das pós-larvas ao 10º dia, foi relatada por diversos autores em diferentes faixas de densidade de estocagem e em diferentes sistemas e períodos de cultivo, como registrado para pós-larvas de *Stizostedion vitreum* ao início da alimentação e cultivadas por um período de 21 dias em sistema aberto, em densidades de 20 a 60 PL/litro (Moore *et al.*, 1994) e para pós-larvas de *Pimelodus maculatus* cultivadas por um período de cinco dias em sistema fechado sem recirculação e densidades entre 5 e 30 PL/litro, onde a ausência de uma relação semelhante ao presente estudo, quanto à qualidade de água, provavelmente foi devido às menores densidades testadas (Luz e Zaniboni Filho, 2002). Estes

autores concluíram que um aumento na densidade de estocagem produziu um aumento no canibalismo, com redução da sobrevivência, como também registrado por El-Sayed (2002) para pós-larvas de *Oreochromis niloticus* (ao início da alimentação) cultivadas em densidades de 3 a 20 PL/litro em sistema de recirculação e por López e Sampaio (2000), ao estudarem pós-larvas de *Lophiosilurus alexandri* (Pimelodidae) com 15 dias após a eclosão em sistema aberto.

Durante o presente estudo, não se observou um comportamento canibal entre as pós-larvas, o que provavelmente se deve a disponibilidade constante de alimento vivo para todos os tratamentos. Segundo Behr (1997), o canibalismo embora presente nas várias fases de larvicultura do surubim, está na dependência direta da oferta de alimento adequado, conforme observou ao testar diferentes dietas com melhor resultado para os náuplios de *Artemia*.

A disponibilidade de alimento pode ter colaborado também, para a ausência de uma relação entre a densidade de estocagem e as variáveis peso e comprimento total. Catharin (2003) também não relatou uma relação entre a densidade de estocagem e a variável peso ao 7º dia.

A análise das relações peso-comprimento sugerem a ocorrência de um comportamento diferenciado das pós-larvas na densidade intermediária de 55 PL/litro, em relação às aquelas estocadas nas mais baixas e nas mais elevadas densidades. Entretanto não foi possível determinar este padrão de comportamento, visto que as pós-larvas encontravam-se em um ambiente sem luminosidade. Este tratamento, também diferenciou-se claramente do padrão de sobrevivência obtido no 5º dia, com a menor sobrevivência.

O efeito da deterioração da qualidade de água sobre a sobrevivência e da disponibilidade de alimento vivo sobre crescimento, também foi registrado por outros autores. Baskerville-Bridges e Kling (2000) em estudo com pós-larvas de *Gadus morhua* na fase inicial de alimentação, verificaram que a falta de alimento, produziu um menor crescimento das pós-larvas na maior densidade testada (faixa testada: 50 a 300 PL/litro), o que não ocorreu quando o alimento deixou de ser um fator limitante. Em contrapartida, houve deterioração da qualidade de água e aumento significativo da mortalidade, onde a amônia teria sido a principal causa. Da mesma forma, Dou *et al.* (2003) em estudo com pós-larvas de *Paralichthys olivaceus* durante a fase de alimentação com *Artemia*, relataram que independentemente da variável associada (abrigo, luz ou densidade de presa), a falta de alimento prejudicou o crescimento das pós-larvas nas maiores densidades (faixa estudada: 5 a 15 PL/litro). Neste 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 adequada qualidade de água e de excesso de alimento fornecido, não registraram uma diferença significativa para a sobrevivência e para o crescimento de pós-larvas de *Paralichthys lethostigma* (faixa estudada: 10 a 80 PL/litro) ao início da alimentação, diferença que só foi registrada para o crescimento quando o alimento foi escasso durante a fase de metamorfose, com melhor desempenho nas menores densidades.

Conclusão

Os resultados demonstraram redução da sobrevivência das pós-larvas de surubim em densidades maiores do que 15 PL/litro, o que se deve ao superpovoamento e à elevação das concentrações de amônia não ionizada e de nitrito na água de cultivo.

Além disso, a ausência de uma influência da densidade sobre o crescimento pode ser explicada pela quantidade de alimento, que sempre esteve disponível.

Verificou-se que a densidade de 15 PL/litro promoveu uma maior sobrevivência e manteve melhores condições de qualidade de água.

Referências Bibliográficas

ALCARAZ, G.; ESPINA, S. Scope for growth of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella* exposed to nitrite. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 116C, n.1, p. 85–88, 1997.

- BALDISSEROTTO, B. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria: Editoraufsm, 2002, p. 147 – 152.
- BARCELLOS, L. J. G.; SOUZA, S. M. G. de; WOEHL, V. M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). *Boletim do Instituto de Pesca*, 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*, v. 181, p. 61-69, 2000.
- BASTOS FILHO, R. A. et al. Estudos preliminares da larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces: Pimelodidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9, 1996, Sete Lagoas. *Resumos....* Sete Lagoas: Associação Brasileira de Aquicultura – ABRAq, p. 110.
- BEHR, E. R. *Efeitos de diferentes dietas sobre a sobrevivência e crescimento das larvas de Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces: Pimelodidae). 1997. f. 36 Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Curso de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, 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 Scientiarum*, v. 21, n. 2, p. 325-330, 1999.
- BOYD, C. E. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama: Birmingham Publishing, 1990. p. 147, 153.
- 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, p. 255 – 258.
- CATHARIN, M. C. *Densidade de estocagem na larvicultura intensiva do pintado Pseudoplatystoma coruscans* (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*). *Boletim Técnico do Cepta*, v.14, p. 1-18, 2001.
- COSTA, O. T. F. da. et al. Susceptibility of the Amazonian fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminae), to short-term exposure to nitrite. *Aquaculture*, v. 232, p. 627-636, 2004.
- CURY, M. X. Cultivo de pintado e cachara. *Revista Panorama da Aquicultura*. v. 2, n. 13, p. 8 - 9, setembro/outubro, 1992.
- DANIELS, H. V. et al. Effects of stocking density, salinity, and light intensity on growth and survival of Southern flounder *Paralichthys lethostigma* larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*, 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*, 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*). *Aquaculture Research*, 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. *Aquaculture International*, 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*, 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*, v. 163, p. 63–72, 1998.
- 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*, v. 205, p. 89-102, 2002.
- HILMY, A. M. et al. Acute and chronic toxicity of nitrite to *Clarias lazera*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 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*, v. 220, p. 515-523, 2003.
- INOUE, L. A. K. A. et al. A larvicultura e a alevinagem do pintado e do cachara. *Revista Panorama da Aqüicultura*, v. 13, n. 76, p. 15 - 21, março/abril, 2003.
- JENSEN, F. B. Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. Review. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Part A, v. 135, p. 9 -24, 2003.
- JOBLING, M. *Fish Bionergetics*. London: Chapman & Hall, 1994.
- KESTEMONT, P. et al. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture*, 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*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 31, n. 3, p. 436-445, 2000.
- KORWIN-KOSSAKOWSKI, M.; MYSZKOWSKI, L. Effect of nitrite on growth of carp *Cyprinus carpio* L. larvae. In: LARVI' 95 – FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM, 1995, Gent. *Anais....* Gent: European Aquaculture Society, Special Publication, n. 24, p. 402-404.
- LEMARIE, G. et al. Effect of chronic ammonia exposure on growth of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, v. 229, p. 479-491, 2004.

- LEU, M. Y.; CHOU, Y.H. Induced spawning and larval rearing of captive yellowfin porgy, *Acanthopagrus latus* (Houttuyn). *Aquaculture*, v. 143, p. 155-166, 1996.
- LOPES, M. C. et al. Alimentação de larvas de surubim pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (AGASSIZ, 1829) em laboratório, na primeira semana de vida. *Boletim Técnico do CEPTA*, 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 Scientiarum*, v. 22, n. 2, p. 491-494, 2000.
- LUZ, R. K.; ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 2, p. 560-565, 2002.
- MIRANDA, M. O. T.; RIBEIRO, L. P. Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 43-56.
- MOORE, A. et al. Influence of stocking densities on walleye fry viability in experimental and production tanks. *The Progressive Fish Culturist*, v. 56, p. 194-201, 1994.
- MURAI, T. High-density rearing of channel catfish fry in shallow troughs. *The Progressive Fish Culturist*, 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 Scientiarum*, v. 25, p. 55-61, 2003.
- RIBEIRO, L. P.; MIRANDA, M. O. T. Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. 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 Scientiarum*, v. 21, n. 3, p. 619-625, 1999.
- SOUZA, A. B. et al. Análise cromossômica do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* das bacias dos rios São Francisco e Paraguai. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 57-68.
- TAVARES, L. H. S. *Limnologia aplicada à aqüicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.
- TOMASSO, J. R. Comparative toxicity of nitrite to freshwater fishes. *Aquatic Toxicology*, v. 8, p.129-137, 1986.
- WISE, D. J.; TOMASSO, J. R. Acute toxicity of nitrite to red drum *Sciaenops ocellatus*: effect of salinity. *Journal of the World Aquaculture Society*, 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. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 56, n. 4, p. 655-659, 1996.

ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura de peixes de água doce. *Informe Agropecuário*, v. 21, n. 203, p. 69-77, 2000.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

**Sobrevivência e crescimento de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*,
(Pisces, Pimelodidae): efeito do fotoperíodo**
**Survival and growth of surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae)
post-larvae: effect of photoperiod**

Título Resumido: Efeito do fotoperíodo na larvicultura de *Pseudoplatystoma corruscans*
 Rodrigo Campagnolo¹, Alex Pires de Oliveira Nuñez^{1*}

¹*Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD) – Departamento de Aqüicultura – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Santa Catarina*
Telefone/Fax: (48) 389 5216. campagnolor@ibest.com.br, apon@cca.ufsc.br

**Autor para correspondência*

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a sobrevivência e o crescimento de pós-larvas (PL) de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, submetidas a quatro fotoperíodos: LE (Luz:Escuro) 0:24, LE 10:14, LE 14:10 e LE 24:0, cada um com três repetições. Utilizou-se água salinizada (5‰) e uma densidade de 15 PL/litro. As pós-larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* numa proporção de 500 náuplios/PL/dia. Na metade do experimento (5º dia), a sobrevivência apresentou relação inversamente proporcional ao aumento do fotoperíodo. Entre o 5º e o 10º dia, houve tendência de maior sobrevivência nos fotoperíodos intermediários. Sendo assim, registraram-se sobrevivências semelhantes no intervalo entre LE 0:24 e LE 14:10 ao 10º dia. Com relação ao crescimento em peso, houve uma tendência de melhor desempenho das pós-larvas submetidas aos fotoperíodos intermediários. Os resultados indicaram a ocorrência de fases distintas quanto à exigência de fotoperíodo durante o cultivo inicial.

Palavras-chave: Pseudoplatystoma corruscans, surubim, pós-larvas, fotoperíodo, sobrevivência, crescimento.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the survival and the growth of surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, post-larvae (PL) submitted to four photoperiods: LD (Light:Dark) 0:24, LD 10:14, LD 14:10 and LD 24:0, in a brackish water (5‰) culture. Post-larvae were fed with *Artemia* nauplii in a 500 nauplii/PL/day ratio. On the fifth day survival presented relationship inversely proportional to the photoperiod increase. Between the fifth and the tenth day intermediate photoperiods presented tendency to better survival. Similar survival were recorded between LD 0:24 and LD 14:10 interval at tenth day. Growth in weight seemed to be better in intermediate photoperiod. The results suggested the occurrence of distinct phases during the initial cultivation.

Key words: Pseudoplatystoma corruscans, surubim, post-larvae, photoperiod, survival, growth.

Introdução

A maioria dos ritmos biológicos fundamentais na natureza está relacionada à periodicidade da luz, sendo que muitos animais, inclusive os peixes, exibem um ciclo de 24 horas nas suas atividades (Boeuf e Le Bail, 1999). Este ciclo dita o ritmo alimentar que é característico de cada espécie e pode ser classificado em diurno, noturno ou diuturno (Zavala-Camin, 1996).

O mecanismo pelo qual o ritmo de alimentação é regulado e que produz efeitos sobre o crescimento não está completamente elucidado. O que se sabe é que o fotoperíodo pode influenciar a liberação de diversos hormônios e produzir efeitos sobre o desenvolvimento e o desempenho das pós-larvas de peixes (Hart *et al.*, 1996; Boeuf e Le Bail, 1999). Entretanto, freqüentemente ocorre que o fotoperíodo ótimo para o crescimento não é o mesmo para a sobrevivência (Boeuf e Le Bail, 1999; Fielder *et al.*, 2002).

As exigências de fotoperíodo são específicas para cada espécie, sendo que os efeitos positivos sobre o crescimento e/ou a sobrevivência podem ocorrer em presença contínua de luz (Duray e Kohno, 1988; Hart *et al.*, 1996; Chatain e Ounais-Guschemann, 2001; Reynalte-Tataje *et al.*, 2002; Dou *et al.*, 2003; Moustakas *et al.*, 2004), em fotoperíodos intermediários, onde ocorrem períodos de luz e de escuro alternadamente (Fuchs, 1978; Barahona-Fernandes, 1979; Martin-Robichaud e Peterson, 1998; Cerqueira e Chatain, 2001; Tuckey e Smith, 2001; Trotter *et al.*, 2003; Solbakken e Pittman, 2004) e também sob a ausência contínua de luz, o que geralmente ocorre para peixes Siluriformes (Woynarovich e Horváth, 1983; Appelbaum e Mcgeer *et al.*, 1998; Behr *et al.*, 1999; Piaia *et al.*, 1999; Baldisserotto, 2002), apesar de algumas exceções terem sido relatadas (Nwosu e Holzlöhner, 2000; Giri *et al.*, 2002). Tais exigências variam ainda com os estágios de desenvolvimento ontogenético (Barlow *et al.*, 1995; Fielder *et al.*, 2002; Puvanendran e Brown, 2002; Kestemont *et al.*, 2003).

O surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* Spix e Agassiz (1829), desponta como uma das melhores espécies nativas para a piscicultura (Cury, 1992; Ribeiro e Miranda, 1997; Inoue *et al.*, 2003), entretanto, estudos relacionados a sua fase de larvicultura ainda são escassos.

Considerando-se a adequação do surubim ao cultivo e a importância do fotoperíodo durante o cultivo inicial de peixes, este estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento em comprimento e em peso de pós-larvas submetidas a diferentes fotoperíodos.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no mês de dezembro de 2002, na Estação de Piscicultura de São Carlos, localizada no município de São Carlos (SC) 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 pós-larvas (PL) obtidas a partir de reprodução induzida utilizando-se o protocolo descrito por Zaniboni Filho e Barbosa (1996).

Os ovos foram incubados em incubadoras de 200 litros, com formato de funil e mantidos com fluxo de água constante e um fotoperíodo natural. Após a eclosão, as larvas foram observadas com auxílio de lupa para a verificação da abertura da boca. Neste momento as pós-larvas apresentando comprimento total médio (\pm erro padrão) de $4,45 \pm 0,03$ mm e peso médio de $0,57 \pm 0,04$ mg foram transferidas para aquários plásticos de cor branca, com formato circular e volume útil de 5 litros, providos de aeração e água salinizada a 5‰, utilizados como unidades experimentais em sistema fechado sem recirculação. A densidade de estocagem utilizada foi de 15 PL/litro.

Quatro fotoperíodos foram utilizados como tratamentos: LE (Luz:Escuro) 0:24, LE 10:14, LE 14:10 e LE 24:0, cada um com três repetições distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso.

As pós-larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* numa proporção de 500 náuplios/PL/dia, distribuídos em 6 alimentações em intervalos de quatro horas, com início às 8:00h.

Durante o período experimental foram monitorados a temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido da água, duas vezes ao dia nos períodos da manhã e da tarde com um oxímetro YSI-55, o pH, uma vez ao dia no período da tarde, com um peagômetro YSI-60 e as concentrações de amônia total e de nitrito uma vez a cada dois dias, no período da tarde com o uso de métodos colorimétricos (LabCon Test, Camboriú, SC, Brasil).

As unidades experimentais foram sifonadas diariamente, no período da tarde, após a aferição dos parâmetros de qualidade de água, utilizando-se mangueira fina e tela de 0,2 mm até a retirada de 40% do volume de água para efeito de renovação.

No 5º dia após o início do experimento, foi realizada a aferição da sobrevivência através da contagem total do número de pós-larvas. No 10º dia, o estudo foi encerrado e todas as pós-larvas de cada unidade experimental foram preservadas em formol 4% para biometria posterior.

A sobrevivência também foi calculada entre o 5º e o 10º dia tomando-se como base o número de sobreviventes do 5º dia, ou seja: $S = [(N_{10}/N_5)100]$ onde: S é a sobrevivência (%) entre o 5º e o 10º dia, N_{10} é o número de sobreviventes no 10º dia e N_5 é o número de sobreviventes no 5º dia.

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

A nomenclatura utilizada neste trabalho para espécies nativas do Brasil é descrita por Zaniboni Filho (2000) e usualmente utilizada por produtores brasileiros, onde o termo pós-larva (PL) indica a fase em que a larva iniciou a alimentação exógena.

Resultados

Os valores para a temperatura, pH, concentrações de oxigênio dissolvido, amônia total e nitrito, foram semelhantes entre os tratamentos e estiveram dentro dos valores aceitáveis para o cultivo de peixes (Boyd, 1990), com médias (\pm erro padrão) de $25,38 \pm 0,09$ e de $26,01 \pm 0,05$ °C para as temperaturas da manhã e da tarde respectivamente, de $7,46 \pm 0,01$ para o pH, de $7,7 \pm 0,01$ e de $7,36 \pm 0,02$ mg/litro para as concentrações de oxigênio dissolvido pela manhã e pela tarde respectivamente, de $0,31 \pm 0,01$ mg/litro para a amônia total e de $0,22 \pm 0,02$ mg/litro para o nitrito.

No 5º dia após o início do experimento, a sobrevivência apresentou relação ($P < 0,05$) inversamente proporcional ao aumento do fotoperíodo (Figura 1). As médias são apresentadas na Tabela 1.

Entre o 5º e o 10º dia a sobrevivência apresentou tendência de estabilização ($P < 0,05$) nos fotoperíodos intermediários e de redução nos fotoperíodos extremos (Figura 2).

No 10º dia, como no 5º, a sobrevivência também apresentou tendência de redução ($P < 0,05$) com o aumento do período de luz, entretanto, esta redução foi menos acentuada (Figura 3). As médias são apresentadas na Tabela 1.

O crescimento em peso apresentou relação com o fotoperíodo ($P < 0,05$), com tendência de melhor desempenho nos fotoperíodos intermediários (Figura 4). Para o comprimento total, não se verificou tal relação ($P > 0,05$). As médias são apresentadas na Tabela 1.

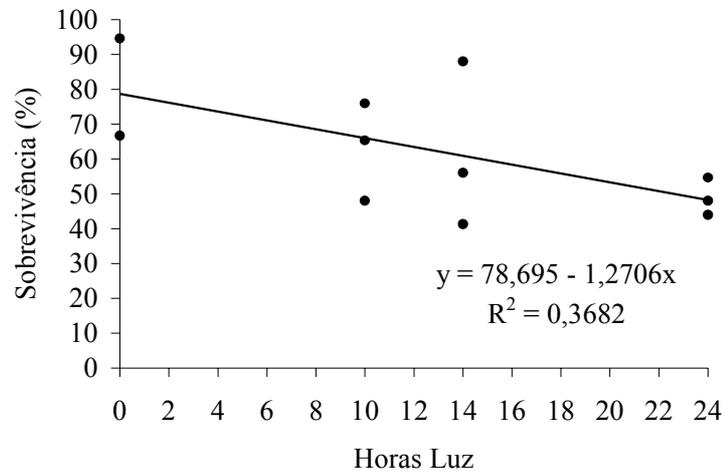


Figura 1. Sobrevivência (%) de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes fotoperíodos no 5º dia de cultivo.

Tabela 1. Médias (\pm erro padrão) da sobrevivência ao 5º e ao 10º dia e do peso e comprimento totais ao 10º dia, de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes fotoperíodos. LE (Luz:Escuro)

Tratamentos	5º dia		10º dia	
	Sobrevivência (%)	Sobrevivência (%)	Peso (mg)	Comprimento (mm)
LE 0:24	80,7 \pm 14,0	52,0 \pm 9,3	5,1 \pm 1,4	9,5 \pm 0,5
LE 10:14	63,1 \pm 8,2	42,7 \pm 6,1	6,5 \pm 0,6	9,7 \pm 0,3
LE 14:10	61,8 \pm 13,8	46,7 \pm 10,9	7,1 \pm 0,7	10,0 \pm 0,2
LE 24:0	48,9 \pm 3,1	15,1 \pm 5,9	3,8 \pm 0,8	8,9 \pm 0,4

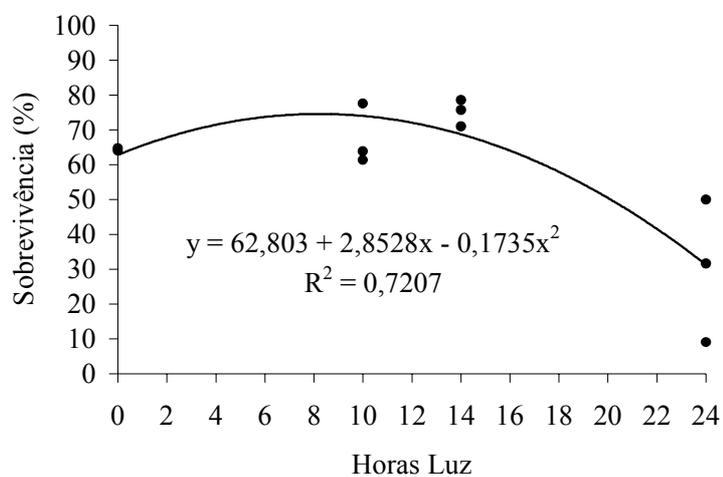


Figura 2. Sobrevivência (%) de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes fotoperíodos entre o 5º e o 10º dia de cultivo.

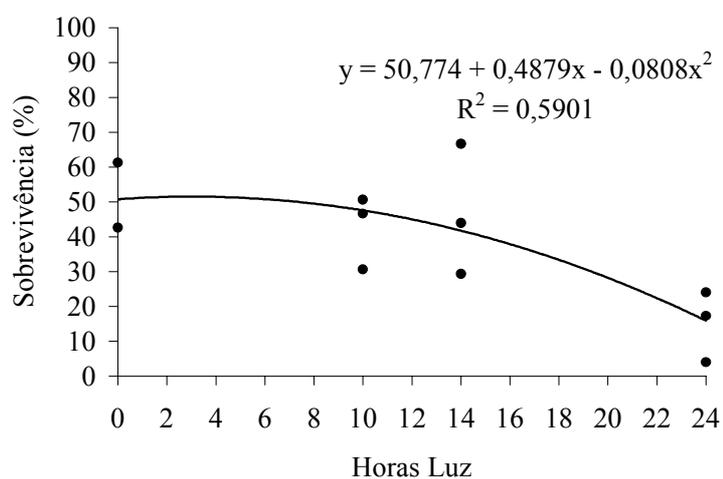


Figura 3. Sobrevivência (%) de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes fotoperíodos no 10º dia de cultivo.

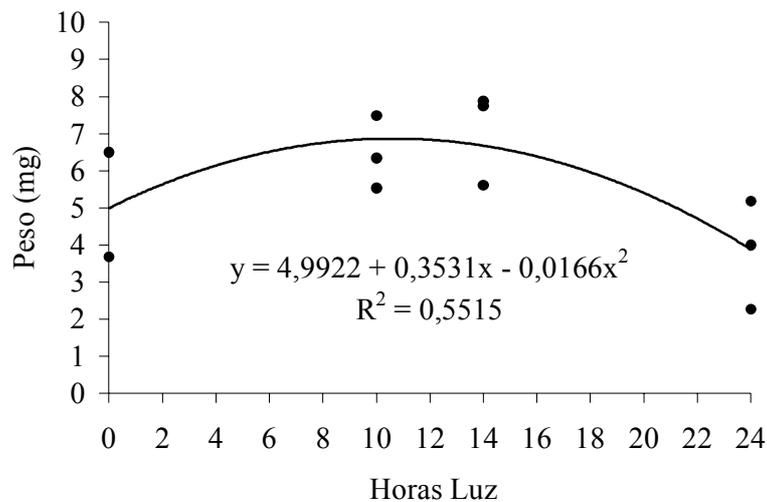


Figura 4. Peso total (mg) de pós-larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes fotoperíodos no 10º dia de cultivo.

Discussão

O fotoperíodo pode influenciar a liberação de diversos hormônios e produzir efeitos sobre o crescimento e a sobrevivência de larvas de peixes (Boeuf e Le Bail, 1999).

Os resultados de sobrevivência do presente estudo indicaram a ocorrência de fases distintas durante os primeiros 10 dias de alimentação das pós-larvas de surubim. As menores taxas registradas em LE 24:0 tanto para o 5º como para o 10º dia, podem ter sido produto da freqüente atividade natatória das pós-larvas de surubim, o que levaria a um maior gasto energético, estresse e conseqüente redução da sobrevivência. Isto também foi registrado na fase inicial de alimentação de pós-larvas de *Clarias gariepinus* (Appelbaum e Mcgeer, 1998), *Dicentrarchus labrax* (Cerqueira e Chatain, 2001) e *Paralichthys lethostigma* (Tuckey e Smith, 2001). Em estudo sobre o comportamento de *Clarias gariepinus*, Almazán-Rueda *et al.* (2004) registraram um aumento da atividade natatória e conseqüente estresse de juvenis em LE 24:0.

Segundo Ekström e Meissl (1997) o aumento da atividade natatória nos peixes teleósteos está associado a uma redução da melatonina, hormônio sintetizado pelo órgão pineal e que atinge níveis basais no plasma na presença de luz, sendo que no escuro seus níveis se elevam e atingem um valor máximo. Portanto, seus níveis se alteram segundo o ciclo diário de luz:escuro produzindo um ritmo denominado de estável. No entanto, em períodos de escuro contínuo, o ritmo de produção de melatonina se mantêm estável por algum tempo e após alguns dias diminui, como registrado para a maioria dos teleósteos, o que se deve à presença de um mecanismo interno de controle localizado no órgão pineal. Tal mecanismo de controle interno não ocorre em um regime de luz contínua.

O órgão pineal é classificado como um transdutor neuroendócrino, isto é, um órgão que converte impulsos luminosos em descarga hormonal (MED, 2004), apresentando um papel importante na produção de ritmos circadianos endógenos (Downing e Litvak, 2002) e influenciando o metabolismo durante a ontogenia inicial (Ekström e Meissl, 1997).

Ao se analisar a sobrevivência em LE 0:24, verificou-se uma taxa mais elevada ao 5º dia, seguida de uma redução até o final do período experimental (10º dia). Tal fato pode ser relacionado com a provável manutenção de um ritmo estável da produção de melatonina nos primeiros dias, produção esta que posteriormente poderia diminuir, como relatado para *Ictalurus punctatus*, que durante um período de total escuridão manteve um ritmo estável de produção por

4 dias (Bolliet *et al.*, 1996). É necessário destacar que, apesar de se registrar uma redução da sobrevivência após o 5º dia, a sobrevivência final foi adequada, se considerada a condição extrema em que as pós-larvas foram mantidas, o que poderia ter sido favorecido pelo uso dos barbilhões que auxiliariam a seleção e a detecção do alimento, como registrado para pós-larvas e juvenis de outros Siluriformes (Appelbaum e Mcgeer, 1998; Behr *et al.*, 1999; Piaia *et al.*, 1999; Nwosu e Holzlohner, 2000).

Com relação aos fotoperíodos intermediários, as taxas de sobrevivência consideradas satisfatórias ao 10º dia, mostraram que as pós-larvas de surubim podem ter sido beneficiadas pelo ciclo diário de luz:escuro, mantendo um ritmo estável na produção de melatonina. Melhores taxas de sobrevivência em fotoperíodos intermediários também foram registradas para outras espécies de pós-larvas ao início da alimentação (Barahona-Fernandes, 1979; Martin-Robichaud e Peterson, 1998; Cerqueira e Chatain, 2001; Tuckey e Smith, 2001; Solbakken e Pittman, 2004), inclusive para o Siluriformes *Heterobranchus longifilis* (Nwosu e Holzlohner, 2000).

As maiores sobrevivências registradas ao final do experimento no intervalo entre LE 0:24 e LE 14:10 foram similares às registradas em fotoperíodo natural para pós-larvas de surubim (de 50% ao 7º dia de cultivo) por Catharin (2003) e maiores que as registradas no 5º dia, de 32% e 9,63%, por Bastos Filho *et al.* (1996) e Lopes *et al.* (1996), respectivamente.

Em geral, as maiores sobrevivências obtidas foram consideradas satisfatórias, visto que se utilizou um sistema de cultivo fechado e sem recirculação. Em sistema aberto com renovação contínua de água e fotoperíodo de LE 16:8, Behr (1997) obteve uma sobrevivência média de 65,6% para pós-larvas de surubim alimentadas com náuplios de *Artemia* durante 8 dias de alimentação.

Com relação ao crescimento, o desempenho em peso das pós-larvas de surubim, tal como a sobrevivência no fotoperíodo LE 24:0, também pode ter sido prejudicado pelo elevado gasto energético e conseqüente estresse como foi registrado para pós-larvas de *Pagrus auratus* durante a fase de pós-inflação da vesícula gasosa (Fielder *et al.*, 2002). Por outro lado, se durante LE 0:24 as pós-larvas utilizaram os barbilhões em auxílio à alimentação, não tiveram luz para maximizar o crescimento, pois segundo Boeuf e Le Bail (1999), o efeito sinérgico da disponibilidade de alimento e de luz com a provável liberação de hormônios como a somatotropina e hormônios da tireóide, pode favorecer o crescimento das pós-larvas.

No presente estudo, registrou-se um melhor desempenho em peso nos fotoperíodos intermediários, o que pode ser devido ao benefício proporcionado pelo ciclo diário de luz:escuro.

Segundo Moustakas *et al.* (2004), além da liberação de hormônios favorecendo o crescimento, períodos de luz favorecem o desenvolvimento das habilidades de alimentação das pós-larvas devido à maior frequência de encontros entre a larva e a presa. Behr (1997) observou intensa atividade das pós-larvas de surubim ao final da tarde, período em que havia luz.

Os melhores resultados de crescimento obtidos no presente estudo para os fotoperíodos intermediários diferiram dos observados para alguns Siluriformes como em pós-larvas de *Clarias gariepinus* durante a fase inicial de alimentação (Appelbaum e Mcgeer, 1988) e para pós-larvas e alevinos de *Rhamdia quelen* (Behr *et al.*, 1999; Piaia *et al.*, 1999). Todos esses autores registraram o maior crescimento em LE 0:24. No entanto, foi registrado um maior crescimento com o aumento do fotoperíodo durante o cultivo inicial de pós-larvas de *Heterobranchus longifilis* (Nwosu e Holzlohner, 2000) e de *Wallago attu* (Giri *et al.*, 2002).

Mudança nas exigências de fotoperíodo durante o cultivo inicial de pós-larvas de peixes têm sido relatadas por vários autores. Barlow *et al.* (1995) trabalhando com *Lates calcarifer*, recomendaram um fotoperíodo LE 24:0 para a fase inicial de alimentação larval e uma redução desse fotoperíodo para os juvenis. Da mesma forma Fielder *et al.* (2002) recomendaram LE 12:12 para pós-larvas de *Pagrus auratus* durante a fase de primeira alimentação e LE 18:6 para pós-larvas durante a fase de pós-inflação da vesícula gasosa. Puvanendran e Brown (2002)

recomendaram LE 24:0 para pós-larvas de *Gadus morhua* durante os primeiros 28 dias de cultivo e a redução do fotoperíodo a partir desta fase. Kestemont *et al.* (2003) recomendaram LE 24:0 para pós-larvas de *Perca fluviatilis* e *Dicentrarchus labrax* durante o início da alimentação, com redução do fotoperíodo para as pós-larvas mais avançadas de *Perca fluviatilis* e LE 8:16 para as pós-larvas de *Dicentrarchus labrax* durante a fase de alimentação com *Artemia*.

Como se pode observar, a presença de luz contínua pode ser importante durante o cultivo inicial de algumas espécies de peixes, principalmente para peixes marinhos (Boeuf e Le Bail, 1999). Estes apresentam um desenvolvimento inicial mais lento do que os peixes de água doce (Houde, 1994) sendo que é provável que os fotorreceptores do órgão pineal também se desenvolvam mais lentamente, como ocorre com a pigmentação dos seus olhos (Boeuf e Le Bail, 1999). Considerando a completa pigmentação dos olhos das pós-larvas de surubim, que ocorre antes da abertura da boca (Nakatani *et al.*, 2001), o possível desenvolvimento precoce dos fotorreceptores do órgão pineal e as tendências registradas para a sobrevivência e para crescimento no presente estudo, é possível que os níveis de melatonina já estivessem sendo influenciados pelo ciclo diário de luz:escuro antes do início da alimentação, como registrado para embriões de *Danio rerio*, com a necessidade de presença de luz para desencadear o ritmo (Kazimi e Cahill, 1999).

Conclusão

Os resultados indicaram a ocorrência de fases distintas durante os primeiros dez dias de alimentação das pós-larvas de surubim, com melhor sobrevivência para as pós-larvas cultivadas em LE 0:24 durante os primeiros cinco dias, sendo que a partir deste período, a ausência contínua de luz não foi mais necessária.

Os fotoperíodos intermediários proporcionaram melhor crescimento em peso, o que demonstra a importância desta condição durante o cultivo inicial de pós-larvas de surubim.

Referências Bibliográficas

- ALMAZÁN-RUEDA, P.; SCHRAMA, J. W.; VERRETH, J. A. J. Behavioural responses under different feeding methods and light regimes of the african catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *Aquaculture*, v. 231, p. 347–359, 2004.
- APPELBAUM, S.; MCGEER, J. C. Effect of diet and light regime on growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae and early juvenile. *Aquaculture Nutrition*, v. 4, p. 157-164, 1998.
- BALDISSEROTTO, B. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria: Editoraufsm, 2002, p. 169 – 171.
- BARAHONA-FERNANDES, M. H. Some effects of light intensity and photoperiod on the sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax* (L.)) reared at the Centre Oceanologique de Bretagne. *Aquaculture*, v. 17, n. 4, p. 311-321, 1979.
- BARLOW, C. G. et al. Effects of photoperiod on growth, survival and feeding periodicity of larval and juvenile barramundi *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*, n. 138, p. 159-168, 1995.
- BASTOS FILHO, R. A. et al. Estudos preliminares da larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (PISCES: PIMELODIDAE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9, 1996, Sete Lagoas. *Resumos...* Sete Lagoas: Associação Brasileira de Aquicultura – ABRAq., p. 110.

- BEHR, E. R. *Efeitos de diferentes dietas sobre a sobrevivência e crescimento das larvas de Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz, 1829) (PISCES: PIMELODIDAE)*. 1997. f. 36 Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Curso de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, 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 Scientiarum*, v. 21, n. 2, p. 325-330, 1999.
- BOEUF, G., LE BAIL, P. Y. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, v. 177, p. 129-152, 1999.
- BOLLIET, V. et al. Rhythmic melatonin secretion in different teleost species: an in vitro study. *Journal of Comparative Physiology B*, n. 8, v.165, p. 677-683, 1996.
- BOYD, C. E. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama: Birmingham Publishing, 1990. p. 147, 153.
- CATHARIN, M. C. *Densidade de estocagem na larvicultura intensiva do pintado Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz, 1829)*. 2003. Monografia – Faculdade de Ciências e Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- CERQUEIRA, R. V.; CHATAIN, B. Photoperiodic effects on the growth and feeding rhythm of European seabass, *Dicentrarchus labrax*, larvae in intensive rearing. In: Larvi'01 – FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM, 2001, Oostende. *Anais....* Oostende: European Aquaculture Society, Special Publication, n. 30, p. 304-306.
- CHATAIN, B.; OUNAIS-GUSCHEMANN, N. The relationships between light and larvae of *Sparus aurata*. In: Larvi'01 – FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM, 2001, Oostende. *Anais....* Oostende: European Aquaculture Society, Special Publication, n. 30, p. 310-313.
- CURY, M. X. Cultivo de pintado e cachara. *Revista Panorama da Aqüicultura*. v. 2, n. 13, p. 8 - 9, setembro/outubro, 1992.
- DOU, S. et al. Identification of factors affecting the growth and survival of the settling Japanese flounder larvae, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, v. 218, p. 309-327, 2003.
- DOWNING, G.; LITVAK M. K. Effects of light intensity, spectral composition and photoperiod on development and hatching of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) embryos. *Aquaculture*, v. 213, p. 265–278, 2002.
- DURAY, M.; KOHNO, H. Effects of continuous lighting on growth and survival of first-feeding larval rabbitfish, *Siganus guttatus*. *Aquaculture*, v. 72, p. 73-79, 1988.
- EKSTRÖM, P.; MEISSL, H. The pineal organ of teleost fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v.7, p.199-284, 1997.

- FIELDER, D. S. et al. Effect of photoperiod on growth and survival of snapper *Pagrus auratus* larvae. *Aquaculture*, n. 211, p. 135-150, 2002.
- FUCHS, J. Effect of photoperiod on growth and survival during rearing of larvae and juveniles of sole (*Solea solea*). *Aquaculture*, v. 15, n. 1, p. 63-74, 1978.
- GIRI, S. S. et al. Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): effects of light, photoperiod and feeding regimes. *Aquaculture*, n. 213, p. 151-161, 2002.
- HART, P. R. et al. Effects of photoperiod, temperature and salinity on hatchery-reared larvae of the greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Günther, 1862). *Aquaculture*, n. 144, p. 303-311, 1996.
- HOUDE, E. D. Differences between marine and freshwater fish larvae: implications for recruitment. *ICES Journal Marine Science*, n. 51, p. 91-97, 1994.
- INOUE, L. A. K. A.; CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A. A larvicultura e a alevinagem do pintado e do cachara. *Revista Panorama da Aqüicultura*, v. 13, n. 76, p. 15 - 21, março/abril, 2003.
- KAZIMI, N.; CAHILL, G. M. Development of a circadian melatonin rhythm in embryonic zebrafish. *Developmental Brain Research*, v. 117, p. 47-52, 1999.
- KESTEMONT, P. et al. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture*, v. 227, p. 333-356, 2003.
- LOPES, M. C. et al. Alimentação de larvas de surubim pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (AGASSIZ, 1829) em laboratório, na primeira semana de vida. *Boletim Técnico do CEPTA*, v.9, n. 3, p. 11-29, 1996.
- MARTIN-ROBICHAUD, D. J.; PETERSON, R. H. Effects of light intensity, tank colour and photoperiod on swimbladder inflation success in larval striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). *Aquaculture Research*, v. 29, p. 539-547, 1998.
- MED. *Enciclopédia digital master milênio*. Disponível em: <<http://www.encyclopedia.com.br/MED2000/pedia98a/anat4fu8.htm>>. Acesso: 16 fevereiro 2004.
- MOUSTAKAS, C. Th. et al. Combined effects of photoperiod and salinity on growth, survival, and osmoregulatory ability of larval southern flounder *Paralichthys lethostigma*. *Aquaculture*, v. 229, p. 159-179, 2004.
- NAKATANI, k. et al. *Ovos e larvas de peixes de água doce*. Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUAM, 2001. p. 282-286.
- NWOSU, F. M.; HOLZLÖHNER, S. Effect of light periodicity and intensity on the growth and survival of *Heterobranchus longifilis* Val. 1840 (Teleostei: Clariidae) larvae after 14 days of rearing. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 16, p. 24-26, 2000.

- PIAIA, M.; et al. Growth and survival of fingerlings of silver catfish exposed to different photoperiods. *Aquaculture International*, v.7, p. 201-205, 1999.
- PUVANENDRAN, V.; BROWN, J. A. Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods. *Aquaculture*, n. 214, p. 131-151, 2002.
- REYNALTE-TATAJE, D. et al. Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 2, p. 439-443, 2002.
- RIBEIRO, L. P.; MIRANDA, M. O. T. Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 101-111.
- SOLBAKKEN, J.S.; PITTMAN, K. Photoperiodic modulation of metamorphosis in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, v. 232, p. 613-625, 2004.
- TROTTER, A. J. et al. Effects of photoperiod and light intensity on initial swim bladder inflation, growth and post-inflation viability in cultured striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae. *Aquaculture*, v. 224, p. 141-158, 2003.
- TUCKEY, L. M.; SMITH, T. I. J. Effects of photoperiod and substrate on larval development and substrate preference of juvenile Southern flounder, *Paralichthys lethostigma*. *Journal of Applied Aquaculture*, v.11 (1/2), p. 1-20, 2001.
- WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. *A propagação artificial de peixes de águas tropicais: Manual de Extensão*. Brasília: FAO/Codevasf/CNPq, 1983.
- ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N. D. C. Priming hormone administration to induce spawning of some Brazilian migratory fish. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 56, n. 4, p. 655-659, 1996.
- ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura de peixes de água doce. *Informe Agropecuário*, v. 21, n. 203, p. 69-77, 2000.
- ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.
- ZAVALA-CAMIN, L. A. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. Maringá: EDUEM, 1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos resultados obtidos

Os estudos mostraram que as pós-larvas de surubim podem ser cultivadas em laboratório durante a fase inicial de alimentação (10 dias), apresentando taxas satisfatórias de sobrevivência.

Com relação a densidade de estocagem, verificou-se que em densidades maiores que 15 PL/litro, as pós-larvas de surubim foram afetadas provavelmente, pela superpopulação juntamente com as concentrações críticas de amônia não ionizada e de nitrito na água de cultivo.

O fotoperíodo LE 0:24 proporcionou uma taxa adequada de sobrevivência das pós-larvas de surubim, principalmente até o 5º dia de cultivo, entretanto, os fotoperíodos intermediários proporcionaram boas taxas de sobrevivência e melhor desempenho das pós-larvas de surubim ao 10º dia.

Tais resultados indicaram a ocorrência de fases distintas quanto à exigência de fotoperíodo durante o cultivo inicial de pós-larvas de surubim.

De futuras pesquisas

Entre alguns dos muitos estudos que podem ser conduzidos futuramente com o surubim encontram-se:

Experimentos testando diferentes densidades de estocagem em sistemas de cultivo alternativos (de recirculação, por exemplo), que podem levar a melhores resultados quanto à sobrevivência e ao crescimento das pós-larvas de surubim, principalmente nas densidades mais elevadas, com vistas à manutenção da qualidade de água.

Experimentos que busquem melhorar as taxa de sobrevivência e de crescimento das pós-larvas com mudanças no fotoperíodo no decorrer do cultivo.

Além disso, é de fundamental importância experimentos que associem o fotoperíodo à intensidade luminosa, o que poderia proporcionar com maior rapidez a determinação das exigências ótimas de luz nessa fase de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- ALMAZÁN-RUEDA, P.; SCHRAMA, J. W.; VERRETH, J. A. J. Behavioural responses under different feeding methods and light regimes of the african catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. **Aquaculture**, v. 231, p. 347–359, 2004.
- 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. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 32, n. 1, p. 130-137, 2001.
- APPELBAUM, S.; MCGEER, J. C. Effect of diet and light regime on growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae and early juvenile. **Aquaculture Nutrition**, v. 4, p. 157-164, 1998.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editoraufsm, 2002, p. 147 – 152; 169 – 171.
- BARAHONA-FERNANDES, M. H. Some effects of light intensity and photoperiod on the sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax* (L.)) reared at the Centre Oceanologique de Bretagne. **Aquaculture**, v. 17, n. 4, p. 311-321, 1979.
- BARCELLOS, L. J. G.; SOUZA, S. M. G. de; WOEHL, V. M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.1, n. 26, p. 99 -111, 2000.
- BARLOW, C. G. et al. Effects of photoperiod on growth, survival and feeding periodicity of larval and juvenile barramundi *Lates calcarifer* (Bloch). **Aquaculture**, n. 138, p. 159-168, 1995.
- BASKERVILLE-BRIDGES, B.; KLING, L. J. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at high stocking densities. **Aquaculture**, v. 181, p. 61-69, 2000.
- BASTOS FILHO, R. A.; SENHORINI, J. A.; RIBEIRO, L. P. Estudos preliminares da larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (PISCES: PIMELODIDAE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9, 1996, Sete Lagoas. **Resumos...** Sete Lagoas: Associação Brasileira de Aqüicultura – ABRAq, p. 110.
- BEHR, E. R. **Efeitos de diferentes dietas sobre a sobrevivência e crescimento das larvas de *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) (PISCES: PIMELODIDAE)**. 1997. f. 36 Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Curso de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, 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 Scientiarum**, v. 21, n. 2, p. 325-330, 1999.
- BOEUF, G., LE BAIL, P. Y. Does light have an influence on fish growth? **Aquaculture**, v. 177, p. 129-152, 1999.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura: Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 2003.

BÓRQUEZ, A. et al. Crecimiento y sobrevivencia larval de *Galaxias maculatus* con diferentes densidades de cultivo. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ACUICULTURA, 9, 1996, Coquimbo. **Resumos...** Coquimbo: Asociación Latinoamericana de Acuicultura, p. 255 – 258.

CATHARIN, M. C. **Densidade de estocagem na larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (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*). **Boletim Técnico do Cepta**, v.14, p. 1-18, 2001.

CERQUEIRA, R. V.; CHATAIN, B. Photoperiodic effects on the growth and feeding rhythm of European seabass, *Dicentrarchus labrax*, larvae in intensive rearing. In: Larvi'01 – FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM, 2001, Oostende. **Anais...** Oostende: European Aquaculture Society, Special Publication, n. 30, p. 304-306.

CHATAIN, B.; OUNAI-GUSCHEMANN, N. The relationships between light and larvae of *Sparus aurata*. In: Larvi'01 – FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM, 2001, Oostende. **Anais...** Oostende: European Aquaculture Society, Special Publication, n. 30, p. 310-313.

COBOCROFT, J. M.; PANKHURST, P. M.; BATTAGLENE, S. C. The visual field and feeding of cultured striped thumpeter (*Latris lineata*) larvae under differing light environments. In: Larvi'01 – FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM, 2001, Oostende. **Anais...** Oostende: European Aquaculture Society, Special Publication, n. 30, p. 143-146.

CURY, M. X. Cultivo de pintado e cachara. **Revista Panorama da Aqüicultura**. v. 2, n. 13, p. 8 - 9, setembro/outubro, 1992.

DANIELS, H. V. et al. Effects of stocking density, salinity, and light intensity on growth and survival of Southern flounder *Paralichthys lethostigma* larvae. **Journal of the World Aquaculture Society**, 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**, v. 218, p. 309-327, 2003.

DOU, S.; SEIKAI, T.; TSUKAMOTO, K. Feeding behaviour of Japanese flounder larvae under laboratory conditions. **Journal of Fish Biology**, v. 56, p. 654–666, 2000.

DOWNING, G.; LITVAK M. K. Effects of light intensity, spectral composition and photoperiod on development and hatching of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) embryos. **Aquaculture**, v. 213, p. 265–278, 2002.

- DURAY, M.; KOHNO, H. Effects of continuous lighting on growth and survival of first-feeding larval rabbitfish, *Siganus guttatus*. **Aquaculture**, v. 72, p. 73-79, 1988.
- EKSTRÖM, P.; MEISSL, H. The pineal organ of teleost fishes. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.7, p.199-284, 1997.
- EL-SAYED, A. F. M. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 621-626, 2002.
- FIELDER, D. S. et al. Effect of photoperiod on growth and survival of snapper *Pagrus auratus* larvae. **Aquaculture**, n. 211, p. 135-150, 2002.
- FUCHS, J. Effect of photoperiod on growth and survival during rearing of larvae and juveniles of sole (*Solea solea*). **Aquaculture**, v. 15, n. 1, p. 63-74, 1978.
- GALL, G. A. E.; BAKAR, Y. Stocking density and tank size in the design of breed improvement programs for body size of tilapia. **Aquaculture**, v. 173, p. 197-205, 1999.
- GIRI, S. S. et al. Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): effects of light, photoperiod and feeding regimes. **Aquaculture**, v. 213, p. 151-161, 2002.
- GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v. 183, p. 73-81, 2000.
- HART, P. R.; HUTCHINSON, W. G.; PURSER, G. J. Effects of photoperiod, temperature and salinity on hatchery-reared larvae of the greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Günther, 1862). **Aquaculture**, n. 144, p. 303-311, 1996.
- 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**, v. 205, p. 89-102, 2002.
- HUANG, W. B.; CHIU, T. S. Effects of stocking density on survival, growth, size variation, and production of Tilapia fry. **Aquaculture Research**, v. 28, p. 165-173, 1997.
- IGUCHI, K. et al. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture**, v. 220, p. 515-523, 2003.
- INOUE, L. A. K. A.; CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A. A larvicultura e a alevinagem do pintado e do cachara. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 13, n. 76, p. 15 - 21, março/abril, 2003.
- KESTEMONT, P. et al. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. **Aquaculture**, 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*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 31, n. 3, p. 436-445, 2000.
- LEU, M. Y.; CHOU, Y.H. Induced spawning and larval rearing of captive yellowfin porgy, *Acanthopagrus latus* (Houttuyn). **Aquaculture**, v. 143, p. 155-166, 1996.
- LOPES, M. C. et al. Alimentação de larvas de surubim pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (AGASSIZ, 1829) em laboratório, na primeira semana de vida. **Boletim Técnico do CEPTA**, v.9, 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 Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 491-494, 2000.
- LUZ, R. K.; ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 560-565, 2002.
- MACINTOSH, D. J.; DE SILVA, S. S. The influence of stocking density and food ration on fry survival and growth in *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* female X *O. aureus* male hybrids reared in a closed circulated system. **Aquaculture**, v. 41, p. 345-358, 1984.
- MARTIN-ROBICHAUD, D. J.; PETERSON, R. H. Effects of light intensity, tank colour and photoperiod on swimbladder inflation success in larval striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). **Aquaculture Research**, v. 29, p. 539-547, 1998.
- MED. **Enciclopédia digital master milênio**. Disponível em: <<http://www.encyclopedia.com.br/MED2000/pedia98a/anat4fu8.htm>>. Acesso: 16 fevereiro 2004.
- MIRANDA, M. O. T.; RIBEIRO, L. P. Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 43-56.
- MOORE, A. et al. Influence of stocking densities on walleye fry viability in experimental and production tanks. **The Progressive Fish Culturist**, v. 56, p. 194-201, 1994.
- MOUSTAKAS, C. Th.; WATANABE, W. O.; COPELAND, K. A. Combined effects of photoperiod and salinity on growth, survival, and osmoregulatory ability of larval southern flounder *Paralichthys lethostigma*. **Aquaculture**, v. 229, p. 159-179, 2004.
- MURAI, T. High-density rearing of channel catfish fry in shallow troughs. **The Progressive Fish Culturist**, v. 41, p. 57, 1979.
- NAKATANI, k. et al. **Ovos e larvas de peixes de água doce**. Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUAM, 2001. p. 282-286.

- NWOSU, F. M.; HOLZLÖHNER, S. Effect of light periodicity and intensity on the growth and survival of *Heterobranchus longifilis* Val. 1840 (Teleostei: Clariidae) larvae after 14 days of rearing. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 16, p. 24-26, 2000.
- 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 Scientiarum**, v. 25, p. 55-61, 2003.
- PIAIA, M.; TOWNSEND, C. R.; BALDISSEROTTO, B. Growth and survival of fingerlings of silver catfish exposed to different photoperiods. **Aquaculture International**, v.7, p. 201-205, 1999.
- PUVANENDRAN, V.; BROWN, J. A. Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods. **Aquaculture**, n. 214, p. 131–151, 2002.
- RAO, T. R.; MOOKERJI, N. Functional responses of the larvae of rohu (*Labeo rohita*) and singhi (*Heteropneustes fossilis*) in the presence of alternate prey under dark and light conditions. In: Larvi'01 – FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM, 2001, Oostende. **Anais...** Oostende: European Aquaculture Society, Special Publication, n. 30, p. 409-413.
- REYNALTE-TATAJE, D. et al. Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 439-443, 2002.
- RIBEIRO, L. P.; MIRANDA, M. O. T. Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. 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 Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 619-625, 1999.
- SATO, Y. et al. Indução experimental da desova do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 69 -79.
- SOLBAKKEN, J.S.; PITTMAN, K. Photoperiodic modulation of metamorphosis in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Aquaculture**, v. 232, p. 613-625, 2004.
- SOUZA, A. B. et al. Análise cromossômica do surubim *Pseudoplatystoma coruscans* das bacias dos rios São Francisco e Paraguai. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 57-68.
- SPIELER, R. E. Circadian timing of meal feeding and growth in fishes. **Reviews in Fisheries Science**, v.9, n. 3, p. 115–131, 2001.
- SVERLIJ, S. B. et al. **Peces Del Rio Uruguay: Guia ilustrada de las especies mas comunes del rio Uruguay inferior y el embalse de salto grande**. Publicaciones de la Comision Administradora del Rio Uruguay, 1998. p. 60.

TAVARES, M. P. O surubim. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. p. 10 -25.

TOLEDO, L. R. 1991. Novo hóspede nos açudes. **Revista Globo Rural**, p. 55-61, junho, 1991.

TROTTER, A. J.; BATTAGLENE, S. C.; PANKHURST, P. M. Effects of photoperiod and light intensity on initial swim bladder inflation, growth and post-inflation viability in cultured striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae. **Aquaculture**, v. 224, p. 141–158, 2003.

TUCKEY, L. M.; SMITH, T. I. J. Effects of photoperiod and substrate on larval development and substrate preference of juvenile Southern flounder, *Paralichthys lethostigma*. **Journal of Applied Aquaculture**, v.11 (1/2), p. 1–20, 2001.

VAZZOLLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática**. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI, 1996.

WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: Manual de Extensão**. Brasília: FAO/Codevasf/CNPq, 1983.

ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; LITTLEPAGE, J.; SUMMERS, P. (Org.). **Aqüicultura: O registro da experiência brasileira**. No prelo.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM, 1996.

ANEXOS

ANEXO 1

Nome científico, nome comum, ordem e habitat das espécies de peixes citadas no trabalho¹.

Nome Científico	Nome Comum	Ordem	Hábitat
<i>Acanthopagrus latus</i>	Yellowfin porgy	Perciformes	Água doce; Água salobra
<i>Brycon cephalus</i>	Matrinxã	Characiformes	Água doce
<i>Brycon orbignyanus</i>	Piracanjuba	Characiformes	Água doce
<i>Clarias gariepinus</i>	Bagre africano	Siluriformes	Água doce
<i>Danio rerio</i>	Paulistinha	Cypriniformes	Água doce
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Robalo europeu	Perciformes	Água doce; Água salobra; Marinho
<i>Gadus morhua</i>	Atlantic cód	Gadiformes	Água salobra; Marinho
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Osmeriformes	Água doce; Água salobra; Marinho
<i>Heterobranchus longifilis</i>	Vundu	Siluriformes	Água doce
<i>Heteropneustes fossilis</i>	Singhi	Siluriformes	Água doce; Água salobra
<i>Hippoglossus hipoglossus</i>	Atlantic halibut	Pleuronectiformes	Marinho
<i>Ictalurus punctatus</i>	Bagre americano	Siluriformes	Água doce
<i>Labeo rohita</i>	Rohu	Cypriniformes	Água doce; Água salobra
<i>Lates calcarifer</i>	Perca gigante	Perciformes	Água doce; Água salobra; Marinho
<i>Latris lineata</i>	Striped trumpeter	Perciformes	Marinho
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	Pacamã	Siluriformes	Água doce
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Haddock	Gadiformes	Marinho
<i>Morone saxatilis</i>	Robalo muge	Perciformes	Água doce; Água salobra; Marinho
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truta arco-íris	Salmoniformes	Água doce; Água salobra; Marinho
<i>Oreochromis hornorum</i>	Tilápia hornorum	Perciformes	Água doce; Água salobra

<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilápia de Mossambique	Perciformes	Água doce; Água salobra
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilápia do Nilo	Perciformes	Água doce; Água salobra
<i>Pagrus auratus</i>	Dourada australiana	Perciformes	Água salobra; Marinho
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Spotted sand bass	Perciformes	Marinho
<i>Paralichthys dentatus</i>	Summer flounder	Pleuronectiformes	Marinho
<i>Paralichthys lethostigma</i>	Linguado da Flórida	Pleuronectiformes	Água salobra; Marinho
<i>Paralichthys olivaceus</i>	Japanese flounder	Pleuronectiformes	Marinho
<i>Perca fluviatilis</i>	Perca europeia	Perciformes	Água doce; Água salobra
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Pacu	Characiformes	Água doce
<i>Pimelodus maculatus</i>	Pintado amarelo	Siluriformes	Água doce
<i>Plecoglossus altivelis</i>	Ayu	Osmeriformes	Água doce; Água salobra; Marinho
<i>Prochilodus lineatus</i>	Curimatá	Characiformes	Água doce
<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá	Siluriformes	Água doce
<i>Rhombosolea tapirina</i>	Greenback flounder	Pleuronectiformes	Água salobra; Marinho
<i>Salmo salar</i>	Salmão do atlântico	Salmoniformes	Água doce; Água salobra; Marinho
<i>Siganus guttatus</i>	Sigano	Perciformes	Água salobra; Marinho
<i>Silurus glanis</i>	Bagre europeu	Siluriformes	Água doce; Água salobra
<i>Solea solea</i>	Linguado legitimo	Pleuronectiformes	Água salobra; Marinho
<i>Sparus aurata</i>	Dourada	Perciformes	Água doce; Água salobra; Marinho
<i>Stizostedion vitreum</i>	Walleye	Perciformes	Água doce; Água salobra
<i>Wallago attu</i>	Wallago	Siluriformes	Água doce; Água salobra

¹Fonte: Froese, R.; Pauly, D. (Eds.). **FishBase**. Disponível em: <www.fishbase.org>. Acesso em: 01 de Abril de 2004.