

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP-CAUNESP

**Efeito de Dietas e Altura da Coluna
d'Água na Sobrevivência de Larvas de
Betta splendens e o Aporte de
Nitrogênio e Fósforo**

Charles Young Kim
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Profa. Dra. Ana Eliza Baccarin Leonardo

Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Jaboticabal – SP
2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP-CAUNESP**

**Efeito de Dietas e Altura da Coluna
d'Água na Sobrevivência de Larvas de
Betta splendens e o Aporte de
Nitrogênio e Fósforo**

Charles Young Kim
Engenheiro Agrônomo

Orientadora: Profa. Dra. Ana Eliza Baccarin Leonardo

Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Centro de Aquicultura da UNESP,
sediado no Campus de Jaboticabal,
como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em
Aquicultura.

Jaboticabal – SP
Abril de 2007

K49e	Kim, Charles Young Efeito de dietas e altura da coluna d'água na sobrevivência de larvas de <i>Betta splendens</i> e o aporte de nitrogênio e fósforo. / Charles Young Kim – Jaboticabal, 2007 x, 53 f. : il. ; 28 cm
	Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura da Unesp, 2007 Orientador: Ana Eliza Baccarin Leonardo Banca examinadora: Cláudio Luiz Bock, Newton Castagnolli Bibliografia
	1. <i>Betta splendens</i>. 2. Sobrevivência. 3. Larvicultura I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aqüicultura da Unesp.
	CDU 639.3.043

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
– Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Este trabalho é dedicado com todo amor e carinho

*Aos meus pais Kang Su Kim e Yung
Ae Kim e meu irmão Winston Young
Kim pela compreensão, incentivo, amor
e alegria.*

*À Rachel pelo amor, carinho,
compreensão e incentivo
indispensável para conclusão deste
trabalho e de minha felicidade.*

*Aos pais da Rachel, João e Inez
Alves, que me acolheram e me
ajudaram com muito incentivo, amor
e felicidades*

*À toda minha família que me apoiou e
acreditou na realização de meus
objetivos.*

Agradecimentos:

- Profa. Dra. Ana Eliza Baccarin Leonardo pela orientação, ensinamentos, conselhos, amizade e por tornar possível a concretização de grande parte de meus sonhos acadêmicos contribuindo para meu crescimento científico e intelectual.
- Prof. Dr. Antonio F. M. Camargo pelo incentivo que se iniciou desde a graduação, co-orientação na pós-graduação, paciência, pelas ajudas (que não foram poucas) e pela amizade.
- Ao Centro de Aqüicultura da UNESP (CAUNESP), pela oportunidade de realização do curso de mestrado.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de mestrado.
- Ao Prof. Dr. Newton Castagnolli, que além de ser razão pela escolha da área (por mim e muitos outros pesquisadores), e por sempre apoiar todas pesquisas na aqüicultura.
- Ao Prof. Dr. Cláudio Luiz Bock pelas sugestões, apoio, amizade e companhia durante parte da graduação e toda pós-graduação.
- À Piscicultura Talarico, especialmente ao Marcel e Júnior Talarico por oferecer ajuda essencial à realização deste estudo. Além do apoio, amizade e muitas alegrias e conhecimentos.
- Ao Instituto de Biociências e Departamento de Ecologia da UNESP – Rio Claro, por colocar a disposição o laboratório.
- Ao Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral pelo auxílio e disponibilização do laboratório para análises.
- À Veralice, pelo auxílio, amizade e paciência por todas as perturbações que causei. Obrigado!

- Ao Carlos Fernando (“O Técnico”), pela indispensável ajuda, companhia e análises laboratoriais menos desgastantes e alegres.
- Aos meus grandes amigos Giovani e Tachibana, que sempre disponibilizaram tempo para me ajudar e para comemorar nossa amizade!
- Ao Rodrigo Tiba (Buda), que surgiu como um amigo: quando mais precisamos. E também pelo apoio, cujo pagamento fiz em aulas de pescaria!!!
- Ao Nilton (Paraca), pela ajuda na definição de amizade que poucos sabem!
- À Milena, pelo grande auxílio nas correções e pelos artigos emprestados. Agradeço pela ajuda e companhia juntamente com a Elissandra que também me ajudou a ganhar uns músculos (muito obrigado!).
- Aos colegas de trabalho que estão em São Paulo: Danielle (perdida), Maria José “Masé” (por ser uma pessoa admirável e companheira) e à Elizabeth Romagosa (cuja alegria contamina).
- Aos colegas que se tornaram pesquisadores ou professores e nos abandonaram: Eduardo Onaka, Léo Baccarin, Serginho, Fabiana Garcia, Roquinho, entre outros (Sucesso para vocês!).
- Aos agregados do CAUNESP: Ricardo (Shoyu) e Álvaro por sempre fazerem de minha casa um albergue (hahahaha).
- Aos amigos da Família Camargo de Rio Claro: Leung, Gustavo, Zé Francisco (Sr. Smithers), Raquelzinha, Luciana, Léo, Renatinha, Soraia e agora também o Matheus; à vocês um muito obrigado!
- Ao amigo Diego Barcot, que me ajudou na montagem do experimento, mas fugiu na hora do “vamos ver” (brincadeira!).
- Ao meu amigo Luiz Cândido e familiares, que proporcionaram muita alegria e felicidades.
- Aos amigos Carlos (Beto) e Márcia, Miro, Marcão, Éverton e Rui.

- À Rita (Xoriza), Felipe Alberto (Padre), Taís (Maia), Maria Clara (Peroba) e Maria Augusta (K-xa) pela companhia duradoura e pelas partidas de buraco que eu e a Xoriza sempre detonamos (hahaha!).

- Aos amigos: Laurindo e Michelle, Tiagos (Balboa, Tilão e Strume), Felipe (Tumor), Léo, Rodrigo (Tigrão), Luis Fernando, Fabiana Pilarski, Dani, Hoshiba, Róberson, Gabi, Munir, Émerson, Bruno, Gustavo (Sumô), Érico, Carolzinha, Camilos, Neidson, Jaqueline, Natália (Aike), Márcios (Garnizé e Perereca), Valdecir, Seu Mauro, Maurício, Suerli, Mônica, Fátima, Silvinha, Donizete, Dona Ana, Daniel, Elisandra e aos demais companheiros que me ajudaram a realizar este trabalho.

Me desculpem pelo trabalho e me perdoem se ainda fiz a mancada de não citá-los.

SUMÁRIO

	pág.
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Figuras.....	x
1. Introdução Geral.....	1
2. Características da Espécie em Estudo.....	4
2.1 Origem.....	4
2.2 Fisiologia e Comportamento.....	5
3. Referências Bibliográficas.....	8
 CAPITULO 1. Sobrevivência de larvas de <i>Betta splendens</i> alimentadas com diferentes dietas e o aporte de fósforo e nitrogênio relativo aos alimentos oferecidos	
Resumo.....	13
Abstract.....	14
1. Introdução.....	15
2. Objetivo.....	18
2.1 Objetivo Geral.....	18
2.2 Objetivos Específicos.....	18
3. Material e Métodos.....	18
3.1 Instalações e Condições Experimentais.....	19
3.2 Alimentos e Manejo Alimentar.....	19
3.3 Parâmetros Analisados.....	21
3.3.1 Análise Microbiológica da Água.....	21
3.3.2 Sobrevivência das Larvas.....	21
3.3.3 Desempenho das Larvas.....	22
3.3.4 Variáveis Limnológicas.....	22
4. Resultados e Discussões.....	23
4.1 Análise Microbiológica.....	23
4.2 Sobrevivência das Larvas.....	24

	pág.
4.3 Desempenho das Larvas.....	25
4.4 Variáveis Limnológicas.....	26
5. Conclusão.....	35
6. Referências Bibliográficas.....	36

CAPÍTULO 2. Altura da coluna d'água na sobrevivência de larvas de *Betta splendens*.....

	44
Resumo.....	44
Abstract.....	45
1. Introdução.....	46
2. Objetivos.....	47
3. Material e métodos.....	47
3.1 Local do Experimento.....	47
3.2 Instalações e Condições Experimentais.....	48
3.3 Alimento e Manejos.....	48
3.4 Delineamento Experimental.....	48
4. Resultados e discussões.....	49
5. Conclusões.....	51
6. Referências bibliográficas.....	52

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1. Sobrevivência de larvas de *Betta splendens* alimentadas com diferentes dietas e o aporte de fósforo e nitrogênio relativo aos alimentos oferecidos

Tabela		pág.
1.	Composição centesimal das dietas experimentais para proteína bruta (PB%) e energia bruta (EB kcal/kg).....	20
2.	Quantidade programada das diferentes dietas durante o período experimental.....	20
3.	Média e desvio padrão de sobrevivência (número de larvas vivas por dia de experimento, de 27/03/2006 a 10/04/2006, de acordo com os tratamentos.....	40
4.	Média e desvio padrão de sobrevivência (número de larvas vivas por dia de experimento), de 11/04/2006 a 26/04/2006, de acordo com os tratamentos.....	40
5.	Média e desvio padrão de valores de concentração de oxigênio dissolvido na água (mg/L) de acordo com os tratamentos.....	41
6.	Média e desvio padrão de valores de pH da água de acordo com os tratamentos.....	41
7.	Média e desvio padrão de valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) de acordo com os tratamentos.....	42
8.	Média e desvio padrão de valores de concentração de nitrogênio total (mg/L) na água de acordo com os tratamentos.....	42
9.	Média e desvio padrão de valores de concentração de fósforo total ($\mu\text{g}/\text{L}$) na água de acordo com os tratamentos.....	43

CAPITULO 2. Altura da coluna d'água na sobrevivência de larvas de *Betta splendens*

1.	Média e desvio padrão de sobrevivência (% de sobrevivência) de acordo com os tratamentos.....	50
----	---	----

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1. Sobrevivência de larvas de *Betta splendens* alimentadas com diferentes dietas e o aporte de fósforo e nitrogênio relativo aos alimentos oferecidos

Figura		pág.
1.	Sobrevivência de larvas de <i>Betta splendens</i> submetidas à diferentes dietas alimentares nos aquários de criação	24
2.	Valores de temperatura (°C) máxima e mínima da água dos aquários de criação de larvas de <i>Betta splendens</i> submetidas a diferentes dietas alimentares.....	27
3.	Valores de concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) na água dos aquários de criação de larvas de <i>Betta splendens</i> submetidas a diferentes dietas alimentares.....	28
4.	Valores de pH da água dos aquários de criação de larvas de <i>Betta splendens</i> submetidas a diferentes dietas alimentares.....	29
5.	Valores de condutividade elétrica (µS/cm) das amostras de água dos aquários de criação de larvas de <i>Betta splendens</i> submetidas a diferentes dietas alimentares.....	30
6.	Valores de concentração de nitrogênio total (mg/L) das amostras de água dos aquários de criação de larvas de <i>Betta splendens</i> submetidas a diferentes dietas alimentares.....	32
7.	Valores de concentração de fósforo total (µg/L) das amostras de água dos aquários de criação de larvas de <i>Betta splendens</i> submetidas a diferentes dietas alimentares.....	34

CAPITULO 2. Altura da coluna d'água na sobrevivência de larvas de *Betta splendens*

1.	Média, desvio-padrão e erro padrão da sobrevivência de larvas (%) submetidas à diferentes colunas d'água.....	49
----	---	----

1. INTRODUÇÃO GERAL

A aqüicultura, segundo FERREIRA (1986), deriva da junção de aqü (i) + cultura, que significa: “arte de criar e multiplicar animais e plantas aquáticas”. Esta arte se iniciou por volta do ano 2.000 a.C. na China com o cultivo de macroalgas marinhas e, posteriormente, com o monocultivo de carpas (ARANA, 1999). Os propósitos da criação de peixes eram de ornamentar aquários e pequenas lagoas artificiais de função paisagística ou para consumo (DAMAZIO, 1992).

Os peixes representam a metade das espécies de vertebrados, ou seja, cerca de 24.000 espécies, das quais 41% se encontram em ambientes de água doce (VAZZOLER, 1996; NAKATANI et al., 2001). O Brasil, pela sua extensa rede hidrográfica, é o país com maior diversidade de espécies de peixes de água doce contando com cerca de três mil espécies (McALLISTER, HAMILTON & HARVEY, 1997). Frequentemente, tal riqueza torna-se vítima do extrativismo, o que causa preocupação com a preservação da fauna e da flora (LIMA et al., 2001).

Atualmente, a produção de organismos aquáticos ornamentais é considerada uma atividade empresarial “agrobusiness” que, como qualquer outra atividade, deve gerar lucro. Para tanto, deve ser entendida e desenvolvida como uma atividade zootécnica especializada. Além disso, constitui uma alternativa rentável para os pequenos proprietários sob o regime de agricultura familiar. Neste sentido pode-se afirmar que as pesquisas para a reprodução e criação comercial são uma alternativa para a diminuição do extrativismo ilegal, propiciado pela falta de fiscalização e consciência ecológica (LIMA et al., 2001).

A importância da produção de organismos aquáticos ornamentais é demonstrada pelo intenso desenvolvimento de pesquisas e comercialização

realizadas mundialmente. Nos Estados Unidos, uma em cada três residências possui aquário. No Japão, de cada duas residências, uma tem aquário. O Brasil movimenta aproximadamente US\$ 1 bilhão/ano com a criação e a extração de peixes ornamentais (LIMA et al., 2001).

Muitos produtores procuram meios para reduzir os gastos e aumentar a produção. Alternativas quanto ao alimento a ser fornecido e a necessidade de pesquisa para busca de soluções mitigadoras dos impactos causados ao ambiente são indispensáveis para uma produção sustentável (ARANA, 1999).

Juntamente com a intensificação da produção aquícola, aumentam as preocupações com a ecoeficiência, que se resume ao máximo aproveitamento dos recursos, diminuindo os impactos gerados. Tais impactos estão diretamente relacionados com a alteração dos parâmetros limnológicos que podem ocasionar a eutrofização do corpo d'água, tornando a larvicultura causadora de impacto ambiental (SISINNO & MOREIRA, 2005).

Nas três últimas décadas, a preocupação com a alimentação tem estimulado muitos pesquisadores na busca da nutrição adequada à produção, fato descrito em diversas publicações (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1977, 1983, 1993; HEPHER, 1988; LOVELL, 1989; STEFFENS, 1989; DE SILVA & ANDERSON, 1998; HALVER & HARDY, 2002). Entretanto, os estudos aplicados à redução de resíduos e manutenção da qualidade da água têm-se intensificado recentemente (JOMORI, 2001; PORTELLA et al., 2002; TESSER, 2002).

A exigência nutricional dos peixes ornamentais na larvicultura é significativamente maior em relação às demais fases de criação. No caso do *Carassius auratus*, sua exigência proteica na fase larval atinge 53%, enquanto que a fase juvenil apenas 29% (FIOGBÉ & KESTEMONT, 1995). A necessidade

do conhecimento da exigência nutricional pode ser relacionada à desnutrição (SALES & JANSSENS, 2003) e também com a geração de resíduos que podem reduzir a qualidade da água (ARANA, 1999).

Peixes ornamentais são tradicionalmente alimentados com alimentos vivos, que freqüentemente podem apresentar deficiência nutricional, além de poder agir como transmissor de doenças (bactéria, vírus e parasita) caso os alimentos não sejam mantidos corretamente (PANNEVIS, 1993; EARLE, 1995). Por esse motivo, produtores de peixes ornamentais de Singapura enfatizam a necessidade de suplementação nutricional através do oferecimento de dietas formuladas (FERNANDO, PHANG & CHAN, 1991).

Segundo LIM et al. (2002), artêmias desencapsuladas são comumente utilizadas na alimentação de peixes ornamentais devido a praticidade no controle higiênico. A utilização de outros alimentos vivos, em sua maioria, necessita de meios nutricionalmente enriquecidos para seu desenvolvimento, que podem ser facilmente contaminados.

Valores da digestibilidade dos ingredientes e das dietas ainda não foram estabelecidas para espécies ornamentais. A utilização desses valores não deve ser apenas para reduzir os custos de produção, mas também pode ser uma importante ferramenta para diminuição da poluição do meio (SALES & JANSSENS, 2003).

Diversos pesquisadores (HENRY-SILVA, 2001; BENASSI, 2003; BIUDES & CAMARGO, 2005; KIM & BACCARIN, 2005; PREHL & BACCARIN, 2005), têm demonstrado que a aquicultura reduz a qualidade da água. Todavia, o impacto gerado varia em relação às diversas variáveis como tipo e intensidade do cultivo, manejo adotado, entre outros (KUBITZA, 2000).

Segundo BLACK et al. (1997), a piscicultura, assim como a aquicultura em geral, apresenta grande volume de água com baixas concentrações de nutrientes quando comparados com os efluentes domésticos. Dentre a aquicultura, as técnicas adotadas para a criação de camarões peneídeos geram os maiores impactos ambientais (CURRIE, 1994; PILLAY, 1994), principalmente pela liberação de nitrogênio em suas diversas formas (BURFORD & WILLIAMS, 2001). Entretanto, os fatores que mais comprometem a qualidade da água na criação de camarões são a superprodução de algas e presença de sólidos em suspensão (WANG, 1990).

A larvicultura utiliza menores volumes de água (SALES & JANSSENS, 2003), facilitando manejos para tratamento desse efluente para posterior reutilização ou recirculação.

2 – CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE EM ESTUDO

2.1 ORIGEM

Entre os peixes criados em cativeiro, o *Betta splendens* foi o segundo peixe a ser domesticado no mundo. O primeiro foi *Carassius auratus*, conhecido também como peixe-japonês. As características que motivaram sua criação foram a obtenção de linhagens mais agressivas e com cores diferenciadas (DAMAZIO, 1992).

Não se sabe exatamente desde quando foi iniciada a reprodução de *Betta splendens* em cativeiro, assim como o início das mutações que resultaram em nadadeiras largas e compridas, semelhantes às que portam os betas da atualidade (DAMAZIO, 1992). Existem diversas espécies selvagens a partir das quais foram realizados cruzamentos e melhoramentos genéticos para se obter as

espécies atuais, como *Betta bellica* (KOTTELAT et al., 1993), *Betta coccina* (VIERKE, 1978) e *Betta brederi*, sendo esta última, diferenciada por incubar os ovos na boca, enquanto que a estratégia das demais é construir ninhos compostos de bolhas onde os machos assumem o papel de proteção da ninhada (WOLFSHEIMER, 2003).

O *Betta splendens* é originário do sudeste asiático, mais precisamente do Camboja, Vietnã, Tailândia e da Malásia. Pode ser encontrado em pequenas poças d'água e lagoas de baixa profundidade como alagamentos ocasionados nas culturas de arroz (WOLFSHEIMER, 2003), sendo classificado morfológicamente, segundo DAMAZIO (1992), como do reino Animalia; filo Chordata; classe Actinopterygii; ordem Perciformes; família Osphronemidae; gênero *Betta* e espécie *Betta splendens*.

Devido ao seu crescimento relativamente lento e interferências no seu desenvolvimento fisiológico na larvicultura, muitos produtores adotam um sistema intensivo de produção. A fase larval é realizada em laboratórios e/ou tanques de baixa profundidade, com adição de fertilizantes químicos e/ou orgânicos com a finalidade de incrementar a produção primária planctônica (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2003). O período denominado inicial correspondente desde a fase larval à diferenciação dos sexos, através do comportamento e do desenvolvimento das nadadeiras (DAMAZIO, 1992).

2.2 – FISIOLOGIA E COMPORTAMENTO

NAKATANI et al. (2001) relatam o desenvolvimento de estratégias fisiológicas pelos peixes conforme o meio em que se encontram. Sendo assim, é possível, a partir das características do seu habitat, compreender a fisiologia do

Betta sp. quanto ao seu sistema respiratório denominado labirinto.

O labirinto é um órgão respiratório auxiliar, porém essencial, posicionado atrás do opérculo de cada lado da cabeça. Todo o labirinto é recoberto por uma membrana muito irrigada de sangue venoso e seu funcionamento é simples: o peixe-beta capta o ar atmosférico na superfície da água e imediatamente ele é comprimido no labirinto, passando o oxigênio nele contido diretamente para a corrente sangüínea (DAMAZIO, 1992). A mudança de local e até mesmo grandes variações térmicas podem provocar uma má formação do labirinto (WOLFSHEIMER, 2003).

Portanto, a qualidade da água deve ser monitorada diariamente (RAMNARINE et al., 1987; PHILLIPS et al., 1998), principalmente nos períodos larvais e na fase juvenil, pois a formação do labirinto se dá do 14° ao 28° dia, ou seja, nesse período sua respiração é semelhante ao de outros peixes nessa fase (DAMAZIO, 1992).

Uma outra dificuldade na produção pode estar relacionada à agressividade do macho adulto (SNEKSER, McROBERT & CLOTFELTER, 2006). Tal comportamento exige separação dos machos no momento em que se iniciam os confrontos, pois a convivência entre machos no mesmo ambiente pode apresentar severos danos às nadadeiras afetando seu valor comercial (VERBEEK, IWAMOTO & MURAKAMI, 2007).

Fêmeas e machos se desenvolvem juntos até o período entre 45 à 150 dias, quando ocorre a separação dos machos, ao atingir aproximadamente 4 cm de comprimento. Mesmo adultas, as fêmeas covivem pacificamente em altas densidades (DAMAZIO, 1992; WOLFSHEIMER, 2003). Com base nessas afirmações, o presente trabalho visou avaliar o índice de sobrevivência quanto

aos alimentos oferecidos e o aporte de fósforo e nitrogênio oriundos da larvicultura de *Betta splendens*.

3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANA, L. A. V. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável**: subsídeos para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999. 310p.

BENASSI, R. F. **Capacidade de tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta* D.S. MITCHELL**. 2003. 49f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BIUDES, J. F., CAMARGO, A. F. Dimensionamento de uma “wetland” construída para uso no tratamento de efluentes de carcinicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 10., 2005, Ilhéus, **Resumos...** Ilhéus: Sociedade brasileira de Limnologia, 2005. 1 CD-ROM.

BLACK, E.; GOWEN, R.; ROSENTHAL, H.; ROTH, E.; STECHY, D.; TAYLOR, F. J. R. The costs eutrophication from salmon farming: implications for policy-A. **Journal of Environmental Management**, London, v.50, n.1, p.105-109, 1997.

BURFORD, M. A.; WILLIAMS, K. C. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. **Aquaculture**, Amsterdam, v.198, n.1, p.79-93, 2001.

CURRIE, D. Sustainable aquaculture in developing countries. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v.25, n.4, 20-25p. 1994.

DAMAZIO, A. **Criando o *Betta***. 2.ed. Rio de Janeiro: Inter-Revistas, 1992. 80p.

DE SILVA, S. S.; ANDERSON, T. A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1998. 319 p. (Aquaculture Series 1).

EARLE, K. E. The nutritional requirements of ornamental fish. **Veterinary Quarterly**, Kluwer, v.17, n.1, 53-55p. 1995.

FERNANDO, A. A.; PHANG, V. P. G.; CHAN, S. Y. Diets and feeding regimes of poeciliid fishes in Singapore. **Asian Fisheries Science**, Quezon City, v.4, n.1, 99-107p., 1991.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1986, p.151.

FIOGBÉ, E. D.; KESTEMONT, P. An assessment of the protein and amino acid requirement in goldfish (*Carassius auratus*) larvae. **Journal of Applied of Ichthyology**, Berlin, v.11, n.3/4, 282-289p. 1995.

HALVER, J. E.; HARDY, R. W. Nutrient flow and retention In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. (Eds.). **Fish nutrition**. 3.ed. San Diego: Elsevier Science, 2002. p.756-769.

HENRY-SILVA, G. H. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal**. 2001. 79f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 406p.

JOMORI, R. K. **Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holemborg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de cultivo inicial de larvas em laboratório**. 2001. 69f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

KIM, C. Y.; BACCARIN, A. E. Eficiência do tratamento de efluente aqüícola por macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 10., 2005, Ilhéus, **Resumos...** Ilhéus: Sociedade brasileira de Limnologia, 2005. 1 CD-ROM.

KOTTELAT, M.; WHITTEN, A. J.; KARTIKASARI, S. N.; WIRJOATMODJO, S. **Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi**. Republic of Indonesia: Periplus Editions, Ltd, 1993. 221p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285p.

LIM, L. C.; CHO, Y. L.; DHERT, P.; WONG, C. C.; NELIS, H.; SORGELOOS, H. Use of decapsulated *Artemia* cysts in ornamental fish culture. **Aquatic research**, Oxford, v.33, n.8, p.575-589, 2002.

LIMA, A. O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C. E. M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, n. 65, p.14-24, 2001.

LOVELL, R. T. **Nutrition and Feeding of Fish**. Von Nostrand-Reinhold, New York, 1989. 260p.

McALLISTER, D. E.; HAMILTON, A. L.; HARVEY, B. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. **Sea Wind Bulletin of Ocean Voice International**, Ottawa, v.11, n.3, p.1-142, 1997.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, N. R. C. **Nutrient Requirements of Warmwater Fishes**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 1977.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, N. R. C. **Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes**. National Academy Press, Washington revised ed., 1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, N. R. C. **Nutrient Requirement of Fish**. National Academy Press, Washington, 1993.

PANNEVIS, M. C. Nutrition of ornamental fish. In: BURGER, I. H. (Ed.). **The Waltham Book of Companion Animal Nutrition**. Oxford: Nutrition Pergamon Press, 1993. p.85-96.

PHILLIPS, T. A.; SUMMERFELT, R. C., CLAYTON, R. D. Feeding frequency effects on water quality and growth of walleye fingerlings in intensive culture. **Progressive Fish Culturist**, Bethesda, v.60, n.1, p.1-8, 1998.

PILLAY, T. V. R. The challenges of sustainable aquaculture. **World aquaculture**, Baton Rouge, v.27, n.2, p.7-9, 1994.

PORTELLA, M. C.; TESSER, M. B.; JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J. Substituição do alimento vivo na larvicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAQ, 2002.

PREHL, R. C.; BACCARIN, A. E. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão de nutriente no córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, Baixo Tietê, SP). In: NOGUEIRA, M.G.;HENRY R.;JORCIN,A. (Org.). **Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata**. São Carlos: Rima, 2005. p.327-347.

RAMNARINE, I. W.; PIRIE, J. M.; JOHNSTONE, A. D. F.; SMITH, G. W. The influence of ration size and feeding frequency on ammonia excretion by juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua* L. **Journal of fish biology**, London, v.31, n.4, p.545-559, 1987.

SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Nutrient requirements of ornamental fish. **Aquatic Living Resources**. Merelbeke. v.16, n.6, p.533-540, 2003.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos: RIMA, 2003. 106p.

SISINNO, C. L. S. ; MOREIRA, J. C. Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.21, n.6, p.1893-1900, 2005.

SNEKSER, J. L.; McROBERT, S. P.; CLOTFELTER, E. D. Social partner preferences of male and female fighting fish (*Betta splendens*). **Journal of experimental psychology. Animal behavior processes**, Washington, v.72, n.1, p.38-41, 2006.

STEFFENS, W. **Principles of Fish Nutrition**. Chichester: Ellis Horwood 1989. p.184-208.

TESSER, M. B. **Desenvolvimento do trato digestório e crescimento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) em sistemas de co-alimentação com náuplios de artemia e dieta microencapsulada**. 2002. 59f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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

VERBEEK, P.; IWAMOTO T.; MURAKAMI, N. Differences in aggression between wild-type and domesticated fighting fish are context dependent. **Animal Behaviour**, London, v.73, n.73, p.75-83, 2007.

VIERKE, J. **Labyrinthfische und verwandte Arten**. Wuppertal: Engelbert Priem Verlag, 1978. 232p.

WANG, J. Managing shrimp pond water to reduce discharge problems. **Aquacultural Engineering**, Essex, v.9, n.1, p.61-73, 1990.

WOLFSHEIMER, G. **The guide to owning Bettas**. Neptune City: T.H.F. Publications, 2003. 63p.

Capítulo 1

Sobrevivência de larvas de *Betta splendens* alimentadas com diferentes dietas e o aporte de fósforo e nitrogênio na água relativo aos alimentos oferecidos

Resumo

O estudo visou analisar a influência dos alimentos na larvicultura de *Betta splendens* quanto a sobrevivência e a qualidade da água. Ele foi realizado em laboratório situado na Piscicultura Talarico por um período de 30 dias entre os meses de março e abril de 2006. Duas mil larvas foram distribuídas em 20 aquários (0,4mX0,4mX0,4m), divididos em quatro tratamentos com cinco réplicas cada. Os tratamentos foram diferenciados quanto à alimentação (náuplios de artêmia, gema de ovo cozida, ração em pó e sem adição de alimento), oferecidos quatro vezes ao dia e com reajuste da quantidade de alimento oferecida a cada três dias. Cada tratamento era composto de 100 larvas com idade de três dias, obtidas após homogeneização de diversas ninhadas. Foi realizada uma amostragem inicial das larvas para posterior comparação do desempenho produtivo. Amostras de água foram coletadas para análises de nitrogênio e fósforo total. Durante o experimento ainda foram analisadas as variáveis temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que a sobrevivência das larvas alimentadas com artêmias foi maior e o seu aporte de nitrogênio e fósforo menor, sendo que as demais apresentaram dados de sobrevivência insatisfatórios e alta liberação de nitrogênio e fósforo na água.

Palavras-chave: peixes ornamentais, efluente, produção, larvicultura.

Chapter 1

Survival, phosphorus and nitrogen loads in effluent water resulting from hatchery of *Betta splendens* fed with different diets

Abstract

The study aimed to analyze the influence of food in *Betta splendens*'s hatchery on fry survival rate and quality of the waste water. It was developed in Talarico's fish farm laboratory during a period of thirty days between March and April, 2006. Three different feed had been chosen (artemia nauplii, cooked egg yolk, a flour ration and starving), fed four times per day. Every three days, the amount of food offered was readjusted. Two thousand larvae (three days old) have been distributed in 20 aquariums (0,4mX0,4mX0,4m), divided in four treatments with five replicates each. The larvae were taken after homogenization of diverse hatches. An initial sample of larvae was taken for posterior comparison of their performance. Water samples had been collected for analyses of total nitrogen and phosphorus. During the experiment this following parameters have also been analyzed: temperature, pH, electric conductivity and dissolved oxygen. Results have shown that larvae fed with artemia nauplii presented the best survival rate and lesser release of nitrogen and phosphorus. The other treatments presented unsatisfactory survival rate and high release of nitrogen and phosphorus in the water.

Keywords: ornamental fish, effluent, production, hatchery.

1 – INTRODUÇÃO

A expansão e o desenvolvimento da aquicultura deixaram de ser apenas números e estatísticas. Atualmente, a aquicultura apresenta diversas finalidades, e a presença de produtos oriunda dessa atividade é encontrado nas mais diversas localidades. Tal disseminação é possibilitada devido às pesquisas na área da genética (PORTO-FORESTI & FORESTI, 2004), nutrição (PEZZATO et al., 2004), boas práticas de manejo (ARANA, 1999) e monitoramento ambiental (BOYD & QUEIROZ, 2004).

Segundo WOLFSHEIMER (2003), o peixe-de-briga (*Betta splendens*), assim como muitos outros peixes, precisa de um cuidado maior em relação à alimentação durante a larvicultura, pois essa fase determina a boa formação das nadadeiras e labirinto. Além disso, a sobrevivência é um fator de grande importância para a lucratividade da produção.

Um aumento na sobrevivência foi observado na larvicultura de pacus alimentados com náuplios de artêmia (JOMORI et al., 2003). No entanto, o custo da alimentação com esse microcrustáceo faz com que produtores procurem outras soluções (JOMORI, et al. 2005). A razão do uso regular de artêmias ou de organismos planctônicos, como o rotífero *Brachionus* sp. na alimentação da maioria das larviculturas está relacionado ao seu efeito, pois elas causam um estímulo visual (CHONG, HASHIM & ALI, 2000).

Algumas espécies de peixes apresentam facilidade maior na alimentação e podem ser introduzidas em tanques preparados com fertilizantes de diversas naturezas, químicas e/ou orgânicas. A fertilização incrementa a produção de fitoplâncton, e conseqüentemente, de zooplâncton. Este último é considerado a

principal fonte de proteínas, aminoácidos livres e ácidos graxos essenciais ao desenvolvimento inicial das pós-larvas (PORTELLA et al., 2002; SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2003).

Como muitas espécies apresentam pouca reserva de vitelo e trato digestivo indiferenciado, algumas larvas podem utilizar enzimas digestivas das presas ingeridas (zooplâncton). Isso facilitaria seu processo de digestão, e as tornariam dependentes das presas enquanto desenvolvem seu próprio sistema digestório (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2003).

Segundo CARDOSO et al. (2004), a gema de ovo é utilizada como ingrediente na formulação de dietas para o jundiá (*Rhamdia quelen*), peixe de hábito carnívoro. Muitos produtores administram a ração em pó ou farelada, sendo estas não muito recomendadas para a piscicultura, pois a perda dos nutrientes para o meio aquático é grande e rápida, causando não só problemas aos peixes, como a degradação da qualidade da água de cultivo (RIBEIRO, GOMIERO & LOGATO, 2002).

O desenvolvimento de estudos de exigências nutricionais se inicia a partir dos dados de digestibilidade dos animais. Entretanto, a dificuldade em obter dados de digestibilidade das larvas e pós-larvas de peixes, devido ao seu tamanho, dificulta a obtenção de informação, sendo esta por muitas vezes estimada por meio do desempenho zootécnico do animal (SALES & JANSSENS, 2003).

Na produção, o insumo mais oneroso, ainda é o alimento, na maioria das vezes, oferecido em forma de dietas formuladas (rações) que devem disponibilizar os nutrientes que atendam à exigência de cada animal, variando de acordo com a espécie. O fornecimento insuficiente desse alimento pode resultar em desnutrição

dos indivíduos, e o excesso de alimento no incremento da carga de nutrientes e redução do oxigênio dissolvido na água como efeito primário. Como efeito secundário, temos as mudanças ambientais, redução da capacidade de autodepuração e poluição das fontes de água além dos efeitos causados pela utilização de antibióticos, drogas terapêuticas e químicas (MACINTOSH & PHILLIPS, 1992). O *Betta splendens*, a partir da fase juvenil, pode ser facilmente alimentado através de dietas formuladas (WOLFSHEIMER, 2003).

Dentre os fatores limnológicos de grande importância para o bom andamento da produção podemos destacar o nitrogênio e fósforo. Segundo SCHNEIDER et al. (2005), a retenção de nitrogênio é de 20-50% e 15-65% de fósforo na criação intensivo de peixes, atentando sempre para consorciação entre criações, maximizando a retenção destes nutrientes. No caso do cultivo em sistemas fechados, os sistemas de recirculação e o tratamento dos efluentes reduzem a emissão de poluentes lançados nos corpos d'água, pois ao devolver a água, esta deve apresentar condições semelhantes à qualidade da água que abastece o sistema (ARANA, 1999).

Assim como a proliferação de algas, o excesso de compostos nitrogenados, nas mais diversas formas, pode afetar diretamente os peixes (BACCARIN, 2002). Segundo SIPAÚBA-TAVARES (1995) estes compostos ainda elevam o pH do sangue, afetam as trocas osmóticas reduzindo a concentração interna de íons, elevam o consumo de oxigênio nos tecidos, dificultando as trocas gasosas que ocorrem nas brânquias dos peixes. Como consequência de todas essas alterações, ocorrem alterações histológicas nos rins e baço deixando-os susceptíveis a doenças (ARANA, 1997).

Com relação ao aumento das concentrações de fósforo na água, este não

afeta diretamente a fisiologia dos peixes criados em cativeiro. No entanto, confere alterações limnológicas no que diz respeito às variáveis de pH e oxigênio dissolvido através do beneficiamento do crescimento algal em função da eutrofização do corpo d'água (ESTEVES, 1998).

Neste sentido, pode-se afirmar que é necessário o conhecimento da alimentação ideal das larvas visando a contribuição para o aumento da sobrevivência, assim como para a redução dos impactos causados na água de cultivo.

2 – OBJETIVO

2.1 – Objetivo Geral

- Avaliar a sobrevivência das larvas de *Betta splendens* alimentadas com diferentes dietas e o aporte de fósforo e nitrogênio relativos aos alimentos oferecidos.

2.2 – Objetivos Específicos

- Comparar os índices de sobrevivência das larvas quanto ao diferentes alimentos fornecidos;
- Quantificar os aportes de fósforo e nitrogênio, em função dos alimentos oferecidos.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em laboratório na Piscicultura Talarico, situada na cidade de Tabatinga, região centro-oeste do estado de São Paulo (21°43'00"S; 48°41'15" W, altitude de 490 metros), entre março e abril de 2006,

durante 30 dias, tempo suficiente para completa formação do labirinto nos peixes.

3.1 – Instalações e Condições Experimentais

Para avaliar o desenvolvimento das larvas de *Betta splendens* foram utilizadas 2.000 larvas obtidas da homogeneização de diversas ninhadas, com idade de três dias ($0,143 \pm 0,06\text{mg}$ e $2,97 \pm 0,31\text{mm}$), as quais foram distribuídas em 20 aquários com dimensões de 0,4m x 0,4m x 0,4m, adaptados com aeração por meio de pedras porosas, mantendo a altura da coluna d'água em 5cm, totalizando um volume útil de 8 litros mantendo uma densidade de 12,5 larvas. L⁻¹.

Inicialmente, os aquários foram abastecidos com água proveniente de um poço semi-artesiano com auxílio de bomba submersa. Foi utilizado um aquário com volume útil de 150 litros com constante aeração para armazenamento da água de abastecimento dos aquários após as sifonagens.

3.2 – Alimentos e Manejo Alimentar

Foram avaliados três alimentos, artêmia recém-eclodida (T₁), gema de ovo cozida (T₂) e ração comercial extrusada em pó (T₃) escolhidos em função do uso habitual do piscicultor na alimentação de larvas e juvenis de espécies produzidas na propriedade, além de um quarto tratamento sem alimentação (T₀).

Amostras dos alimentos utilizados foram submetidos à análise químico-bromatológica (Tabela 1) no Laboratório de Análises de Nutrição Animal (LANA), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, pelo método descrito por ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1990).

Tabela 1 – Composição centesimal das dietas experimentais para proteína bruta (PB) e energia bruta (EB).

Composição		
Alimentos	PB (%)	EB (kcal/kg)
Artêmia	52,15	5022,2
Gema de Ovo	29,73	7598,1
Ração	37,32	4167,7

A alimentação foi realizada quatro vezes ao dia, conforme indicado por JOMORI (2001), sendo iniciada às 8:30h com intervalos de três horas entre elas. O período experimental foi dividido em dez etapas, com duração de três dias. Cada etapa recebeu uma quantidade de alimento programada (Tabela 2), mesmo havendo mortalidade parcial, com excessão do T₀. A quantidade de alimento foi dividida em quatro porções, respectivas às quatro refeições diárias.

Tabela 2 – Quantidade programada das diferentes dietas durante o período experimental.

Tratamento				
Período experimental	T ₁ Artêmia (náupilos.dia ⁻¹)	T ₂ Ração comercial extrusada em pó (g.dia ⁻¹)	T ₃ Gema de ovo cozido (g.dia ⁻¹)	T ₀ s/ Alimento
1º ao 3º dia	10.000	0,05	0,25	0
4º ao 6º dia	20.000	0,1	0,5	0
7º ao 9º dia	30.000	0,15	0,75	0
10º ao 12º dia	40.000	0,2	1,0	0
13º ao 15º dia	50.000	0,25	1,25	0
16º ao 18º dia	60.000	0,3	1,5	0
19º ao 21º dia	70.000	0,35	1,75	0
22º ao 24º dia	80.000	0,4	2,0	0
25º ao 27º dia	90.000	0,45	2,25	0
28º ao 30º dia	100.000	0,5	2,5	0

As porções de alimento oferecidas às larvas tiveram suas medidas programadas, havendo aumento da quantidade de alimento relativo à etapa respectiva, sendo esta cessada apenas quando a mortalidade fosse total.

A quantidade artêmia oferecida foi estimada com o auxílio de pipetas, a ração extrusada em pó com o auxílio de uma balança e a gema de ovo cozida foi diluída na água dos aquários, sendo que o peso adotado para gema de ovo foi o peso úmido, equivalente ao dobro do peso da matéria seca.

Ao final de cada etapa foi realizado o processo de sifonagem dos aquários, cujo volume retirado foi de 30% do volume total de cada aquário, equivalente a 2,4 litros.

3.3 – Parâmetros Analisados

3.3.1 – Análise Microbiológica da Água

Amostras da água de abastecimento dos aquários foram submetidas à análise microbiológica de coliformes totais, coliformes fecais e contagem padrão de microrganismos (35 °C/48 horas), as quais foram realizadas pelo Departamento de Veterinária Preventiva, situada na UNESP - Campus de Jaboticabal-SP, para avaliação de possíveis interferências patológicas na sobrevivência das larvas.

3.3.2 – Sobrevivência das Larvas

A remoção das larvas mortas foi efetuada diariamente na primeira refeição (8:30h), e foi avaliada diariamente por meio do número de larvas vivas em relação ao tratamento, analisando assim, a viabilidade do uso de tais alimentos (artêmia recém-eclodida, gema de ovo cozida e ração) por meio da comparação com o tempo de sobrevivência das larvas sem qualquer tipo de alimentação (T_0). Para

verificar a diferença entre os resultados de sobrevivência entre os diferentes tratamentos, foi realizada Análise de Variância (ANOVA) seguido pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.3.3 – Desempenho das Larvas

Foi realizada biometria inicial com amostragem de 200 larvas (10% animais utilizados) com três dias após a eclosão, onde foram obtidos dados do peso e comprimento dos animais (0,143mg e 2,97mm). Ao final do período experimental, os peixes sobreviventes, foram submetidos à nova biometria avaliando os mesmos índices da biometria inicial visando a determinação do desempenho de produção. Em ambas amostragens, a fixação das larvas foi precedida com a fixação em formol 10%. As biometrias foram realizadas no Laboratório de Peixes Ornamentais do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP).

3.3.4 – Variáveis Limnológicas

Foram realizadas análises de nitrogênio total pelo método Kjeldahl e fósforo total pela metodologia descrita por GOLTERMAN, CLYMO & OHNSTAD (1978), da água dos aquários experimentais obedecendo a periodicidade da alteração das taxas de alimentação, ou seja, ao final de cada período alimentar eram efetuadas análises destas variáveis visando quantificar os aporte de nitrogênio total e fósforo total na água de criação.

O material para análises de nitrogênio total e fósforo total foi coletado em frascos de 300mL por meio de sifonagem. Ao término de cada etapa, foi sifonado o volume de 2,4 litros por aquário, homogeneizado, coletado nos frascos e mantidos em *freezer*.

Ao término do período experimental, as análises foram realizadas no Laboratório de Ecologia Aquática do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro.

Além das variáveis de fósforo e nitrogênio foram avaliadas a temperatura (termômetro de máxima e mínima), oxigênio dissolvido (Oxímetro YSI 55), pH (Potenciômetro HI 8314 HANNA) e condutividade elétrica (Condutivímetro Científica modelo mCA150p) da água dos aquários experimentais.

Para verificação das diferenças entre os resultados, foi realizado a análise de variância com número diferente de repetições (ANOVA) seguido pelo teste de Tukey ao nível significância de 5%.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – Análise Microbiológica

Como o sistema utilizado para o desenvolvimento do estudo foi o sistema fechado, e o produtor já havia obtido mortalidade por bacterioses, foi realizada análise microbiológica da água. Este cuidado foi tomado para quantificar microrganismos e evitar possíveis interferências patológicas da água de abastecimento.

A contagem de coliformes totais foi de 5,1 microrganismos.100mL⁻¹ por amostra, com ausência de coliformes fecais. A contagem padrão de microrganismos (35°C/48 horas) foi de 1,2 x 10² UFC.mL⁻¹. Tais características são comuns em águas subterrâneas, comprovando a não contaminação por organismos patológicos.

No caso de ambientes abertos, esta população microbiológica se encaixaria dentro das exigências respectivas à atividade aquícola apresentadas

pelo CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2005), onde há exigência que a contagem de coliformes seja inferior à 200 coliformes por 100mL para águas destinadas à aquicultura (Classe 2).

4.2 – Sobrevivência das Larvas

A mortalidade total do tratamento sem alimentação (T_0) ocorreu no sexto dia de experimento (Figura 1), o que leva a supor que o tempo máximo de vida apenas com a absorção dos nutrientes do saco vitelínico é de nove dias após a eclosão dos ovos. Os peixes alimentados com a gema de ovo cozida (T_2) apresentaram tempo de vida mais prolongado e maior sobrevivência que o tratamento sem alimentação (T_0) até o oitavo dia de experimento, indicando que a alimentação com gema de ovo cozida proporciona maior sobrevivência até o décimo primeiro dia após a eclosão. Entretanto, após esse período, seu índice de sobrevivência deixou de apresentar diferença significativa quando comparado ao tratamento sem alimentação.

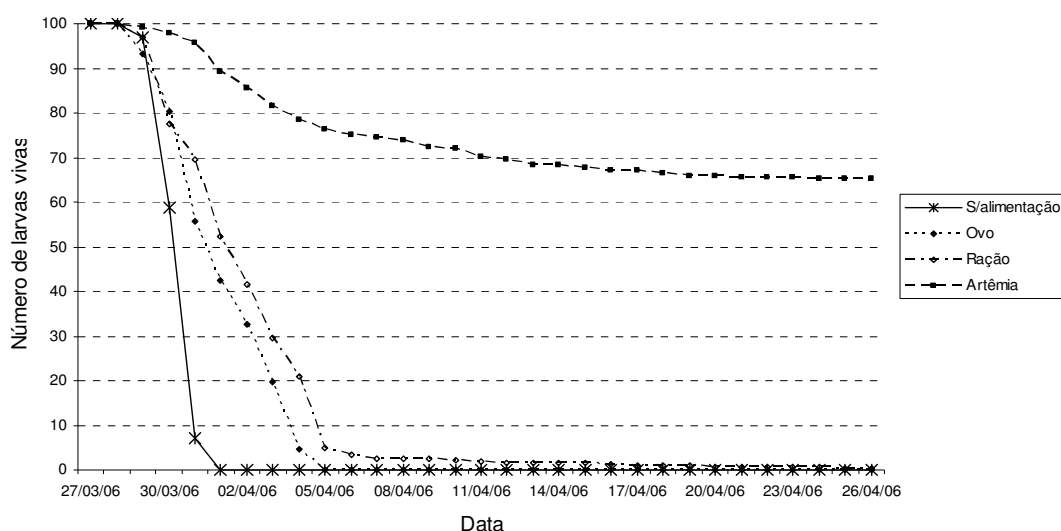


Figura 1 – Sobrevivência de larvas de *Betta splendens* submetidas à diferentes dietas alimentares nos aquários de criação

No T₂ foi possível observar aglomerados de sobras de alimento de onde muitas larvas mortas foram removidas, sugerindo que a utilização da gema na alimentação de larvas é inadequada. Isto corrobora com o fato de que este alimento é comumente utilizado na formulação de dietas, porém pouco utilizada como única fonte de alimento (CARDOSO et al., 2004).

O tratamento com ração (T₃) não diferiu significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) às larvas alimentadas com a gema de ovo. Porém, seu melhor desempenho em relação ao tratamento sem alimentação (T₀) durou até o nono dia (Tabelas 3 e 4), observando-se ao final do experimento apenas duas larvas sobreviventes. Os peixes alimentados com náuplios de artêmia (T₁) apresentaram sobrevivência significativamente maior em todos os momentos, atingindo um índice médio ao final do experimento de 65,2%. Esse resultado demonstra a importância e eficiência desse alimento para o desenvolvimento da larvicultura, o que também foi relatado JOMORI (2003) e DHERT et al. (2004) em larvicultura de pacu.

Um fator decisivo para o sucesso da larvicultura é a atratividade do alimento, já que o sistema quimiorreceptor em peixes é muito bem desenvolvido e serve para mediar vários comportamentos fundamentais, entre eles, o da procura por alimento, ou seja, as larvas ingerem principalmente organismos vivos (que se movimentam) durante os primeiros dias de desenvolvimento (TESSER & PORTELLA, 2006).

4.3 – Desempenho das Larvas

Quanto ao desempenho, a mortalidade parcial ou total de alguns tratamentos impossibilitou a análise estatística entre todos os tratamentos. Porém,

é possível afirmar que as larvas alimentadas com artêmia tiveram seu desenvolvimento superior em crescimento ao comparar com os demais tratamentos.

Comparando-se a biometria inicial e final realizada nos diferentes tratamentos, foi possível observar a diferença de desempenho zootécnico entre os mesmos. Tendo as larvas alimentadas com artêmia (T_1), ganho de peso até sete vezes maior e crescimento dobrado (43 mg e 13,44 mm) em relação ao T_3 (6 mg e 6 mm). Assim como observado por JOMORI (2001) e CHONG, HASHIM & ALI (2000) quanto ao crescimento das larvas alimentadas com náuplios de artêmia em relação à alimentação com plâncton.

4.4 – Variáveis limnológicas

As temperaturas aferidas nos tratamentos oscilaram entre 23,1 a 25,2°C (Figura 2), inferiores às recomendações de HALPERIN, DUNHAM & YE (1992) e WOLFSHEIMER (2003), os quais determinam como zona ótima para produção de larvas entre 25 e 28°C. Pode-se afirmar que as temperaturas mantidas no período experimental podem ter interferido na atividade metabólica e redução da alimentação pelas larvas (WOLFSHEIMER, 2003). No entanto, esta influência foi semelhante entre os tratamentos, pois se situavam em ambiente laboratorial.

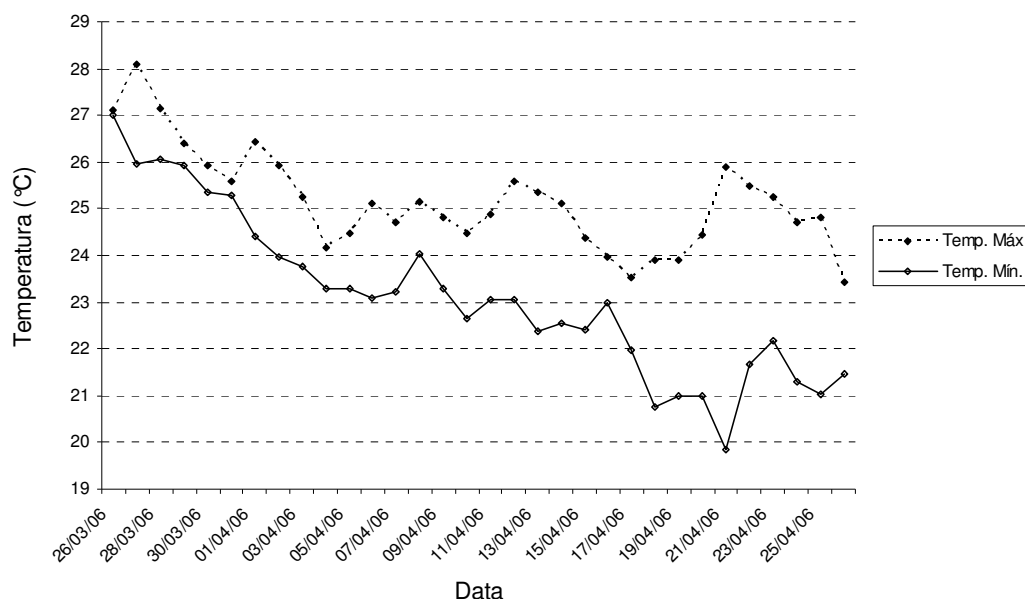


Figura 2 – Valores de temperatura (°C) máxima e mínima da água dos aquários de criação de larvas de *Betta splendens* submetidas a diferentes dietas alimentares.

A concentração de oxigênio dissolvido na água apresentou aumento ao longo do experimento (Tabela 5). Este aumento na concentração de oxigênio dissolvido pode ter sido influenciado pela queda na temperatura da mesma, pois a saturação é inversamente proporcional à temperatura (ESTEVES, 1998). Assim como a queda na temperatura pode ter interferido na concentração de oxigênio dissolvido na água, o desenvolvimento do sistema respiratório auxiliar do peixe-beta, denominado labirinto, pode ter reduzido o consumo do oxigênio da água, devido captação do ar atmosférico (DAMAZIO, 1992).

Todavia, no decorrer do experimento, a gema de ovo cozida contribuiu para uma queda acentuada da concentração de oxigênio, indicando a presença de sólidos solúveis na água em alta concentração, provenientes das sobras de alimento, resultando assim na queda de oxigênio dissolvido na água (WANG, 1990). Ração em pó e náuplios de artêmia não diferiram significativamente quanto à concentração de oxigênio dissolvido. Contudo, as concentrações não atingiram

valores críticos para a sobrevivência desta espécie devido a baixa variação da concentração.

Na fase adulta, o peixe-beta apresenta alta tolerância às condições de hipóxia até anóxia a partir do desenvolvimento do labirinto (WOLFSHEIMER, 2003). No entanto, pouco se sabe sobre a demanda de oxigênio desta espécie na fase larval.

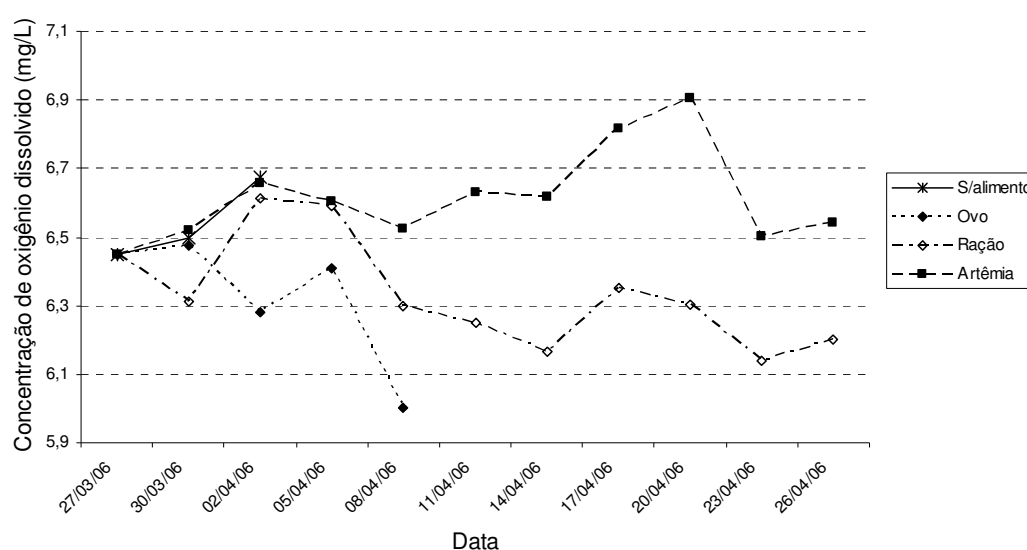


Figura 3 – Valores de concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) na água dos aquários de criação de larvas de *Betta splendens* submetidas a diferentes dietas alimentares.

No caso desse estudo, a água utilizada para abastecer todo o experimento apresentava pH de 6,7, caracterizada como ácido-neutra (VIDAL & KIANG, 2002). Os valores de pH obtidos se encontravam inicialmente abaixo da faixa de conforto (6,8 – 7,4) determinada por WOLFSHEIMER (2003).

Conforme descrito por ESTEVES (1998), excretas e fezes de peixes influenciam na acidificação do meio. Tal ocorrência pode ser observada no presente estudo nos primeiros dias de tratamento, quando as larvas excretaram

restos de metabólitos absorvidos do saco vitelínico, também observado por JOMORI (2001). No decorrer do período experimental, com aumento na taxa de alimentação, foi possível visualizar sobras de alimentos, neste caso os alimentos não consumidos provavelmente favoreceram o aumento de pH (Figura 4). Considerando que o meio estava com valores de pH abaixo da zona de conforto do animal, o tratamento com ração em pó apresentou uma diferença significativa positiva, adequando o ambiente (Tabela 6). No tratamento que recebeu gema de ovo cozida, as sobras de alimento influenciaram na alcalinização do meio, ajustando-o para faixa de conforto do peixe.

No tratamento com artêmia a sobrevivência foi maior mesmo com os valores de pH abaixo da faixa de conforto na maior parte do período experimental, esse fato corresponde a alta ingestão do alimento, proporcionando geração de fezes e excretas que influenciam na acidificação do meio (ESTEVES, 1998).

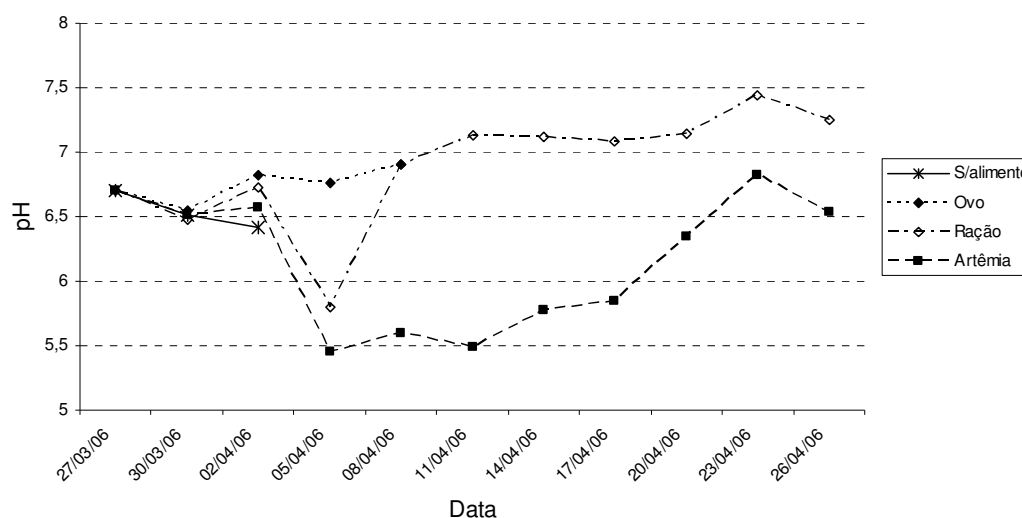


Figura 4 – Valores de pH da água dos aquários de criação de larvas de *Betta splendens* submetidas a diferentes dietas alimentares.

Com relação à condutividade elétrica, a gema de ovo cozida pouco interferiu, pois seus valores não apresentaram diferença significativa com o T_0 ,

assim como o tratamento com ração em pó nos primeiros dias (Tabela 7). Pouco se sabe sobre influências diretas nas larvas causadas pela condutividade elétrica. Tendo em vista que condutividade elétrica está relacionada com a presença de íons dissolvidos na água, pode-se afirmar que esta é uma medida indireta da concentração de poluentes, e influenciada pelas fezes e excretas provenientes da criação (FIGUEIREDO et al., 2005).

Segundo LIMA (2005), em ambientes dulcícolas, níveis superiores a $100 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados. Para tanto, foram observados os níveis desta variável em todos os tratamentos, tendo apenas para o T₀ e T₂ (gema de ovo cozida) a manutenção de índices abaixo do considerado para ambiente impactado, ou seja, do início ao final do período experimental de cada tratamento os valores de condutividade mantiveram-se abaixo de $100 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ (Figura 5).

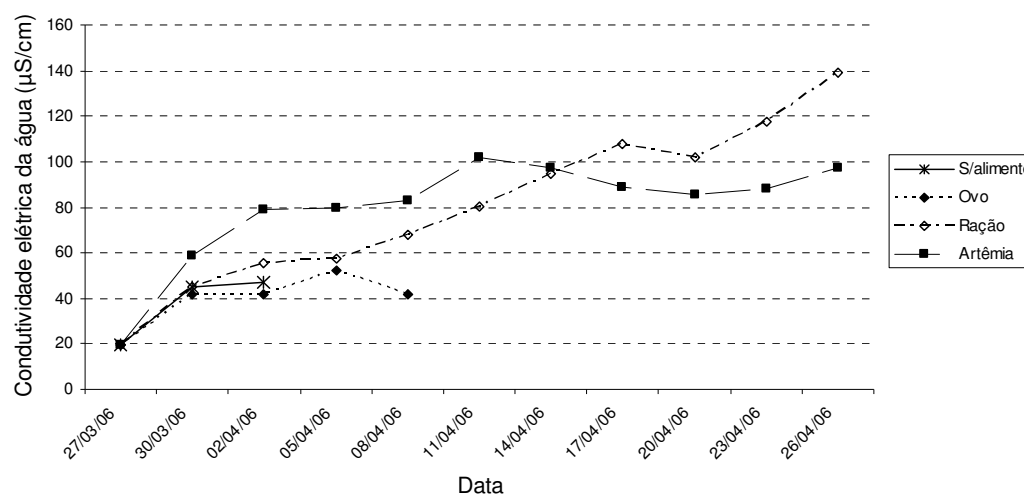


Figura 5 – Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) das amostras de água dos aquários de criação de larvas de *Betta splendens* submetidas a diferentes dietas alimentares.

Pouco se sabe sobre a influência deste parâmetro no desenvolvimento do beta, entretanto, o tratamento com artêmia, juntamente com o tratamento ração,

apresentaram valores significativamente maiores que os demais tratamentos, sendo que o T₁ apresentou os maiores valores de sobrevivência durante o experimento.

Como a artêmia provém de água salina, e o sal altera os valores da condutividade elétrica, pode-se supor que o sal contido na solução (30 ppm) para eclosão dos cistos não foi totalmente removido, afetando diretamente a condutividade elétrica do tratamento, ocasionando assim o aumento desta conforme o aumento da quantidade de náuplios de artêmia na alimentação das larvas. O mesmo pôde ser observado para o tratamento com ração, devido à grande quantidade de sobras e posterior degradação que influenciou no aumento da concentração de sólidos na água de criação.

Além da determinação das condições ambientais de um corpo d'água a análise da condutividade elétrica é de suma importância para a aferição das condições de estresse dos animais mantidos em viveiro, devido ao fato de que em qualquer condição de estresse há perda de sais pelas brânquias dos peixes, aumentando os valores de condutividade elétrica (FIGUEIREDO et al., 2005). Contudo, não foi possível a utilização desse parâmetro para tal avaliação.

O tratamento com ração apresentou os maiores valores de nitrogênio total na água dos aquários a partir da quinta amostragem. Isto demonstra que as sobras deste alimento podem levar a queda da qualidade da água quando utilizada em grandes escalas sem um controle rígido e manejo correto (Tabela 8).

Freqüentemente, pisciculturas encontram problemas diretos atribuídos à altas concentrações de compostos nitrogenados como a intoxicação por N-amoniaco e o nitrito pelos peixes. Tal afirmação está relacionada com a temperatura e o pH da água de criação, fatores que indicam a necessidade de

uma melhor prática de manejo (BOYD & QUEIROZ, 2004).

As larvas alimentadas com ração apresentaram maior mortalidade até o décimo dia de experimento, quando os valores de pH (5,8) e temperatura (23 – 28°C) favorecem a hidratação da amônia formando o íon amônio (NH_4^+), pouco tóxico a maioria dos peixes. Entretanto, altas concentrações de íons amônio em ambientes abertos podem influenciar na dinâmica do oxigênio dissolvido e produção primária desordenada (ESTEVES, 1998).

Com exceção dos tratamentos com gema de ovo cozido e sem alimentação, o aumento gradual da oferta de alimentos prosseguiu até o final do experimento, mesmo havendo mortalidade parcial. O tratamento com artêmia apresentou aumento gradativo nos níveis de nitrogênio total, mas, assim como o tratamento ração, sua concentração pode se elevar até um patamar tóxico aos peixes criados em cativeiro (Figura 6).

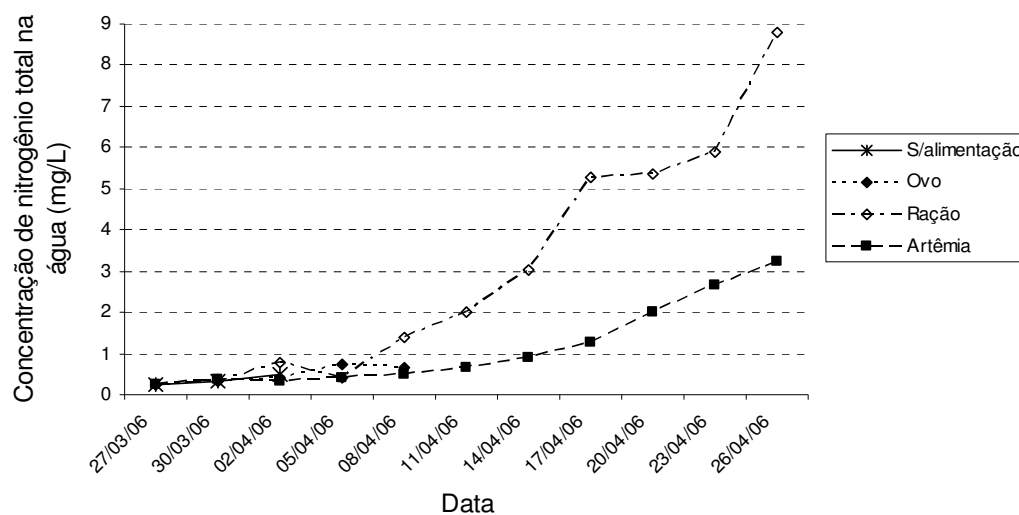


Figura 6 – Valores de concentração de nitrogênio total das amostras de água dos aquários de criação de larvas de *Betta splendens* submetidas a diferentes dietas alimentares.

A concentração de nitrogênio total pode ser atribuída às sobras de alimento, excretas e fezes (ESTEVES, 1998; ARANA, 1999). Esse nutriente pode

ser encontrado nas mais diversas formas (NH_4^+ , NH_3 , NO_3^- e NO_2^-). Para a aquicultura, a amônia (NH_3) e o nitrito (NO_2^-) são as formas mais tóxicas para os peixes.

O efeito tóxico causado pelo nitrito na maioria dos peixes de água doce é conhecido como a doença do sangue marrom que, devido a altas concentrações do ácido nitroso, oxida o íon ferroso da hemoglobina, formando assim a metahemoglobina, incapaz de transportar o oxigênio, matando o peixe por asfixia (HARCKE & DANIELS, 1999).

O nitrogênio amoniacal, na forma de amônia é altamente tóxico mesmo em baixas concentrações. Sua concentração aumenta conforme a alcalinização da água de criação. A exposição a concentrações sub letais de amônia podem comprometer o crescimento, conversão alimentar, tolerância no manuseio e saúde dos peixes (KUBITZA, 2000).

Assim como o nitrogênio, a concentração de fósforo total na água foi maior no tratamento ração. Porém, a gema de ovo também apresentou grande aporte do fósforo na água (Figura 7). Este fato pode ser explicado fato de a gema de ovo ser um alimento altamente energético (ATP), que, segundo ESTEVES (1998), representa uma grande fonte de fósforo. É comum a suplementação de dietas com fósforo bicálcico (GONÇALVES, 2003), que pode aumentar o aporte desse nutriente.

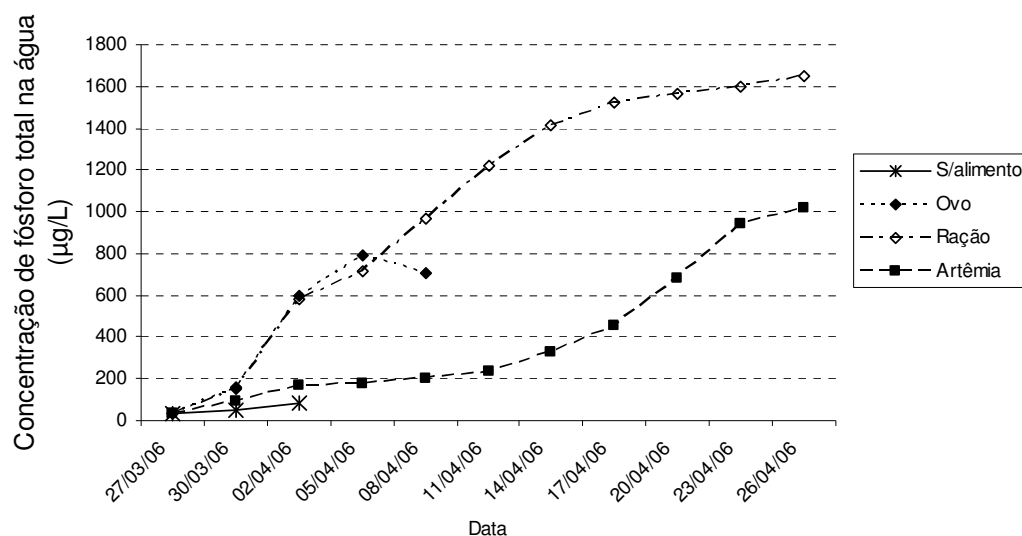


Figura 7 – Valores de concentração de fósforo total das amostras de água dos aquários de criação de larvas de *Betta splendens* submetidas a diferentes dietas alimentares.

O tratamento com ração, a partir do quinto dia de amostragem, apresentou concentração significativamente maior de fósforo total que os demais tratamentos, o que leva a crer que a forma administrada deste alimento não foi adequada (Tabela 9).

Sabendo-se que o fósforo não promove efeitos diretos no peixe e sim no estado trófico do ecossistema aquático, esta variável é considerada como uma influência indireta no desenvolvimento e sobrevivência dos peixes no ambiente aberto (ARANA, 1999). Para tanto, podemos considerar a alimentação artificial como causadora da eutrofização, a qual pode ocasionar uma reação em cadeia, cuja principal característica é impacto no ecossistema pela produção primária desordenada (ESTEVES, 1998).

No caso deste estudo, a larvicultura foi aplicada em aquários sem renovação regular de água, não havendo interferência quanto à produção primária que poderia ocorrer em ambiente aberto, o que pode facilitar a aplicação de

tratamentos para reutilização ou descarte com características semelhante à água que o abasteceu (ARANA, 1999).

A ênfase aplicada no estudo quanto à concentração do nitrogênio e do fósforo são proporcionais ao destaque de agentes poluidores da aquicultura intensiva, também caracterizada por HAKANSON et al. (1998) e LEMARIE et al. (1998). Segundo FOLKE & KAUTSKY (1992) em ambientes naturais, de 100% de fósforo contidos em uma ração, 23% são retidos pelos peixes, 11% dissolvem na água e 66% sedimentam, enfatizando a importância de boas práticas de manejo. Contudo, SCHNEIDER et al. (2005) atentam para consorciação entre criações para maximização da retenção destes nutrientes.

Para utilização da ração em pó e a gema de ovo cozida na alimentação de larvas e juvenis de *Betta splendens*, faz-se necessário maiores estudos visando à redução de seus efeitos impactantes e a maximização do consumo das mesmas.

5 – CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, podemos afirmar que a artêmia foi o melhor alimento utilizado para a sobrevivência das larvas de *Betta splendens* e apresentou os menores aportes de nitrogênio total e fósforo total.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15 ed. Arlington, 1990. 1260p.

ARANA, L. A. V. **Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis: UFSC, 1997. 166p.

ARANA, L. A. V. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999. 310p.

BACCARIN, A. E. **Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares**. 2002. 56f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALLOSSI, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Org.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 25-44.

CARDOSO, A. P.; RANDÜNS NETO, J.; MEDEIROS, T. S.; KNÖPKER, A.; LAZZARI, R. Criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações granuladas contendo fígados ou hidrolisados. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 457-462, 2004.

CHONG, A. S. C., HASHIM, R., ALI, A. B. Dietary protein requirements for discus (*Symphysodon* spp.). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.6, n.4, 275–278p, 2000.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA. n° 357, de 18/03/2005. Dispõe sobre a classificação das águas. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em 12/04/2005.

DHERT, P.; LIM, L. C.; CANDREVA, P.; VAN DUFFEL, H.; SORGELOOS, P. Possible applications of modern fish larviculture technology to ornamental fish production. **Aquarium Sciences and Conservation**, Springer Netherlands, v.1, n. 2, p.1-136. 2004.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/Finep, 1998. 604p.

FIGUEIREDO, M. C. B.; ARAÚJO, L. F. P.; GOMES, R. B.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MORAIS, L. F. S. Impactos Ambientais do Lançamento de Efluentes de Carcinicultura em Águas Interiores. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v.10, n.2, p.167-174, 2005.

FOLKE, C.; KAUTSKY, N. Aquaculture with its environment; prospects of sustainability. **Journal of waterway, port, coastal and ocean engineering**, New York, v.17, n.52, p.5-24, 1992.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. London: Blackwell Sci.Pub., 1978. 213p.

GONÇALVES, G. S. **Digestibilidade aparente de alimentos vegetais suplementados com fitase pela tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus***. 2003. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2003.

HAKANSON, L.; CARLSSON, L.; JOHANSSON, T. A new approach to calculate the phosphorus load to lakes from fish farm emissions. **Aquacultural Engineering**. Essex, v.17, n.3, p.149-166, 1998.

HALPERIN, J. R. P.; DUNHAM, D. W.; YE, S. Social isolation increases social display after priming in *Betta splendens* but decreases aggressive readiness. **Behavioural Processes**, Toronto, v.28, n.1/2, p.13-22. 1992.

HARCKE, J. E.; DANIELS, H. V. Acute Toxicity of Ammonia and Nitrite to Reciprocal Cross Hybrid Striped Bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* Eggs and Larvae. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.30, n.4, 1999.

JOMORI, R. K. **Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holemborg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de cultivo inicial de larvas em laboratório**. 2001. 69f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G.; PORTELLA, M. C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 243, p. 277-287, 2003.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B.; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v.243, n. 1-4, p.175-183, 2005.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285p.

LEMARIE, G.; MARTIN, J. L. M.; DUTTO, G.; GARIDOU, C. Nitrogenous and phosphorous waste production in a flow-through land-based farm of European seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquatic Living Resources**. Montrouge, v.11, n.4, p.247-254, 1998.

LIMA, M. A. S. **Águas acumuladas em açudes e barragens na região de Santa Maria e flutuações em seus atributos físico químicos**. 2005. 83f. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MACINTOSH, D.; PHILLIPS, M. Environmental issues in shrimp farming. In: GLOBAL CONFERENCE ON THE SHRIMP INDUSTRY, 3., 1992, Kuala Lumpur. **Proceedings...** INFOFISH International, p.118-145, 1992.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Org.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p.75-170.

PORTELLA, M. C.; TESSER, M. B.; JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J. Substituição do alimento vivo na larvicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAQ, 2002.

PORTO-FORESTI, F.; FOSRESTI, F. Genética e biotecnologia em piscicultura: usos na produção, manejo e conservação dos estoques de peixes. CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (Org.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p.195-216.

RIBEIRO, P. A. P.; GOMIERO, J. S. G.; LOGATO, P. V. R. **Manejo alimentar de peixes**. Lavras: Editora UFLA, 17p. 2002 (Boletim técnico).

SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Nutrient requirements of ornamental fish. **Aquatic Living Resources**. Merelbeke. v.16, n.6, p.533-540, 2003.

SCHNEIDER, O.; SERETI, V.; EDING, E. H.; VERRETH, J. A. J. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. **Aquacultural Engineering**. Essex, v.32, n.3/4, p.379-401, 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 70p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos: RIMA, 2003. 106p.

TESSER, M. B.; PORTELLA, M. C. Diet ingestion rate and pacu larvae behavior in response to chemical and visual stimuli. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.35, n.5, p.1887-1892, 2006.

VIDAL, A. C.; KIANG, C. H. Caracterização Hidroquímica dos Aqüíferos da Bacia de Taubaté. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.32, n.2, p.267-276. 2002.

WANG, J. Managing shrimp pond water to reduce discharge problems. **Aquacultural Engineering**. Essex, v.9, n.1, p.61-73, 1990.

WOLFSHEIMER, G. **The guide to owning Bettas**. Neptune City: T.H.F. Publications, 2003. 63p.

.

Tabela 3 – Média e desvio padrão do número de larvas vivas de *Betta splendens* durante o período experimental (27/03/2006 a 10/04/2006), de acordo com os tratamentos.

	27/mar	28/mar	29/mar	30/mar	31/mar	1/abr	2/abr	3/abr	4/abr	5/abr	6/abr	7/abr	8/abr	9/abr	10/abr
Controle	100±0	100±0	97±0,7 ^b	58,8±8,1 ^c	7,2±16,1 ^c	*0 ^c	*0 ^c	*0 ^c	*0 ^c	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b
Ovo	100±0	100±0	93,2±4,0 ^b	80,2±4,0 ^b	55,6±23,0 ^b	42,6±13,6 ^b	32,6±11,6 ^b	19,6±9,4 ^b	4,6±,7 ^c	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b
Ração	100±0	100±0	96,8±1,9 ^b	77,4±4,6 ^b	69,6±13,2 ^b	52,2±13,7 ^b	41,4±13,5 ^b	29,4±11,2 ^b	20,8±8,4 ^b	4,8±7,5 ^b	3,4±5,6 ^b	2,6±4,3 ^b	2,4±3,9 ^b	2,4±3,9 ^b	2,2±3,5 ^b
Artémia	100±0	100±0	99,2±0,8 ^a	98,0±1,4 ^a	95,6±1,1 ^a	89,2±2,9 ^a	85,4±5,3 ^a	81,6±8,0 ^a	78,4±10,2 ^a	76,4±11,2 ^a	75,2±11,9 ^a	74,4±12,1 ^a	73,8±12,4 ^a	72,4±12,8 ^a	72,0±12,1 ^a

- ^{a, b, c} – Letras diferentes significam diferenças entre os tratamentos por meio do teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 4 – Média e desvio padrão do número de larvas vivas de *Betta splendens* durante o período experimental (27/03/2006 a 10/04/2006), de acordo com os tratamentos.

	11/abr	12/abr	13/abr	14/abr	15/abr	16/abr	17/abr	18/abr	19/abr	20/abr	21/abr	22/abr	23/abr	24/abr	25/abr	26/abr
Controle	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b
Ovo	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b	*0 ^b
Ração	1,8±2,7 ^b	1,6±2,6 ^b	1,4±2,2 ^b	1,4±2,2 ^b	1,4±2,2b	1,2±1,8 ^b	0,8±1,3 ^b	0,8±1,3 ^b	0,8±1,3 ^b	0,6±0,9 ^b	0,6±0,9 ^b	0,6±0,9 ^b	0,6±0,9 ^b	0,6±0,9 ^b	0,4±0,9 ^b	0,4±0,9 ^b
Artémia	70,2±13,8 ^a	69,4±14,5 ^a	68,4±13,7 ^a	68,2±13,9 ^a	67,6±14,6 ^a	67,0±14,6 ^a	67,0±14,6 ^a	66,4±14,7 ^a	66,0±15,0 ^a	66,0±15,0 ^a	65,4±14,9 ^a	65,4±14,9 ^a	65,4±14,9 ^a	65,2±15,0 ^a	65,2±15,0 ^a	65,2±15,0 ^a

- ^{a, b, c} – Letras diferentes significam diferenças entre os tratamentos por meio do teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 5 – Média e desvio padrão de valores de concentração de oxigênio dissolvido na água (mg/L) dos aquários de criação de *Betta splendens* de acordo com os tratamentos.

	27/mar	30/mar	2/abr	5/abr	8/abr	11/abr	14/abr	17/abr	20/abr	23/abr	26/abr
Controle	6,45±0,00	6,50±0,05 ^a	6,68±0,08 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
Ovo	6,45±0,00	6,47±0,05 ^a	6,28±0,08 ^b	6,41±0,23 ^b	6,00±0,00 ^b	-	-	-	-	-	-
Ração	6,45±0,00	6,31±0,07 ^b	6,61±0,14 ^a	6,59±0,16 ^a	6,30±0,16 ^a	6,25±0,08 ^b	6,17±0,04 ^b	6,35±0,03 ^b	6,30±0,13 ^b	6,14±0,06 ^b	6,20±0,07 ^b
Artêmia	6,45±0,00	6,52±0,04 ^a	6,66±0,07 ^a	6,60±0,13 ^a	6,52±0,11 ^a	6,63±0,05 ^a	6,62±0,02 ^a	6,82±0,05 ^a	6,91±0,07 ^a	6,50±0,15 ^a	6,54±0,16 ^a

^{a, b} – Letras diferentes significam diferenças entre os tratamentos por meio do teste de Tukey (p<0,05).

- A medida em que unidades experimentais foram sendo perdidas, os dados passaram a ser analisados por meio de teste de Tukey para n desiguais (p<0,05).

Tabela 6 – Média e desvio padrão de valores de pH da água dos aquários de criação de *Betta splendens* de acordo com os tratamentos.

	27/mar	30/mar	2/abr	5/abr	8/abr	11/abr	14/abr	17/abr	20/abr	23/abr	26/abr
Controle	6,70±0,00	6,52±0,07	6,41±0,09 ^b	-	-	-	-	-	-	-	-
Ovo	6,70±0,00	6,55±0,07	6,83±0,09 ^c	6,76±0,18 ^a	6,90±0,00 ^b	-	-	-	-	-	-
Ração	6,70±0,00	6,48±0,03	6,72±0,17 ^a	5,80±0,17 ^b	6,90±0,11 ^a	7,13±0,08 ^a	7,12±0,12 ^a	7,08±0,16 ^a	7,14±0,14 ^a	7,44±0,17 ^a	7,25±0,11 ^a
Artêmia	6,70±0,00	6,51±0,03	6,57±0,07 ^{bc}	5,46±0,35 ^b	5,59±0,25 ^c	5,49±0,24 ^b	5,78±0,18 ^b	5,84±0,12 ^b	6,34±0,12 ^b	6,82±0,11 ^b	6,53±0,23 ^b

^{a, b} – Letras diferentes significam diferenças entre os tratamentos por meio do teste de Tukey (p<0,05).

- A medida em que unidades experimentais foram sendo perdidas, os dados passaram a ser analisados por meio de teste de Tukey para n desiguais (p<0,05).

Tabela 7 – Média e desvio padrão de valores de condutividade elétrica da água ($\mu\text{S}/\text{cm}$) dos aquários de criação de *Betta splendens* de acordo com os tratamentos.

	27/mar	30/mar	2/abr	5/abr	8/abr	11/abr	14/abr	17/abr	20/abr	23/abr	26/abr
Controle	19,9±0,00	44,74±2,35 ^a	46,96±5,00 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
Ovo	19,9±0,00	41,48±10,26 ^a	41,48±7,66 ^a	52,18±13,99 ^a	42,1±0,00 ^a	-	-	-	-	-	-
Ração	19,9±0,00	45,26±0,84 ^a	55,72±2,44 ^a	57,44±1,84 ^a	67,95±1,91 ^{ab}	80,5±0,71	94,55±6,29	108±19,94	101,65±2,90	117,35±9,12 ^b	139,25±3,61 ^b
Artêmia	19,9±0,00	58,58±8,16 ^b	79,3±15,54 ^b	79,86±11,76 ^b	82,72±7,42 ^b	102,12±13,38	97,32±6,72	89,06±7,47	85,56±9,67	88,36±10,94 ^a	97,26±10,95 ^a

- ^{a, b} – Letras diferentes significam diferenças entre os tratamentos por meio do teste de Tukey ($p<0,05$).

- A medida em que unidades experimentais foram sendo perdidas, os dados passaram a ser analisados por meio de teste de Tukey para n desiguais ($p<0,05$).

Tabela 8 – Média e desvio padrão de valores de concentração de nitrogênio total na água (mg.L^{-1}) dos aquários de criação de *Betta splendens* de acordo com os tratamentos.

.	27/mar	30/mar	2/abr	5/abr	8/abr	11/abr	14/abr	17/abr	20/abr	23/abr	26/abr
Controle	0,24±0,00	0,33±0,11	0,50±0,19	-	-	-	-	-	-	-	-
Ovo	0,24±0,00	0,31±0,08	0,41±0,07	0,75±0,29	0,67±0,00 ^b	-	-	-	-	-	-
Ração	0,24±0,00	0,31±0,07	0,77±0,49	0,43±0,16	1,37±0,40 ^b	2,00±0,06 ^b	3,03±0,94 ^b	5,28±1,33 ^b	2,37±0,80	5,91±2,24 ^b	8,78±1,39 ^b
Artêmia	0,24±0,00	0,35±0,07	0,35±0,11	0,42±0,13	0,47±0,12 ^a	0,65±0,12 ^a	0,89±0,14 ^a	1,29±0,08 ^a	2,01±0,90	2,64±0,52 ^a	3,21±0,65 ^a

- ^{a, b} – Letras diferentes significam diferenças entre os tratamentos por meio do teste de Tukey ($p<0,05$).

- A medida em que unidades experimentais foram sendo perdidas, os dados passaram a ser analisados por meio de teste de Tukey para n desiguais ($p<0,05$).

Tabela 9 – Média e desvio padrão de valores de concentração de fósforo total na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$) dos aquários de criação de *Betta splendens* de acordo com os tratamentos.

	27/abr	30/mar	2/abr	5/abr	8/abr	11/abr	14/abr	17/abr	20/abr	23/abr	26/abr
Controle	31,96±0,00	53,3±9,8 ^a	80,7±23,6 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
Ovo	31,96±0,00	157,0±16,4 ^c	600,3±59,1 ^c	791,5±62,3 ^c	805,7±0,0 ^b	-	-	-	-	-	-
Ração	31,96±0,00	153,2±35,7 ^c	581,4±54,2 ^c	716,24±28,0 ^b	963,2±31,5 ^c	1222,5±2,12 ^b	1413±11,3 ^b	1519,5±2,12 ^b	1566,3±13,1 ^b	1601,5±7,8 ^b	1648,5±57,2 ^b
Artêmia	31,96±0,00	92,8±4,9 ^b	167,0±52,1 ^b	176,9±26,5 ^a	198,96±32,8 ^a	239,3±37,9 ^a	323,8±52,4 ^a	457,7±14,2 ^a	678,1±133,0 ^a	939,8±93,5 ^a	1015±104,0 ^a

- ^{a, b, c} – Letras diferentes significam diferenças entre os tratamentos por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$).

- A medida em que unidades experimentais foram sendo perdidas, os dados passaram a ser analisados por meio de teste de Tukey para n desiguais ($p < 0,05$).

Capítulo 2

Efeito da altura da coluna d'água na sobrevivência de larvas de *Betta splendens*

Resumo

O estudo avaliou a sobrevivência das larvas em relação à diferentes alturas de coluna d'água e o comportamento dessas no período próximo às refeições. Foi realizado em laboratório de piscicultura, por um período de 10 dias no mês de janeiro de 2007. Foram utilizados 12 recipientes plásticos com volume de 300 mL. As alturas empregadas no experimento foram de 5 cm, 8 cm e 10 cm, sendo três tratamentos com quatro réplicas cada. Com a finalidade de reduzir a influência da variável densidade, cada tratamento teve sua densidade de estocagem estipulada pela proporção peixes/mL, sendo estocados com 10, 15 e 20 peixes respectivamente aos tratamentos. Os recipientes foram povoados com larvas de beta eclodidas a três dias. Náuplios de artêmia foram oferecidos *ad libitum* quatro vezes ao dia em intervalos de três horas, sendo iniciada às 8:30h. O tratamento com 8 cm de coluna não diferenciou de ambos tratamentos. Já o tratamento com 5 cm de altura de coluna d'água apresentou sobrevivência significativamente maior que o tratamento com 10 cm.

Palavras-chave: Beta, estocagem, sobrevivência e comportamento.

Chapter 2

Effect of the height of the water column in the survival of *Betta splendens's* larvae

Abstract

The aim of this research was evaluate the survival of the larvae in relation to the different heights of water column and the behavior of larvae next to feeding time. The study was carried through in laboratory, for a period of 10 days in January of 2007. Were used 12 plastic containers with 300 mL. The heights tested were 5 cm, 8 cm and 10 cm. With the purpose to reduce the influence of the changeable density, each treatment had its density of stockage calculated for the ratio larvae/mL, being storaged with 10, 15 and 20 larvae respectively. The containers had been town with beta larvae come out the three days ago. The feeding with artemia nauplii was effected four times per day in intervals of three hours *ad libitum*, being initiated at 8:30AM. The treatment with 8 cm of column did not differentiate of both treatments. But, the treatment with 5 cm of height of water column presented significantly bigger survival that the treatment with 10 cm.

Keywords: Betta, stockage, survival and behavior.

1 – INTRODUÇÃO

Assim como diversas espécies, o *Betta splendens* é caracterizado pelo cuidado paternal (SUZUKI, AGOSTINHO, WINEMILLER, 2000). Ao final do ritual de acasalamento a fêmea deve ser retirada. Após a postura dos ovos, o macho se torna altamente agressivo, podendo até matar sua companheira (DAMAZIO, 1992; WOLFSHEIMER, 2003).

Nos dois primeiros dias de vida, as larvas de peixes-beta não apresentam um bom controle de natação, seja vertical ou horizontalmente, podendo ocorrer o desprendimento ao ninho provocando seu afundamento e provável mortalidade. Essa é outra responsabilidade do macho, que se encarrega de auxiliar na fixação das larvas ao ninho de bolhas (WOLFSHEIMER, 2003).

A movimentação das larvas de beta se inicia a partir do terceiro dia de vida, quando as larvas começam a nadar em busca de alimento. Este peixe não se movimenta por longas distâncias à procura de alimento, dificultando assim sua alimentação em cativeiro. (DAMAZIO, 1992; WOLFSHEIMER, 2003).

Uma saída adotada por produtores do sudeste asiático para redução dos custos na alimentação foi o oferecimento de organismos planctônicos como a *Daphnia* spp. (KRUGER et al., 2001) e a *Moina* (LIM et al., 2001). Tais alimentos são produzidos em ambientes aquáticos enriquecidos com nutrientes. Entretanto, LIM et al. (2001) atenta para os cuidados higiênicos e sugere a troca desses alimentos pelo náuplio de artêmia, que apresenta controle higênico facilitado.

A interferência da altura da coluna d'água é pouco conhecida na larvicultura dessa espécie, principalmente quanto a sobrevivência das larvas de *Betta splendens*, porém sabe-se que a alteração desta está diretamente relacionada com a densidade de produção (PIET, 1998).

A densidade de estocagem é responsável pelos padrões comportamentais dos animais, conforme descrito por GONÇALVES (1993) em estudo com tilápias do Nilo. Enquanto TERESA (2007) relata confrontos e/ou competição por alimentos quando em altas densidades de estocagem, PERET (2004) cita a escassez de alimento como principal causa de competição.

A altura da coluna d'água está diretamente relacionada com o limite de produção. Ao aumentar esse nível é possível elevar a produção de peixes em uma mesma área, por aumento de volume. Sendo assim, o estudo foi realizado para avaliar a influência da altura da coluna d'água no desenvolvimento inicial das larvas de *Betta splendens*.

2 – OBJETIVOS

- Avaliar a sobrevivência das larvas em relação às colunas d'água estabelecidas;
- Avaliar o comportamento no período próximo à alimentação.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Local do experimento

Durante dez dias, o experimento foi realizado no Biotério do Laboratório de Patologia de Organismos Aquáticos (LAPOA), situado no Centro de Aqüicultura da UNESP campus de Jaboticabal (CAUNESP) no mês de janeiro de 2007.

3.2 – Instalações e Condições Experimentais

Foram utilizados 12 recipientes de plástico com volume de 300 mL, sendo

quatro para cada tratamento, perfazendo três tratamentos. Para reduzir a influência da variável densidade, foi determinada uma densidade equivalente a uma larva para cada 14 mL de água.

Foram distribuídas 135 larvas em três tratamentos respeitando a densidade determinada. Os tratamentos eram distintos quanto as alturas das colunas d'água com 5 cm (T_1), 8 cm (T_2) e 10 cm (T_3) contendo 10, 15 e 20 larvas em cada recipiente, respectivamente.

3.3 – Alimentação e Manejo

As larvas foram alimentadas quatro vezes ao dia *ad libitum* com artêmia recém eclodidas (JOMORI, 2001; KIM, 2006). O comportamento das larvas foi monitorado diariamente no período próximo às refeições quanto a sua movimentação à procura do alimento. No caso de mortalidade as larvas foram removidas com auxílio de pipeta descartável. Ao término do experimento foi realizada contagem das larvas sobreviventes.

3.4 – Delineamento Experimental

O experimento foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro réplicas cada ($n_{total}=12$). Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis ($p<0,10$) para determinação de diferenças significativas na sobrevivência obtida entre os diferentes tratamentos.

4 – Resultados e Discussão

A densidade utilizada associada aos manejos alimentares não levou à competição por alimento, supondo que a forma de fornecimento (*ad libitum*) não

estimula a competição devido à abundância de alimento no meio. O mesmo foi observado por CAVERO et al. (2003) em estudo de criação em alta densidade de estocagem de pirarucus (*Arapaima gigas*), o que leva a crer que o aumento do alimento oferecido confere melhoria no aproveitamento do mesmo e redução da competição.

Houveram diferenças significativas no índice de sobrevivência entre os tratamentos submetidos às colunas d'água de 5 cm e 10 cm por meio do teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 13% (Figura 1). Porém, ao comparar os três tratamentos simultaneamente o nível de significância foi de 38% (Tabela 1).

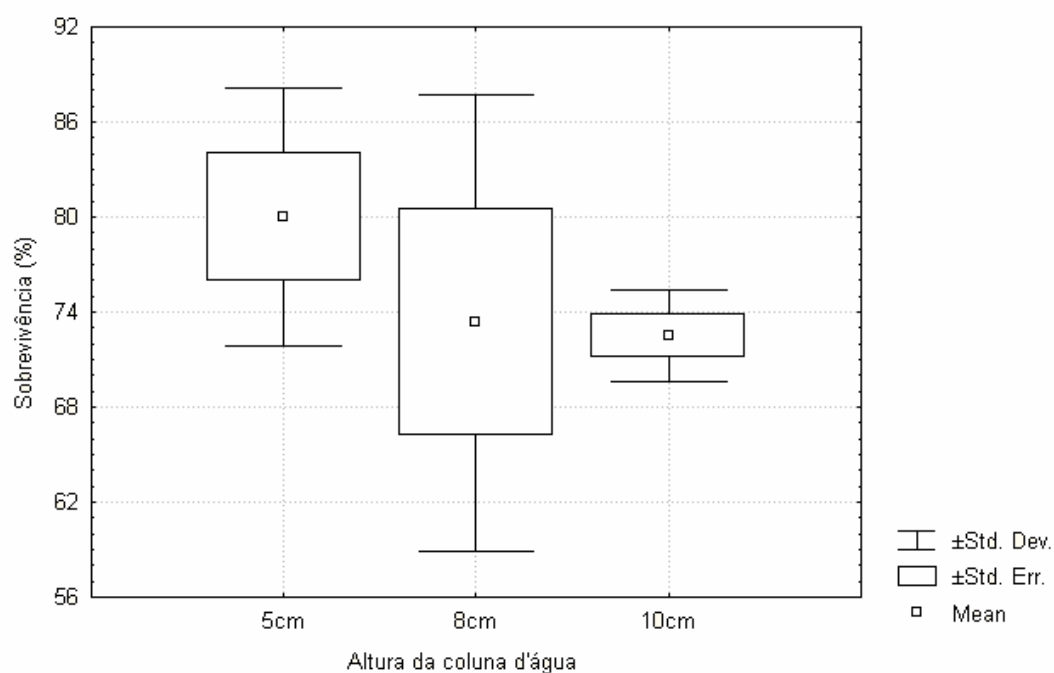


Figura 1 – Média, desvio-padrão e erro padrão da sobrevivência de larvas (%) submetidas à diferentes colunas d'água

Tabela 1 – Média e desvio padrão de sobrevivência (% de sobrevivência) de acordo com os tratamentos.

Tratamento	Sobrevivência (%)
T ₁ (5 cm)	80 ± 8,16
T ₂ (8 cm)	73 ± 14,40
T ₃ (10 cm)	72 ± 2,89

Devido à maior sobrevivência no T₁, sugere-se que esta altura de coluna d'água seja admitida para produção desta espécie. Todavia, esta sugestão deve ser compatibilizada com o tipo e sistema de produção, sendo a lucratividade a responsável pela criação adotada. Maiores alturas de coluna d'água representam um aumento no volume de produção em uma mesma área, contudo, podem influenciar na sobrevivência das larvas.

Ao observar o comportamento das larvas durante a alimentação, notou-se a baixa movimentação das larvas em busca dos náplios. Sendo assim, o aumento na altura da coluna d'água, conseqüentemente o volume, exige uma maior disponibilização de alimento para que a larva se alimente.

Essa maior disponibilização de alimento interfere diretamente no custo de criação. A escolha pelo sistema de produção quanto à alimentação depende da valorização e disponibilização do produto ao produtor (JOMORI, 2001).

Com base nos resultados obtidos, observa-se que o T₁ apresentou maior sobrevivência do que os demais tratamentos, indicando que o aumento da altura da coluna d'água influencia na dispersão dos náuplios de artêmia e dificultando na captura do alimento. Os náuplios, imediatamente após o oferecimento migram para as extremidades dos recipientes, dificultando assim a captura do alimento mesmo sendo oferecido *ad libitum* em função do comportamento larval de *Betta*

splendens, o qual apresenta baixa mobilidade neste estágio de desenvolvimento (DAMAZIO, 1992).

5- Conclusão

A altura da coluna d'água interferiu significativamente no índice de sobrevivência na larvicultura de *Betta splendens*. Sendo que o tratamento com 5cm de altura de coluna d'água apresentou maior sobrevivência.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.38, n.1, p.103-107, 2003.

DAMAZIO, A. **Criando o Betta**. 2.ed. Rio de Janeiro: Inter-Revistas, 1992. 80p.

GONÇALVES, E. **Estratégias territoriais e reprodutivas da tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus***. 1993. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, 1993.

JOMORI, R. K. **Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holemborg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de cultivo inicial de larvas em laboratório**. 2001. 69f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

KIM, C. Y.; BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M.; PREHL, R. C. Sobrevivência de larvas de *Betta splendens* alimentadas com diferentes tipos de alimento. In: Aquaciência 2006, Bento Gonçalves, RS. **Resumos...** Serra Gaúcha: AQUABIO, 2006. 1 CD-ROM.

KRUGER, D. P.; BRITZ, P. J.; SALES, J. The influence of livefeed supplementation on growth and reproductive performance of swordtail (*Xiphophorus helleri* Heckel, 1848) broodstock. **Aquarium Sciences and Conservation**, Springer Netherlands, v.3, n.4, p.265-273, 2001.

LIM, L. C.; SHO, A.; DHERT, P.; SORGELOOS, P. Production an application of on-grown Artemia in fresh water ornamental fish farm. **Aquaculture Economics & Management**. Oxford. v.5, n.3/4, p.211-228, 2001.

PERET, A. M. **Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros na represa de Três Marias (MG)**. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

PIET, G. J. Impact of environmental perturbation on a tropical fish community. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. Ottawa, v.55, n.8, p. 1842-1853, 1998.

SUZUKI, H. I. ; AGOSTINHO, A. A.; WINEMILLER, K. O. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná river. **Journal of Fish Biology**. London, v.57, n.3, p.791-807, 2000.

TERESA, F. B. **Redução do nível de água e interação social em machos de tilápia-do-Nilo**. 2007. 24f. Relatório Final do Estágio Curricular (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, São José do Rio Preto, 2007.

WOLFSHEIMER, G. **The guide to owning Bettas**. Neptune City: T.H.F. Publications, 2003. 63p.