

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**Fotoperíodo na reprodução de *Betta splendens*.**

**Luiz Gustavo Gianecchini**

**Orientador: João Batista Kochenborger Fernandes**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Aquicultura.**

**JABOTICABAL**

**São Paulo – Brasil**

**2010**

## **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

À Coordenação de Pós-Graduação do Caunesp.

Ao meu orientador e amigo João Batista Kochenborger Fernandes.

À minha mãe, Regina Célia Martins Giannecchini e à minha irmã Janaína Giannecchini.

À minha namorada Veralice Cappatto.

Aos amigos Valdecir Fernandes, Haluko Massago, Thiago El Hadi Perez Fabregat, Felipe Azevedo Silva Ribeiro, Bruno de Lima Preto e Munir Francisco Zanardi.

Pelo apoio necessário para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

## Sumário

<b>RESUMO .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.OBJETIVO.....</b>	<b>11</b>
3.1 Objetivos específicos.....	11
<b>4.Materiais e Métodos .....</b>	<b>12</b>
4.1 Animais e instalações .....	12
4.2 Iluminação e controle do fotoperíodo.....	13
4.3 Manejo.....	14
4.3.1 Manejo diário e alimentação dos peixes.....	14
4.3.2 Variáveis físicas e químicas da água .....	14
4.3.3 Manejo reprodutivo .....	15
4.3.4 Coleta dos ovos.....	16
4.4 Análise dos ovos.....	16
4.5 Crescimento e desempenho reprodutivo.....	16
4.6 Delineamento experimental e análise estatística .....	17
<b>5.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>6.CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>7.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
<b>8.REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## RESUMO

O *Betta splendens* é um dos peixes mais belos e populares entre aquaristas de todo o mundo e sua reprodução, assim como de outras espécies, é afetada por fatores ambientais como a temperatura e fotoperíodo. Este trabalho investigou o efeito de diferentes fotoperíodos (24L (luz):0E (escuro), 20L:4E, 16L:8E, 12L:12E e 8L:16E) na reprodução de *B. splendens*. Os resultados mostraram que a frequência de desovas foi significativamente maior em casais mantidos sob 16L:8E e 12L:12E, em comparação aos outros tratamentos. Os maiores valores para número de ovos por desova foram obtidos sob 16L:8E ( $544,76 \pm 375,23$ ) e 12L:12E ( $471,13 \pm 261,52$ ) e os menores valores foram detectados para 24L:0E ( $128,55 \pm 58,14$ ) e 20L:4E ( $187,87 \pm 103,84$ ). Fertilidade e fecundidade também apresentaram valores médios significativamente maiores em 16L:8E e 12L:12E quando comparados aos tratamentos 24L:0E e 20L:4E. Os reprodutores mantidos sob o tratamento 8L:16E apresentaram valores intermediários aos outros tratamentos. O volume dos ovos e o espaço perivitelínico foram significativamente maiores naqueles tratamentos que apresentaram menores números de ovos por desovas, enquanto o volume do vitelo não apresentou diferenças significativas. Outras variáveis como ganho de peso e fator de condição (K) dos reprodutores não diferiram estatisticamente. O comprimento final variou de acordo com o fotoperíodo e o sexo. Os resultados demonstraram a importância do fotoperíodo sobre a reprodução do *B. splendens*, sendo o melhor desempenho reprodutivo obtido quando os peixes foram submetidos a fotoperíodos que mais se aproximam daqueles que ocorrem no verão e primavera (16L:8E e 12L:12E), coincidindo com as melhores estações para sua reprodução.

**Palavras – chave:** Regime de luz, *Betta splendens*, peixe ornamental, sexo, fertilidade.

## ABSTRACT

The Siamese Fighting Fish is one of the most beautiful and popular fish among aquarists of whole world and his reproduction, just like other species, is affected by environmental factors such temperature and photoperiod. This study investigated the effect of different photoperiods (24L (light):0D (dark), 20L:4D, 16L:8D, 12L:12D and 8L:16D) over *B. splendens* reproduction. The results showed that breeding frequency was significantly higher in couples reared under 16L:8D and 12L:12D, in comparison to other treatments. The highest values for number of eggs per spawn was obtained under 16L:8D ( $544,76 \pm 375,23$ ) and 12L:12D ( $471,13 \pm 261,52$ ) and the lowest values were detected for 24L:0D ( $128,55 \pm 58,14$ ) and 20L:4D ( $187,87 \pm 103,84$ ). Fertility and fecundity also showed significantly higher average values in 16L:8D and 12L:12D when compared to 24L:0D and 20L:4D treatments. Breeders maintained under 8L:16D treatment presented intermediate values similar to other treatments. Egg volume and perivitelline space was significantly higher in those treatments that showed the lowest numbers of eggs per spawn, while the vitelline volume don't showed significantly differences. Other variables like weight gain and condition factor (K) of breeders, were not statistically different. Moreover, the final length varies according to photoperiod and sex. These results demonstrated a key role for the photoperiod upon *B. splendens* reproduction, the best reproductive performance being achieved under the photoperiods that best approached those that occurs in summer and spring (16L:8D and 12L:12D), coinciding with their best seasons for reproduction.

**Keywords:** Light regimen, *Betta splendens*, ornamental fish, gender, fertility

## 1. INTRODUÇÃO

A cada ano o mercado mundial demanda maiores quantidades de peixes ornamentais. Isso é claramente demonstrado pelas altas taxas de crescimento das exportações dos principais países produtores, que atingiram 11,6% no ano de 2006 (FISHSTAT, 2008). A popularização do aquarismo deve-se às tecnologias existentes atualmente que permitem ao aquarista a manutenção e o acesso a grande diversidade de espécies (WATSON & SHIREMAN, 1996).

De acordo com RIBEIRO & FERNANDES (2008), as tecnologias utilizadas para a produção de peixes ornamentais, são muitas vezes similares às usadas na piscicultura convencional. Uma característica peculiar dessa atividade é a combinação de técnicas utilizadas para peixes de consumo e técnicas desenvolvidas pelo produtor que, geralmente, são mantidas em sigilo (CHAPMAN, 2000).

Para possibilitar e aperfeiçoar o cultivo desses peixes é fundamental que se tenha o conhecimento da reprodução. O desempenho reprodutivo é, na maioria das vezes, o fator decisivo sobre a viabilidade econômica do cultivo de uma espécie. Para isso técnicas de manejo que melhorem esse desempenho como frequência de desova, quantidade de ovos e taxa de eclosão devem ser estudadas. No entanto com espécies ornamentais há poucos trabalhos publicados visando o desenvolvimento e a otimização dessas técnicas.

O fotoperíodo influi diretamente no comportamento dos peixes, em especial nos seus hábitos alimentares e reprodutivos (LOWE-McCONNELL, 1999). Tornando-se um importante fator a ser estudado.

No mundo, o *Betta splendens* se destaca por ser um dos peixes ornamentais de águas tropicais mais belos, mais vendidos e populares (CHAPMAN *et al.* 1997; LIMA, 2003). É originário do sudeste asiático (Tailândia, Malásia) e também é

conhecido como Siamese Fighting Fish devido à sua agressividade contra peixes da mesma espécie.

Na natureza podem ser encontrados nos tabuleiros dos campos de arroz, pequenos lagos e lugares com pouca renovação de água que proporciona ambientes com baixo teor de oxigênio dissolvido. Para sobreviver a estas condições, o *B. splendens* utiliza o órgão suprabranquial, o labirinto, que é um aparato respiratório auxiliar como dois pratos ósseos em forma de leque, com bordas ramificadas ligados por uma base óssea no quarto arco branquial, que por sua vez está rodeada por um prolongamento da câmara branquial, formando uma bolsa ao seu redor. A artéria aferente irriga a membrana que cobre este órgão. Quando o peixe pega o ar pela boca, este é conduzido diretamente até o órgão do labirinto onde é comprimido e introduzido na corrente sanguínea do animal. Posteriormente, como efeito da respiração, uma bolha é expulsa com os gases resultantes do seu metabolismo (NELSON, 2006; REID *et al.* 2006).

A forma do corpo do *B. splendens* é fusiforme, a nadadeira caudal é longa, larga e arredondada. A nadadeira dorsal é estreita e alta, a anal estreita e pontiaguda, O comprimento total depende da linhagem do *B. splendens* e variando de 5cm a 12cm. Apresentam um marcado dimorfismo sexual: as fêmeas são menores e tem cores menos brilhantes do que as dos machos, além de apresentarem nadadeiras menos desenvolvidas (MAURUS, 1987).

Por ser a espécie mais popular entre os aquaristas, o *B. splendens* foi submetido a vários trabalhos de melhoramento genético, culminando com a obtenção de muitas variedades de cor e nadadeiras (MAURUS,1987).

Dentre as espécies comercializadas no Brasil, o *B. splendens* é vendido como peixe ornamental para criação em aquários e usado como controle biológico dos

mosquitos *Aedes aegypti* no Ceará e do *Culex quinquefasciatus* em Pernambuco (SANTANA, 2001).

Hoje em dia, já é possível encontrar à venda diversas linhagens deste peixe, tais como super delta, crowntail, halfmoon, double tail, com inúmeras combinações de cores, desde o vermelho e o azul, passando pelo branco, até cores metálicas como bronze e ouro. O fato de todas estas linhagens serem desenvolvidas por criadores de países da Europa, Ásia e dos Estados Unidos da América alerta que a piscicultura ornamental brasileira está defasada e na maioria das vezes não é encarada como uma atividade séria e lucrativa.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A sobrevivência de diversas espécies depende da adaptação às mudanças regulares de seu meio ambiente, definida principalmente pelo período de 24 horas do movimento de rotação da Terra em relação ao Sol, predizendo, através de mudanças na iluminação e temperatura quando começa o dia ou a noite. Ao antecipar estas mudanças ambientais os organismos podem ajustar seu processos metabólicos e comportamentais e fazer tudo “a seu tempo”. Estes processos envolvem relógios biológicos que basicamente funcionam com a ação de genes que controlam o ritmo circadiano e de hormônios, sendo a melatonina o elemento principal neste processo (ZHDANOVA & REEBS, 2006).

A melatonina é produzida pela retina e pela glândula pineal, órgãos fotosensitivos, na ausência de luz, sendo sua produção interrompida na presença de luz (MAYER *et al.*, 1997; BOEUF & LE BAIL, 1999; AMANO *et al.*, 2003). Desta forma a melatonina estimula o sistema nervoso, para que o peixe possa processar informações provenientes de mudanças bruscas do meio ambiente como iluminação, mudanças na turbidez da água, sombras e mudanças temporais no comprimento do dia e das estações (FÁLCON *et al.*, 2007).

O fotoperíodo é responsável pelo aumento na atividade motora, seja em peixes de hábitos diurnos (VERA *et al.*, 2006) ou noturnos (BAYARRI *et al.*, 2004) e pela maturação gonadal (HUBER & BENGSTON, 1999; AMANO *et al.*, 2000; BROMAGE *et al.*, 2001; MYLONAS *et al.* 2009), pois exerce ação direta no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal dos peixes teleósteos, estimulando ou inibindo a produção de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) e conseqüentemente outros hormônios que modulam a reprodução e a maturação dos gametas (KHAN & THOMAS, 1996; MAYER *et al.*, 1997; AMANO *et al.*, 2004).

BESSA *et al.* (2007) indicam o fotoperíodo como o fator ambiental que mais influencia o ritmo reprodutivo de *Abudefduf saxatilis* e *Stegastes variabilis* no litoral de São Paulo.

Espécies como o *Barbus barbus* têm sua reprodução afetada pelo fotoperíodo e a interrupção do período escuro pela exposição à luz por algumas horas, aumenta o número de desovas em relação aos animais mantidos em condições de fotoperíodo normal sem interrupções (PONCIN, 1992).

A manipulação de fotoperíodos permitiram a SIGHOLT *et al.* (1995) constatarem a interação significativa entre o fotoperíodo e tempo de exposição a estes no desempenho do salmão do Atlântico *Salmo salar* durante a adaptação à água salgada (smolting). Os autores observaram melhores resultados de fator de condição, sobrevivência e crescimento específico em fotoperíodos de dias curtos combinados com luz contínua.

Ainda com salmão do Atlântico, mas no período pós-smolting, ENDAL *et al.* (2000) testando iluminação adicional ao fotoperíodo natural, atingindo 24 horas de luz, observaram maiores valores para peso, fator de condição e atraso na maturação gonadal nos peixes sob iluminação adicional que naqueles sob o fotoperíodo natural.

TAYLOR *et al.* (2006) obtiveram acréscimo de 25% no crescimento de alevinos de truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* submetidos à iluminação contínua durante o outono até a primavera, melhorando a conversão alimentar e reduzindo o tempo de produção em dois meses.

SOLBAKKEN & PITTMAN (2004), estudaram a migração do olho de larvas de *Hippoglossus hippoglossus* influenciada pelo fotoperíodo sob 12 horas de luz e luz contínua. As larvas sob luz contínua apresentaram maior índice de migração ocular, porém não diferiram quanto ao ganho de peso ou comprimento quando

comparadas àquelas mantidas sob 12 horas de luz. Já, SIMENSEN *et al.* (2000) constataram que juvenis de *H. hippoglossus* mantidos sob fotoperíodo de dias curtos (8L:16E) tiveram menor crescimento em relação aos mantidos em luz contínua. Observaram também que ao serem expostos à luz contínua aumentaram significativamente seu crescimento após 21 dias da transição, sugerindo um período de adaptação durante mudanças de fotoperíodo, para que as respostas ao novo fotoperíodo sejam observadas corretamente.

LEINER & MACKENZIE (2001), submetendo alevinos de *Sciaenops ocellatus* a dois fotoperíodos, longo (16L:8E) e curto (8L:16E), obtiveram maior crescimento e consumo nos peixes submetidos ao fotoperíodo longo. Os níveis de tiroxina (T<sub>4</sub>) e triiodotironina (T<sub>3</sub>) não apresentaram diferenças significativas, além disso os níveis de (T<sub>4</sub>)no plasma apresentaram um ritmo circadiano diurno e constante, sem sofrer alterações com o fotoperíodo, sugerindo um ritmo independente no eixo hipotálamo-hipófise- tireóide.

BLANCO-VIVES & SÁNCHEZ-VÁZQUEZ (2009), ao estudar os ritmos circadianos locomotor e reprodutivo de *Danio rerio* e sua sincronização com a luz e o horário de alimentação, constataram que a luz é mais importante nos ritmos circadianos da locomoção e da reprodução que a alimentação.

O uso de fotoperíodos artificiais como forma de controle da reprodução de tilápia do Nilo foi testada por BISWAS *et al.* (2005) com sucesso. Tilápias submetidas a fotoperíodos de 6L:6E, apresentaram um aumento no intervalo entre as desovas, além de fecundidade, fertilidade, tamanho e volume dos ovos significativamente menores que dos peixes submetidos à fotoperíodos mais longos (12L:12E e 14L:10E).

Da mesma forma que fotoperíodos curtos, regimes de luz contínua tendem a interferir negativamente no desenvolvimento e maturação gonadal. RAD *et al.* (2006)

observaram que alevinos de tilápia do Nilo, mantidos sob luz contínua, apresentaram sua maturação gonadal reduzida apesar de demonstrarem maior crescimento somático em relação aos peixes submetidos a fotoperíodos mais longos.

Em salmonídeos e peixes de clima temperado submetidos à fotoperíodos longos ou de luz contínua, também se observa este crescimento somático em detrimento ao desenvolvimento e maturação gonadal e conseqüente atraso no período reprodutivo (DUSTON & BROMAGE, 1986; AMANO *et al.*, 2000; KISSIL *et al.*, 2001; DAVIE *et al.*, 2007).

DABROWSKI *et al.* (1996), conhecendo o hábito reprodutivo da perca amarela *Perca flavescens*, que inicia a maturação dos ovócitos durante o outono e desova durante o inverno, investigaram a influência do fotoperíodo e da temperatura durante o desenvolvimento ovariano e a vitelogênese. Peixes expostos à baixas temperaturas (< 10°C) e fotoperíodos curtos (10 a 6 horas de luz) apresentaram adiantamento de dois meses na reprodução. Com o aumento do fotoperíodo e temperatura em relação ao regime fototérmico do ambiente, observaram redução no IGS, diâmetro dos ovócitos e fecundidade relativa, simulando um atraso de quatro meses no ciclo anual.

Adiantamento de dois meses no período de desova também foi observado em *Dicentrarchus labrax* por MAÑANÓS *et al.* (1997) ao submeterem as fêmeas à regimes fototermiais maiores que os apresentados naturalmente durante o inverno, estação de desova da espécie. Os picos de estradiol (E<sub>2</sub>) e vitelogenina (VTG) no plasma acompanharam este adiantamento das desovas, proporcionando crescimento normal dos ovócitos (vitelogênicos, maduros e atrésicos) antes e durante o período de desova, não diferindo do grupo controle.

A variação anual no fotoperíodo e temperatura foi responsável pelo desenvolvimento e maturação dos ovócitos em *Perca fluviatilis*, pois ao submeter as fêmeas à fotoperíodos contínuos, MILLA *et al.* (2009) comprovaram a inibição do desenvolvimento dos ovócitos devido a baixos níveis hormonais no plasma ( $E_2$ , testosterona e aromatase) resultando em baixo IGS e diâmetro dos ovócitos menores que os valores apresentados pelo fotoperíodo natural.

De acordo com as informações apresentadas, trabalhos que proporcionam mais informações sobre os efeitos do fotoperíodo na reprodução dos peixes são de grande importância quando intensificamos seu cultivo e temos como objetivo melhorar os índices reprodutivos da espécie alvo.

### **3. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do fotoperíodo sobre o desempenho reprodutivo do *B. splendens* a fim de melhorar o manejo reprodutivo da espécie em cativeiro.

#### **3.1 Objetivos específicos**

- Sincronizar o manejo reprodutivo de acordo com o fotoperíodo;
- Avaliar parâmetros reprodutivos de peixes submetidos a diferentes fotoperíodos
- Estudar a influência do fotoperíodo sobre o desenvolvimento de reprodutores de *B. splendens*.

## 4. Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Aquicultura da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Laboratório de Pesquisa de Peixes Ornamentais do– SP por um período de 150 dias.

### 4.1 Animais e instalações

Foram utilizados 30 casais de *B. splendens* variedade super delta sexualmente maduros. Os machos com  $3,84 \pm 0,13$ cm (comprimento padrão) e  $1,92 \pm 0,28$ g e as fêmeas  $3,72 \pm 0,18$ cm e  $1,72 \pm 0,23$ g, foram alojados individualmente em aquários de 2 litros, mantidos em banho maria dentro de um sistema de recirculação de água composto por dez caixas de polietileno com capacidade volumétrica total de 140 litros cada (Figura 1). Os peixes passaram por um período de adaptação de 30 dias aos fotoperíodos experimentais, previamente ao início do experimento, como sugerido por SIMENSEN *et al.* (2000).

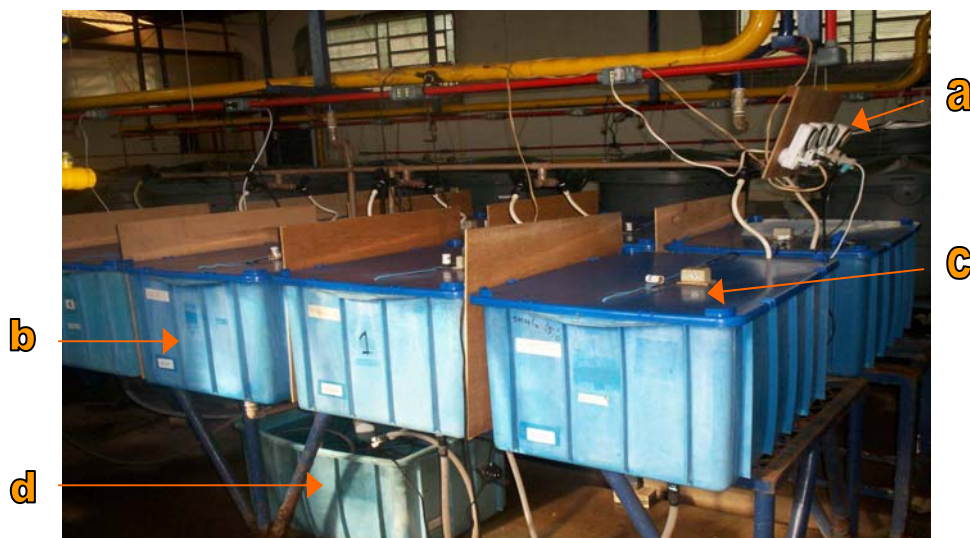


**Figura 1:** Aquários experimentais mantidos em banho maria dentro do sistema de recirculação

O sistema de recirculação de água (Figura 2) teve como objetivo manter a água dos aquários individuais (banho-maria) na mesma temperatura (28°C). Para isto foram utilizados quatro aquecedores de 200 watts e uma bomba submersa BOYU modelo de 2000L/h para a circulação da água entre as caixas.

#### 4.2 Iluminação e controle do fotoperíodo

As caixas que alojavam os aquários foram cobertas com tampas de polietileno guarnecidas de lâmpadas fluorescentes de 60cm “Luz do Dia” com 20watts, fornecendo 500 lux (Light Meter Lutron, modelo LX-105) de iluminação dentro de cada aquário experimental. As lâmpadas eram acionadas automaticamente por timers analógicos (Figura 2) as 07:30h e desligadas as 15:30h(8L:16E), 19:30h (12L:12E), 23:30h (16L:8E) e 03:30h (20L:4E). As lâmpadas do fotoperíodo 24L:0E dispensaram acionamento automático, permanecendo constantemente ligadas. Cada caixa foi separada por painéis de madeira para impedir que a luz de seu interior afetasse a caixa adjacente.



**Figura 2:** Sistema de recirculação, composto por: (a) timers analógicos; (b) caixas de polietileno; (c) tampa de polietileno com conjunto de lâmpada fluorescente e reatores; (d) caixa de polietileno contendo bomba de recirculação e aquecedores.

## 4.3 Manejo

### 4.3.1 Manejo diário e alimentação dos peixes

A troca total da água e limpeza dos aquários era realizada a cada dois dias e a alimentação realizada duas vezes ao dia com dieta comercial (AQUAXCEL 4512 - 0,8mm Purina®) (Tabela1) até a saciedade aparente. Todo o manejo era realizado durante o fotoperíodo positivo dos tratamentos.

**Tabela 1.** Níveis de garantia, composição básica <sup>1</sup> e eventuais substitutos<sup>2</sup> fornecidos pelo fabricante (AQUAXCEL 4512 -0,8mm Purina®)

Níveis de garantia	(%)
Umidade (máx.)	10,00
Proteína Bruta (mín.)	45,00
Extrato Etéreo (mín)	12,00
Fibra Bruta (máx)	3,00
Ca (máx)	1,75
P. total (mín)	1,10
Cinzas (máx)	10,00

<sup>1</sup> Cloreto de sódio, farelo de arroz, farelo de soja, farelo de trigo, farinha de camarão, farinha de lula, farinha de peixe, farinha de penas hidrolisada, farinha de sangue, farinha de subprodutos de frango, óleo de peixe refinado, premix vitamínico e mineral <sup>3</sup>, aditivo fungistático e anti oxidante.

<sup>2</sup> Farelo de algodão, farinha de glúten de milho-90, glúten de trigo, ovo desidratado, proteína de peixe, treonina.

<sup>3</sup> Ácido fólico 3,00 mg; Ácido pantotênico 10,00 mg; Ácido propiônico 7,00 mg; BHT 99,00 mg; Biotina 0,10 mg; cobalto 0,30 mg; cobre 8,00 mg; colina 2,00g; ferro 20,00 mg; lisina 25,00 g; magnésio 2,00 g; manganês 30,00 mg; metionina 9,00 g; riboflavina 6,00 mg; zinco 100,00 mg; selênio 0,20 mg; sódio 2,00 g; tiamina 25,00 mg; Vit. A 7000 UI; Vit. B<sub>12</sub> 10,00 mcg; Vit. C 200,00 mg; Vit. D 2000 UI; Vit. E 150 UI.

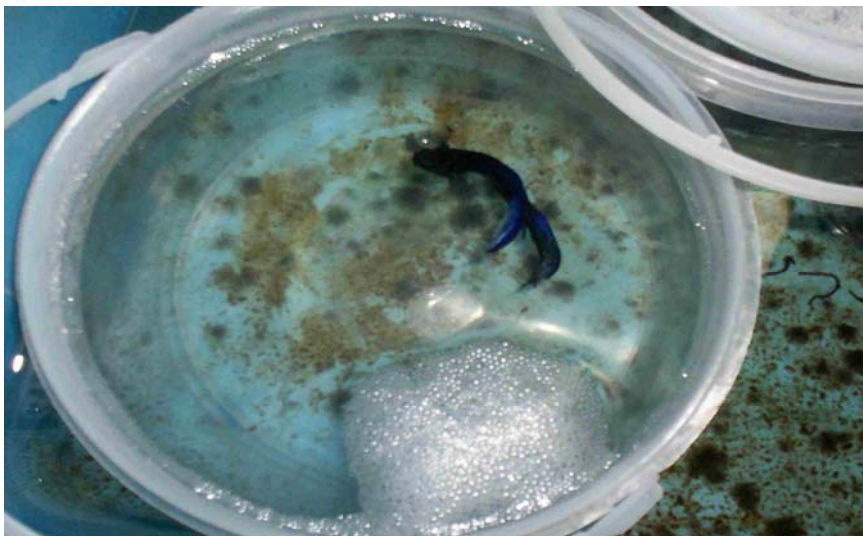
### 4.3.2 Variáveis físicas e químicas da água

A água de abastecimento dos aquários possuía as seguintes características físico-químicas: pH 6,9±0,3, oxigênio dissolvido > 5,0 mg.L<sup>-1</sup> e amônia < 0,1mg. L<sup>-1</sup>. O monitoramento do pH (peagômetro YSI, modelo pH100) e oxigênio dissolvido (oxímetro YSI, modelo 55) era realizado semanalmente. A concentração de amônia (espectrofotômetro CELM, modelo E-225D) foi realizada no início do experimento e após o período reprodutivo, no qual o aquário permanecia quatro dias sem renovação de

água, as concentrações mantiveram-se abaixo de  $0,1\text{mg.L}^{-1}$ . A temperatura foi monitorada diariamente através de termômetro de máxima e mínima.

### 4.3.3 Manejo reprodutivo

Machos e fêmeas foram mantidos em aquários separados durante dez dias. Após esse período as fêmeas eram acondicionadas em copos plásticos transparentes de 250 ml perfurados e introduzidas nos aquários dos machos durante um dia, permitindo assim a troca de água entre os recipientes e a ação de feromônios liberados tanto pela fêmea como pelo macho (POLING *et al.*, 2001; APPELT & SORENSEN, 2007), estimulando e induzindo os animais ao comportamento de corte, como a expansão de nadadeiras e opérculos e à construção ou aumento dos ninhos de bolhas (Figura 3). Nas fêmeas ocorria a mudança nos padrões das listas, de horizontais a verticais, indicando sua aptidão ao acasalamento. Após este período, as fêmeas eram soltas diretamente no aquário dos machos para o acasalamento, onde permaneciam durante três dias. As fêmeas então eram retiradas e devolvidas aos seus aquários de origem para recuperação, por mais dez dias quando era reiniciado o manejo reprodutivo.



**Figura 3:** Ninho de bolhas construído por macho de *B. splendens*.

#### **4.3.4 Coleta dos ovos**

Durante o período de acasalamento, após a observação da presença de ovos nos ninhos de bolhas, os mesmos eram coletados após o término do acasalamento, quando se observava o comportamento agressivo do macho com a fêmea, expulsando-a de perto do ninho, garantindo a proteção dos ovos.

Os ovos eram coletados com o auxílio de copo plástico e pipeta de Pasteur, separados do ninho de bolhas utilizando-se uma peneira de 120 micras e posteriormente foram fixados em solução de formol tamponado 10% por 24 horas. Após esta etapa, eram lavados em álcool 70% e conservados nesta solução para análises posteriores.

#### **4.4 Análise dos ovos**

Realizou-se a contagem dos ovos férteis e gorados de cada desova através de lupa estereoscópica. Os ovos gorados foram identificados pela integridade do vitelo e coloração do ovo. O número total de ovos obtido foi resultante da soma entre ovos férteis e gorados.

O diâmetro maior (D) e diâmetro menor (d) dos ovos e do vitelo, foram mensurados com o auxílio de lupa estereoscópica provida de ocular micrométrica, para os cálculos de volume dos ovos/vitelo e espaço perivitelínico.

#### **4.5 Crescimento e desempenho reprodutivo**

Para avaliar o crescimento, os peixes foram medidos e pesados no início e no final do experimento.

O ganho de peso (GP) e ganho em comprimento (GC) dos peixes foi calculado pela diferença entre os resultados de peso e comprimento médio final e inicial dos peixes. Para avaliar o fator de condição (K) dos peixes utilizou-se a seguinte

fórmula:  $K = P/CP^b$ . Onde: P: peso (g); CP: comprimento padrão (cm); b: coeficiente de regressão entre peso e comprimento padrão.

Quanto ao desempenho reprodutivo, foram avaliados:

- fecundidade total =  $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de ovos}}{\text{n}^\circ \text{ de desovas}}$
- fecundidade relativa =  $\frac{\text{n}^\circ \text{ médio de ovos}}{\text{peso inicial da fêmea}}$
- frequência de desovas =  $\frac{\text{n}^\circ \text{ de desovas realizadas}}{\text{n}^\circ \text{ de períodos de desovas}} \times 100$
- número total de ovos
- fertilidade =  $\frac{\text{n}^\circ \text{ de ovos viáveis}}{\text{n}^\circ \text{ total de ovos}} \times 100$
- produção de ovos =  $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de ovos}}{\text{frequência de desovas}}$
- volume dos ovos e volume do vitelo =  $\frac{\pi}{6} \times D \times d^2$
- espaço perivitelínico = Vol. do ovo – Vol. do vitelo.

#### 4.6 Delineamento experimental e análise estatística

Foi empregado um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (8L:16E; 12L:12E; 16L:8E; 20L:4E e 24L:0E) e seis repetições por tratamento.

A análise dos resultados foi realizada com a utilização do programa estatístico SAS 9.0. os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças ( $P < 0,05$ ) entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As taxas percentuais de sobrevivência e frequência de desovas sofreram transformação arco seno.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas e químicas da água apresentaram-se adequadas para a manutenção e reprodução de peixes ornamentais em todos os tratamentos (YANONG, 1996).

As médias de peso final e ganho de peso não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), tanto para machos quanto para fêmeas (Tabela 2). No entanto, as fêmeas apresentaram ganho de peso significativamente maior que os machos ( $P < 0,05$ ). Tal fato se explica devido ao desenvolvimento gonadal das fêmeas durante os sucessivos períodos de reprodução (LUBZENS *et al.*, 2009; TARANGER *et al.*, 2009).

**Tabela 2.** Valores de F, coeficiente de variação (CV) e médias obtidas de peso final (PF), comprimento final (CF), ganho de peso (GP), ganho em comprimento (GC) e fator de condição (K) do *B. splendens*.

Estatística	Parâmetros				
	PF (g)	CF (cm)	GP (g)	GC (cm)	K
Efeito de fotoperíodo	1.62	2.07	2.35	6.16**	1.38
Efeito do sexo	6.38*	5.3*	8.36*	4.65*	0.32
Interação	0,40	3.12*	0.8	0.36	0.54
CV (%)	10.76	3.19	208.21	91.24	7.73
Fotoperíodo					
8L:16E	1.89	3.89	0.006	0.03 <sup>b</sup>	1.01
12L:12E	1.77	3.77	0.054	0.07 <sup>ab</sup>	0.95
16L:8E	1.97	3.89	0.050	0.15 <sup>a</sup>	1.01
20L:4E	1.82	3.86	0.016	0.04 <sup>b</sup>	0.96
24L:0E	1.87	3.90	0.000	0.03 <sup>b</sup>	1.00
Sexo					
Macho	1.93 <sup>a</sup>	3.90 <sup>a</sup>	0.005 <sup>b</sup>	0.048 <sup>b</sup>	0.99
Fêmea	1.79 <sup>b</sup>	3.82 <sup>b</sup>	0.050 <sup>a</sup>	0.085 <sup>a</sup>	0.98

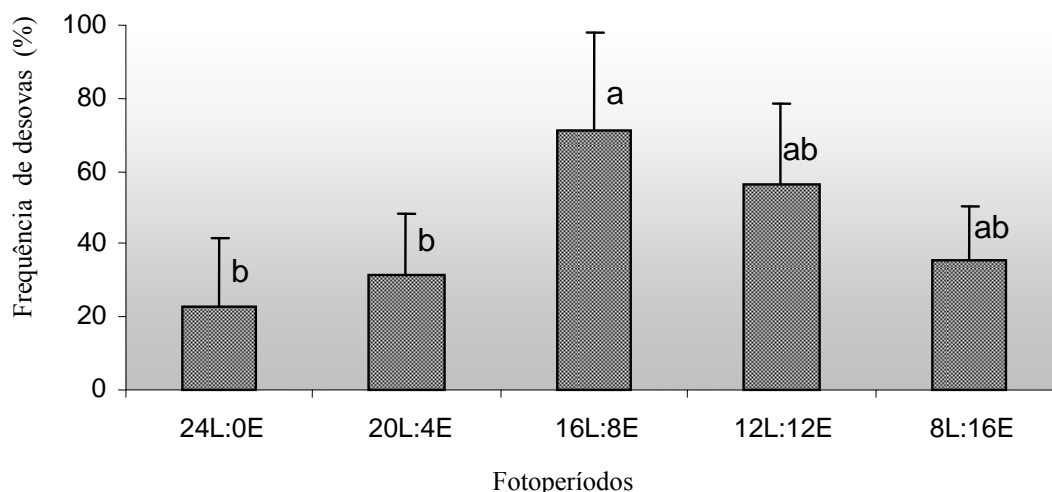
\*( $P < 0,05$ ), \*\*( $P < 0,01$ ), médias na mesma coluna seguidas de letras iguais não diferem significativamente umas das outras pelo teste de Tukey.

O comprimento final apresentou comportamento semelhante ao peso final não diferindo entre os tratamentos, apenas entre os sexos (Tabela 2). O acréscimo no comprimento foi superior apenas nas fêmeas por serem menores, mas que podem atingir o mesmo comprimento que os machos ao longo do tempo (MONVISES *et al.*, 2009).

Embora o ganho de peso nas fêmeas tenha sido estatisticamente maior que nos machos, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, tampouco entre os sexos para os valores de K (Tabela 2) que serve como um indicador quantitativo do grau de bem-estar momentâneo do peixe, variável durante o ciclo de maturidade sexual do indivíduo, podendo ser influenciado, entre outros fatores, pela variação no peso das gônadas, estômago e gordura celomática (AGOSTINHO *et al.*, 1990; VAZZOLER, 1996; COSTA *et al.*, 2005).

Enquanto os parâmetros relacionados à produção mostraram poucas diferenças, os parâmetros relacionados à reprodução apresentaram diferenças significativas em relação aos fotoperíodos.

A frequência de desovas (FIGURA 4) foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ) nos peixes submetidos aos fotoperíodos com 16 e 12 horas de luz (dias longos), seguidos pelo fotoperíodo com 8 horas de luz (dias curtos) enquanto os fotoperíodos mais longos, 20L:4E e 24L:0E, proporcionaram frequência de desova abaixo de 50%.



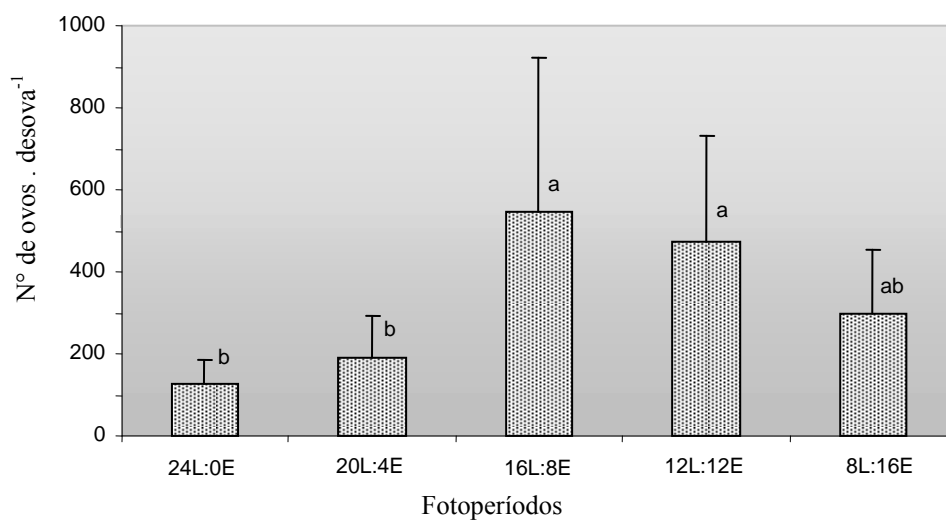
**Figura 4.** Frequência de desovas de *Betta splendens* sob diferentes fotoperíodos (média + desvio padrão). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ( $P > 0,05$ ).

Fotoperíodos muito longos e/ou muito curtos interferem no desenvolvimento sexual e periodicidade reprodutiva de muitas espécies. DUSTON & BROMAGE (1986) submetendo fêmeas de truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* à luz constante, 18 horas de luz e 6 horas de luz durante três anos, observaram um adiantamento no período reprodutivo de dois meses nos fotoperíodos de 24 e 18 horas de luz e um atraso de até quatro meses no fotoperíodo de 6 horas de luz em relação ao grupo controle (fotoperíodo natural). Um adiantamento de dois meses no período reprodutivo também foi observado por HOWELL *et al.* (2003) em reprodutores de *Centropistis striata* submetidos à fotoperíodo de aproximadamente 15 horas de luz durante 12 meses. DUSTON *et al.* (2003) testando os efeitos de fotoperíodos decrescentes (16L:8E reduzindo à 8L:16E) na maturação sexual de *Salvelinus alpinus*, constataram redução de até 66% na maturação sexual de machos e 32% nas fêmeas, atrasando, desta forma o período reprodutivo.

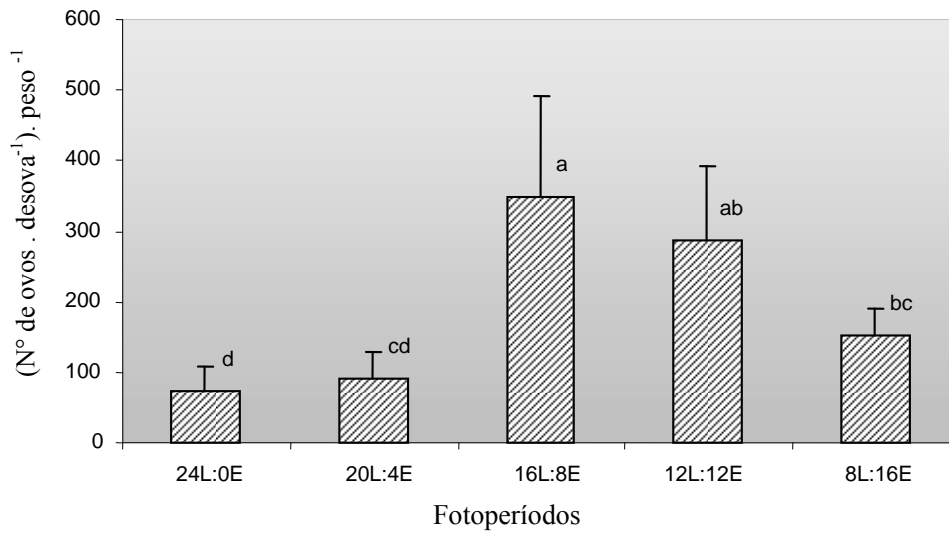
KISSIL *et al.* (2001) observaram um atraso de até três meses no período reprodutivo de *Sparus aurata* quando submetidos ao fotoperíodo de 15 horas e meia em relação ao fotoperíodo natural. Estes resultados mostram como o fotoperíodo influencia a reprodução de diversas espécies de peixes, interferindo no controle da maturação gonadal e na preparação para a reprodução, fazendo com que fora de seu fotoperíodo geneticamente programado pela espécie ao longo de sua evolução, haja um atraso ou mesmo a inibição da reprodução (AMANO *et al.*, 2000, 2003; BROMAGE *et al.*, 2001; MAITRA & CHATTORAJ, 2007 ).

Assim como o fotoperíodo interferiu na frequência de desovas, a fecundidade total (Figura 5), fecundidade relativa (Figura 6) e a produção de ovos (Figura 7) também sofreram influência e seguiram a mesma tendência do parâmetro anterior, com os melhores resultados para os fotoperíodos 16L:8E e 12L:12E em

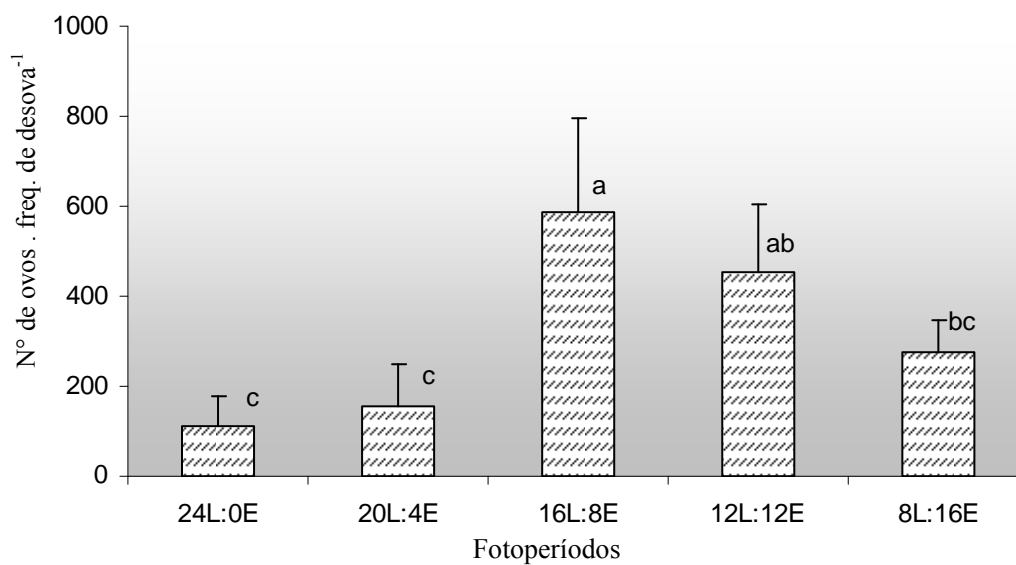
relação aos demais tratamentos. Resultados semelhantes foram observados com tilápias submetidas ao fotoperíodo 18L:6E, com maior produção de ovos em comparação com os demais fotoperíodos devido à ação da melatonina sobre o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal desencadeando a liberação de hormônios responsáveis pela gametogênese e maturação dos gametas (RIDHA & CRUZ, 2000; CAMPOS-MENDOZA *et al.*, 2004; RAD *et al.*, 2006).



**Figura 5.** Fecundidade total de fêmeas de *B. splendens* sob diferentes fotoperíodos (média + desvio padrão). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ( $P > 0,05$ ).



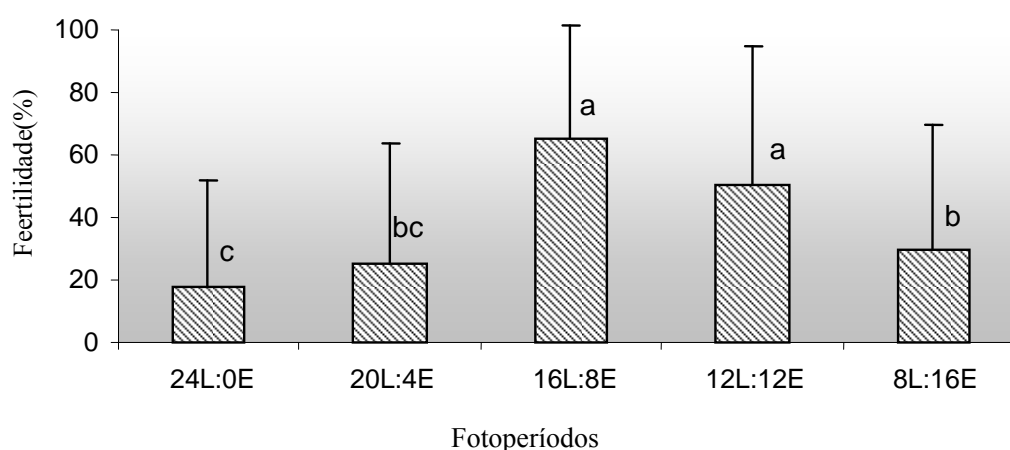
**Figura 6.** Fecundidade relativa de fêmeas de *B. splendens* sob diferentes fotoperíodos (média + desvio padrão). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ( $P>0,05$ ).



**Figura 7.** Produção de ovos por fêmeas de *B. splendens* sob diferentes fotoperíodos (média + desvio padrão). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ( $P>0,05$ ).

O desenvolvimento gonadal promovido pela liberação de melatonina levou a um aumento na gametogênese dos peixes (DAVIES *et al.*, 1999; RAD *et al.*, 2006), conseqüentemente um aumento no número de óvulos. A vitelogênese também é afetada, mesmo que de maneira mais discreta, pelo fotoperíodo como descreve SHIMIZU (2003).

A fertilidade também foi influenciada pela exposição dos peixes à luz. Fotoperíodos 16L:8E e 12L:12E, proporcionaram os melhores índices (Figura 8).



**Figura 8.** Fertilidade (%) dos ovos coletados de *B. splendens* sob diferentes fotoperíodos (média + desvio padrão). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ( $P > 0,05$ ).

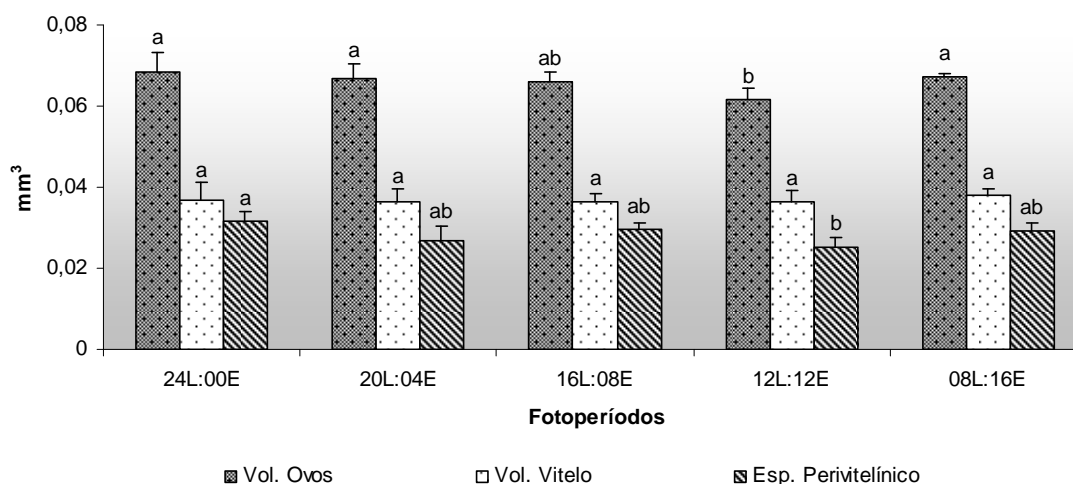
Peixes de clima temperado e que desovam em fotoperíodos crescentes, como a *Perca fluviatilis*, apresentaram baixa fertilidade ao serem submetidos à fotoperíodos de 16 horas de luz ( $3,3 \pm 5,8\%$ ) ou sequer desovaram com 24 horas de luz, pois estes fotoperíodos diferem em muito do fotoperíodo natural da estação reprodutiva do peixe (MIGAUD *et al.*, 2006). Mesmo em peixes tropicais com desova parcelada, como o *B. splendens*, que não possuem uma estação reprodutiva definida, a fertilidade foi afetada pelo fotoperíodo que junto com a temperatura é um dos mais importantes fatores

abióticos que atuam na maturação e na qualidade dos gametas (BROMAGE *et al.*, 2001; TSADIK & BART, 2007; LUBZENS *et al.*, 2009).

Os ovos de *B. splendens* apresentaram formato ovóide, com significativa diferença entre o volume dos ovos nos diferentes fotoperíodos. Os tratamentos em que as fêmeas apresentaram menor fecundidade e produção de ovos (24L:00E, 20L:04E e 08L:16E) proporcionaram desovas com ovos de maior volume do que aqueles que se sobressaíram pela maior quantidade de ovos (Figura 9). As fêmeas de peixes normalmente compensam uma menor produção com ovos de volume maior (DUARTE & ALCARAZ, 1989).

Embora o tamanho do ovo possa afetar a fertilidade e consequentemente a taxa de eclosão (COLEMAN & GALVANI, 1998) não foi o que se observou no presente estudo quanto à taxa de fertilidade. O tamanho do ovo pode variar conforme as condições físicas e fisiológicas dos reprodutores, idade e condições ambientais (BROOKS *et al.*, 1997; BONISLAWSKA *et al.*, 2000, 2001).

No entanto, neste estudo, o tamanho dos ovos não foi influenciado pela idade ou pelas condições dos reprodutores (K), que se mantiveram padronizadas em todos os tratamentos, assim como a temperatura, evidenciando a ação do fotoperíodo sobre este fator.



**Figura 9.** Volume dos ovos, volume do vitelo e espaço perivitelinico de ovos coletados de *B. splendens* sob diferentes fotoperíodos (média + desvio padrão). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ( $P > 0,05$ ).

O volume do vitelo, isoladamente, não apresentou diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos (Figura 9), como o observado por MAÑANÓS *et al.* (1997), mas ao observar o espaço perivitelínico, que diferiu significativamente entre os tratamentos ( $P<0,05$ ) (Figura 9), vê-se que os tratamentos que proporcionaram ovos com maior tamanho, possuem também maior espaço perivitelínico e conseqüentemente menores volumes de vitelo em relação ao volume do ovo. Assim, as desovas mais numerosas, embora com ovos de menor tamanho, possuem maior volume de vitelo, o que contribui para a maior taxa de fertilidade apresentada por estes tratamentos, como diversos autores sugerem (LINHART *et al.*, 1995; BROOKS *et al.*, 1997; COWARD & BROMAGE, 1999; BOBE & LABÉ, 2009).

A mortalidade durante o período experimental não apresentou diferença significativa ( $\chi^2<0,01$ ) entre os tratamentos e tampouco se observou ligação com o fotoperíodo. Embora a causa mais freqüente de mortalidade fosse devido aos confrontos entre macho e fêmea no período de reprodução, assim como observado por HOWELL *et al.* (2003), outros estudos mostram que fotoperíodos muito longos, especialmente os de luz contínua, apresentem percentuais maiores de mortalidade que os fotoperíodos que simulam dias longos (SIGHOLT *et al.*, 1995; APPELBAUM & KAMLER, 2000; GIRI *et al.*, 2002; ADEWOLU *et al.*, 2008).

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que para o *B. splendens*, os fotoperíodos que mais se assemelham ao que ocorre naturalmente no verão e na primavera (16L:8E e 12L:12E) promoveram melhores índices reprodutivos. Sendo que estas informações devem ser consideradas ao desenvolvimento de protocolos para a espécie na aquicultura ornamental.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas relacionadas à fotoperíodo e reprodução no Brasil são poucas. É um campo promissor principalmente se aplicado em espécies ornamentais, pois muito pouco se sabe cientificamente sobre elas e seus hábitos, embora sejam produzidas comercialmente, muitas vezes com técnicas de eficácia duvidosa e fundamentadas em informações controversas e sem fundamentação ou comprovação científicas. Testar regimes fototermiais em nossas espécies nativas, para conhecer seus efeitos na reprodução é apenas uma das possibilidades a serem contempladas por aqueles que se interessam pelo assunto. A continuidade deste tipo de pesquisa contribuirá para o acréscimo de informações úteis ao desenvolvimento da aquicultura nacional.

## 8. REFERÊNCIAS

ADEWOLU, M.A.; ADENIJI, C.A.; ADEJOBİ, A.B. Feed utilization, growth and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings cultured under different photoperiods. **Aquaculture**, v.238, p.64-67, 2008.

AGOSTINHO, A.A.; BARBIERI, G.; VERANI, J.R.; HAHN, N.S. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassis, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no Rio Paranapanema, Porecatu. **Ciência e Cultura**, v.42, p.711-714, 1990.

AMANO, M.; IIGO, M.; IKUTA, K.; KITAMURA, S.; YAMADA, H.; YAMAMORI, K. Roles of Melatonin in Gonadal Maturation of Underyearling Precocious Male Masu Salmon. **General and Comparative Endocrinology**, v.120, p. 190–197, 2000.

AMANO, M.; IIGO, M.; IKUTA, K.; KITAMURA, S.; YAMAMORI, K. Daily variations in melatonin binding sites in the masu salmon brain. **Neuroscience Letters**, v.350, p. 9–12, 2003.

AMANO, M.; IIGO, M.; IKUTA, K.; KITAMURA, S.; OKUZAWA, K.; YAMADA, H.; YAMAMORI, K. Disturbance of plasma melatonin profile by high dose melatonin administration inhibits testicular maturation of precocious male masu salmon. **Zoological Science**, v.21, p. 79-85, 2004.

APPELBAUM, S.; KAMLER, E. Survival, growth, metabolism and behaviour of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) early stages under different light conditions. **Aquaculture Engineering**, v.22, p. 269-287, 2000.

APPELT, C.W.; SORENSEN, P.W. Female goldfish signal spawning readiness by altering when and where they release a urinary pheromone. **Animal Behaviour**. v.74, p.1329-1338, 2007.

BAYARRI, M.J.; MUÑOZ-CUETO, J.A.; LÓPEZ-OLMEDA, J.F.; VERA, L.M.; ROL DE LAMA, M.A.; MADRID, J.A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J. Daily locomotor

activity and melatonin rhythms in Senegal sole (*Solea senegalensis*). **Physiology & Behavior**, v.81, p.577-583, 2004.

BESSA, E.; DIAS, J.F.; SOUZA, A. M. Rare data on a rocky shore fish reproductive biology: sex ratio, length of first maturation and spawning period of *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758) with notes on *Stegastes variabilis* spawning period (Perciformes: Pomacentridae) in São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.55, p. 199-206, 2007.

BISWAS, A.K.; MORITA, T.; YOSHIKAWA, G.; MAITA, M.; TAKEUCHI, T. Control of reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) by photoperiod manipulation. **Aquaculture**, v.243, p.229-239, 2005.

BLANCO-VIVES, B.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J. Synchronisation to light and feeding time of circadian rhythms of spawning and locomotor activity in zebrafish. **Physiology & Behavior**, v.98, p.268-275, 2009.

BOBE, J.; LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. **General and Comparative Endocrinology**. v.165, p. 535-548, 2009.

BOEUF, G.; LE BAIL, P.Y. Does light have an influence on fish growth? **Aquaculture**, v.177, p.129-152, 1999.

BONISLAWSKA, M.; FORMICKI, K.; WINNICKI, A. Size of eggs and duration of embryogenesis in fishes. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 30, n. 1, p. 61-71, 2000.

BONISLAWSKA, M.; FORMICKI, K.; KORZELECKA-ORKISZ, A.; WINNICKI, A. Fish egg size variability: biological significance. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Fisheries**, v. 4, n. 2, p. 1-15, 2001.

BROMAGE, N.; PORTER, M.; RANDALL, C.; The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. **Aquaculture**, v.197, p. 63-98, 2001.

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

CAMPOS-MENDOZA, A.; MCANDREW, B.J.; COWARD, K.; BROMAGE N. Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. **Aquaculture**, v.231, p. 299-314, 2004.

CHAPMAN, F. A.; FITZ-COY, S.; THUNBERG, J. T. United States of America International Trade in Ornamental Fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 28, p. 1-10, 1997.

CHAPMAN, F.A. 2000. Ornamental fish culture, Freshwater. Pages 602-610 in R.R. Stickney, editor. **Encyclopedia of Aquaculture**, Wiley-Interscience, Nova York, NY, USA.

COLEMAN, R. M.; GALVÁNI, A. P. Egg size determines offspring size in neotropical cichlid fishes (Teleostei: Cichlidae). **Copeia: American Society of Ichthyologists and Herpetologists**, v. 1, p. 209-213, 1998.

COSTA, A.P.R.; ANDRADE, D.R.; VIDAL JUNIOR, M.V.; SOUZA, G. Indicadores quantitativos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho no Rio Paraíba do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.789-795, 2005.

COWARD, K; BROMAGE, N.R. Spawning periodicity, fecundity and egg size in laboratory-held stocks of a substrate-spawning tilapiine, *Tilapia zilli* (Gervais). **Aquaculture**. v.171, p.251-267, 1999.

DABROWSKI, K.; CIERESZKO, R.E.; CIERESZKO, A.; TOTH, G.P.; CHRIST, S.A.; EL-SAIDY, D.; OTTOBRE, J.S. Reproductive physiology of yellow perch (*Perca flavescens*): environmental and endocrinological cues. **Journal of Applied Ichthyology**. v.12, p.139-148, 1996.

DAVIE, A.; QUERO, C.M.; BROMAGE, N.; TRASURER, J.; MIGAUD, H. Inhibition of sexual maturation in tank reared haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) through the use of constant light photoperiods. **Aquaculture**, v.270, p.379-389, 2007.

DAVIES, B.; BROMAGE, N.; SWANSON, P. The Brain–Pituitary–Gonadal axis of female rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: Effects of photoperiod manipulation. **General and Comparative Endocrinology**, v.115, p.155-166, 1999.

DUARTE, C. M.; ALCARAZ, M. To produce many small or few large eggs: a size independent reproductive tactic of fish. **Oecologia**, v. 80, p. 401-404, 1989.

DUSTON, J.; BROMAGE, N. Photoperiodic mechanisms and rhythms of reproduction in the female rainbow trout. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.2, p.35-51, 1986.

DUSTON, J.; ASTATKIE, T.; MacISAAC, P.F. Long-to-short photoperiod in winter halves the incidence of sexual maturity among Arctic charr. **Aquaculture**, v.221, p.567-580, 2003.

ENDAL, H.P.; TARANGER, G.L.; STEFANSSON, S.O.; HANSEN, T. Effects of continuous additional light on growth and sexual maturity in Atlantic salmon, *Salmo salar*, reared in sea cages. **Aquaculture**, v.191, p.337-349, 2000.

FALCÓN, J.; BESSEAU, L.; SAUZET, S.; BOEUF, G. Melatonin effects on the hypothalamo–pituitary axis in fish. **Trends in Endocrinology and Metabolism**. v.18, n.2, p.81-88, 2007.

FISHSTAT PLUS. **Universal software for fishery statistical time series**. Version 2.3. FAO Fisheries Department, Fisheries information, Data and Statistics Unit. 2008.

GIRI, S.S.; SAHOO, S.K.; SAHU, B.B.; SAHU, A.K.; MOHANTY, S.N.; MUKHOPADHYAY, P.K.; AYYAPPAN, S. Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): effects of light, photoperiod and feeding regimes. **Aquaculture**, v.213, p.151-161, 2002.

HOWELL, R.A.; BERLINSKY, D.L.; BRADLEY, T.M. The effects of photoperiod manipulation on the reproduction of black sea bass, *Centropristis striata*. **Aquaculture**, v.218, p.651-669, 2003.

HUBER, M.; BENGSTON, D.A. Effects of photoperiod and temperature on the regulation of the onset of maturation in the estuarine fish *Menidia beryllina* (Cope) (Atherinidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v.240, p.285-302, 1999.

KHAN, I.A.; THOMAS, P. Melatonin influences gonadotropin II secretion in the Atlantic croaker (*Micropogonias undulatus*). **General Comparative Endocrinology**, v. 104, n.2, p. 231-42, 1996.

KISSIL, G.W.; LUPATSCH, I.; ELIZUR, A.; ZOHAR, Y. Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v.200, p.363-379, 2001.

LEINER, K.A.; MACKENZIE, D.S. The effects of photoperiod on growth rate and circulating thyroid hormone levels in the red drum, *Sciaenops ocellatus*: evidence for a free-running circadian rhythm of T secretion. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. A 130, p.141-149, 2001.

LIMA, A. O. Aqüicultura ornamental: O potencial de mercado para algumas espécies ornamentais: Formas alternativas de diversificação da produção na aqüicultura brasileira. **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 13, p. 23-29, 2003.

LINHART, O.; KUDO, S.; BILLARD, R.; SLECHTA, V.; MIKODINA, E.V. Morphology, composition and fertilization of carp eggs: a review. **Aquaculture**. v.129, p. 75-93, 1995.

LUBZENS, E.; YOUNG, G.; BOBE, J.; CERDÀ, J. Oogenesis in teleosts: How fish eggs are formed. **General and Comparative Endocrinology**. Article in Press. 2009.

LOWE-McCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo. EDUSP, 1999. 535 p.

MAITRA, S.K.; CHATTORAJ, A. Role of photoperiod and melatonin in the regulation of ovarian functions in Indian carp *Catla catla*: basic information for future application. **Fish Physiology and Biochemistry**. v.33, p.367-382, 2007.

MAÑANÓS, E.L.; ZANUY, S.; CARRILLO, M. Photoperiodic manipulations of the reproductive cycle of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and their effects on gonadal development, and plasma 17 $\beta$ -estradiol and vitellogenin levels. **Fish Physiology and Biochemistry**. v.16, p.211-222, 1997.

MAURUS, W. **Bettas a complete introduction**. New jersey-USA: t.f.h., 1987. 128p.

MAYER, I.; BORNSTAF, C.; BORG, B. Melatonin in Non-Mammalian vertebrates: Physiological Role in Reproduction? **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.118A, p.515-531, 1997.

MIGAUD, H.; WANG, N.; GARDEUR, J.N.; FONTAINE, P. Influence of photoperiod on reproductive performances in Eurasian perch *Perca fluviatilis*. **Aquaculture**, v.252, p.385-393, 2006.

MILLA, S.; MANDIKI, S.N.M.; HUBERMONT, P.; ROUGEOT, C.; MÉLARD, C.; KESTEMONT, P. Ovarian steroidogenesis inhibition by constant photothermal conditions is caused by a lack of gonadotropin stimulation in Eurasian perch. **General and Comparative Endocrinology**. v.163, p.242-250, 2009.

MONVISES, A.; NUANGSAENG, B.; SRIWATTANAROTHAI, N.; PANIJPAN, B. The Siamese fighting fish: Well-known generally but little-known scientifically. **ScienceAsia**, v.35, p.8-16, 2009.

MYLONAS, C.C.; FOSTIER, A.; ZANUY, S. Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. **General and Comparative Endocrinology**, Article in Press, 2009.

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. 4<sup>th</sup> ed. Canada: John Wiley & Sons, Inc. 2006. 601p.

POLING, K.R.; FRASER, E.J.; SORENSEN, P.W. The three steroidal components of the goldfish preovulatory pheromone signal evoke different behaviors in males. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v.129 B, p.645-651, 2001.

PONCIN, P. Influence of the daily distribution of light on reproduction in the barbel, *Barbus barbus* (L.) **Journal of Fish Biology**, v. 41, p.993–997, 1992.

RAD, F.; BOZAOĞLU, S.; GÖZÜKARA, S.E.; KARAHAN, A.; KURT, G. Effects of different long-day photoperiods on somatic growth and gonadal development in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v.255, p.292-300, 2006.

REID, S.G.; SUNDIN, L.; MILSON, W.K. The cardiorespiratory system in tropical fishes: structure, function and control. In: VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; RANDALL, D.J. **The physiology of tropical fishes**. USA: Elsevier. 2006. 633p.

RIBEIRO, F.A.S.; FERNANDES, J.B.K. Sistemas de produção de peixes ornamentais. **Panorama da Aqüicultura** v.109, p.35-39, 2008.

RIDHA, M.T.; CRUZ, E.M. Effect of light intensity and photoperiod on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. seed production. **Aquaculture Research**, v.31, p.609-617, 2000.

SANTANA, E.W.P; PAMPLONA, L.G.C; OLIVEIRA-LIMA, J.W; RIBEIRO, Z.M & REGAZZI, A.C.F. Biological Control of *Aedes aegypti* I. Evaluation of the larvivorous potential of the *Betta splendens* in water boxes in Fortaleza, Ceará, Brasil. In: **Resumos do XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** p. 37, 2001.

SHIMIZU, A. Effect of photoperiod and temperature on gonadal activity and plasma steroid levels in a reared strain of the mummichog (*Fundulus heteroclitus*) during

different phases of its annual reproductive cycle. **General and Comparative Endocrinology**, v.131, p.310-324, 2003.

SIGHOLT, T.; STAURNES, M.; JAKOBSEN, H. J.; ÅSGÅRD, T. Effects of continuous light and short-day photoperiod on smolting, seawater survival and growth in Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v.130, p.373-388, 1995.

SIMENSEN, L.M.; JONASSEN, T.M.; IMSLAND, A.K.; STEFANSSON, S.O. Photoperiod regulation of growth of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Aquaculture**, v.190, p.119-128, 2000.

SOLBAKKEN, J.S.; PITTMAN, K. Photoperiodic modulation of metamorphosis in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Aquaculture**, v.232, p.613-625, 2004.

TARANGER, G.L.; CARRILLO, M.; SCHULZ, R.W.; FONTAINE, P.; ZANUY, P.; FELIP, A.; WELTZIEN, F.A.; DUFOUR, S.; KARLSEN, Ø.; NORBERG, B.; ANDERSSON, E.; HANSEN, T. Control of puberty in farmed fish. **General and Comparative Endocrinology**, Article in Press, 2009.

TAYLOR, J.F.; NORTH, B.P.; PORTER, M.J.R.; BROMAGE, N.R.; MIGAUD, H. Photoperiod can be used to enhance growth and improve feeding efficiency in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.256, p.216-234, 2006.

TSADIK, G.G.; BART, A.N. Effects of feeding, stocking density and water-flow rate on fecundity, spawning frequency and egg quality of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.272, p.380-388, 2007.

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

VERA, L.M.; MADRID, J.A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J. Locomotor, feeding and melatonin daily rhythms in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). **Physiology & Behavior**, v.88, p.167-172, 2006.

YANONG, R. P. E. Reproductive management of freshwater ornamental fish. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v.5, p.222-235, 1996.

WATSON, C.G.; J.V. SHIREMAN. **Production of Ornamental Aquarium Fish - FA35**. Institute of Food and Agricultural Sciences - University of Florida, Gainesville, FL, USA. 1996. 4p.

ZHDANOVA, I.V.; REEBS, S.G. Circadian rhythms in fish. In: SLOMAN, K.A.; WILSON, R.W.; BALSHINE, S. **Behaviour and Physiology of Fish**. USA: Elsevier. 2006. 480p.