

# Resistência ao estresse e crescimento de larvas de peixes neotropicais alimentadas com diferentes dietas

Ronald Kennedy Luz<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Dep. de Zoologia de Vertebrados, Prédio 41, Av. Dom Gaspar, nº 500, Coração Eucarístico, CEP 30535-610 Belo Horizonte, MG. E-mail: luzrk@yahoo.com

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da alimentação na resistência ao estresse e no crescimento de larvas das espécies de peixes neotropicais: *Astronotus ocellatus* (Oscar), *Piaractus mesopotamicus* (pacu) e *Pseudoplatystoma coruscans* (pintado). As larvas receberam diferentes tipos de alimentos (*Artemia* sp., larvas de *Collossoma macropomum* e dieta artificial Fry Feed Kyowa). Foram realizados testes de exposição ao ar e a taxa de sobrevivência, determinada 24 horas depois. A fim de avaliar o crescimento, medidas de peso foram realizadas em larvas dos diferentes tratamentos. Larvas de *A. ocellatus* alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. apresentaram tendência de maior peso e resistência ao estresse, quando comparadas com o uso de dieta artificial. Larvas de *P. mesopotamicus* apresentaram melhores valores de peso e taxas de resistência ao estresse, quando alimentadas com *Artemia* sp. ou alimentação mista (*Artemia* sp. + dieta artificial). Em *P. coruscans*, o uso de larvas forrageiras resultou em indivíduos mais resistentes aos testes de exposição ao ar do que os que receberam apenas *Artemia* sp. Valores de peso, nos dois manejos alimentares, foram semelhantes entre si. O alimento vivo desempenha importante atuação no crescimento em peso e na melhora da resistência ao estresse das espécies estudadas.

Termos para indexação: alimentação, exposição ao ar, larvicultura, *Astronotus ocellatus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Pseudoplatystoma coruscans*.

## Stress resistance and growth of larvae of neotropical fish feed with different diets

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of feeding on stress resistance and growth in larvae of neotropical fish of the species: *Astronotus ocellatus*, *Piaractus mesopotamicus*, and *Pseudoplatystoma coruscans*. Larvae received different types of food (*Artemia* sp., *Collossoma macropomum* larvae and artificial microdiet Fry Feed Kyowa). Resistance tests to air exposure were applied, and larvae survival was determined after 24 hours. To evaluate the growth, weight measures were performed during the different treatments. *A. ocellatus* larvae fed on *Artemia* sp. nauplii tended to better resistant and weight than others that received artificial microdiet. *P. mesopotamicus* larvae showed better stress resistance and weight values when fed on *Artemia* sp. or under mixed feeding (*Artemia* sp. + artificial microdiet). For *P. coruscans*, the use of forage fish larvae provided more resistant individuals than those treated with *Artemia* sp. or artificial food. However, values of weight were the same for both foods. The live food is important in the growth in weight as well as in the improvement of the stress resistance in the studied species.

Index terms: feeding, air exposure, larviculture, *Astronotus ocellatus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Pseudoplatystoma coruscans*.

### Introdução

A larvicultura intensiva é uma atividade que vem sendo realizada atualmente no Brasil com várias espécies de peixes. Nesse sistema de produção, o estresse dos animais é constante, devido aos manejos diários realizados. A escassez de conhecimento sobre as melhores condições a que os animais devem ser

submetidos durante essa fase inviabiliza a criação das várias espécies de interesse comercial (Luz, 2004).

A crescente produção nacional e a necessidade de maior disponibilidade de juvenis, torna a larvicultura um desafio para pesquisadores e produtores que vem tentando aumentar a produção de animais saudáveis para a subsequente fase do ciclo de produção (Luz & Portella, 2005b).

De acordo com Koven et al. (2001), a alimentação pode aumentar a sobrevivência dos animais após o manejo de transferência de tanques. Isto indica que a alimentação atua na resistência das larvas ao estresse, e pode afetar a indústria da aquicultura.

Estudos de manejos da larvicultura intensiva de peixes neotropicais têm indicado a alimentação como fator importante nessa fase (Cestarolli et al., 1997; Luz & Zaniboni Filho, 2001; Luz & Portella, 2002; Jomori et al., 2003; Luz, 2004). Entre os alimentos utilizados destaca-se o fornecimento de náuplios de *Artemia* sp. para espécies de diferentes hábitos alimentares (Lopes et al., 1996; Luz & Zaniboni Filho, 2001; Luz & Portella, 2002; Guerrero-Alvarado, 2003; Jomori et al., 2003; Beerli et al., 2004; Luz, 2004), assim como o uso de larvas forrageiras para espécies carnívoras (Schütz, 2003; Mai & Zaniboni Filho, 2005).

Nesses estudos, parâmetros comumente utilizados na avaliação do efeito dos manejos alimentares baseiam-se nas taxas de crescimento e sobrevivência dos animais. Os testes de resistência ao estresse podem, com esses parâmetros, ser um instrumento de suporte para avaliar a qualidade da produção de larvas e juvenis (Dhert et al., 1992).

Diversos testes de resistência ao estresse vêm sendo utilizados como: a exposição ao ar (Sakakura et al., 1998; Arends et al., 1999; Benfey & Biron, 2000; Martins et al., 2000; Koven et al., 2001; Luz & Portella, 2002; Van Anholt et al., 2004; Luz & Portella, 2005b), resposta de sensibilidade à inoculação de bactérias (Chair et al., 1994; Gatesoupe, 1995), exposição a altos níveis de amônia (Mazik et al., 1987), variações na salinidade da água (Lim et al., 2002; Koven et al., 2003; Van Anholt et al., 2004), confinamento (Arends et al., 1999) e variações de temperatura e exposição a baixos níveis de oxigênio (Tago et al., 1999).

Ako et al. (1994) utilizaram náuplios de *Artemia* sp. sem enriquecimento ou com enriquecimento e uma combinação desses alimentos com rotíferos *Brachionus plicatilis*, na alimentação de larvas de *Mugil cephalus* e encontraram maior resistência ao estresse quando as larvas receberam náuplios enriquecidos ou uma mistura de náuplios enriquecidos com rotíferos. Da mesma forma, Kanazawa (1997) verificou que larvas de *Pargus major*, alimentadas com várias dietas, apresentam diferenças na resistência ao estresse em função do nível de inclusão de DHA (ácido docosahexanóico) e lecitina de soja. Estes resultados indicam que a alimentação pode melhorar o estado de saúde das larvas (Ako et al., 1994) produzindo animais de qualidade (Kanazawa, 1997).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da alimentação na resistência ao estresse (teste de exposição ao ar) e no crescimento de larvas de três espécies de peixes neotropicais.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal, SP, em novembro 2003 e janeiro de 2004. Larvas de três espécies de peixes neotropicais, *Astronotus ocellatus* (Oscar), *Piaractus mesopotamicus* (pacu) e *Pseudoplatystoma coruscans* (pintado), foram estocadas em tanques com 100 L de água, renovação contínua, aeração constante e temperatura de  $28,9 \pm 0,8^\circ\text{C}$  para serem utilizadas nos experimentos. Como alimentos, foram utilizados náuplios de *Artemia* sp. (produzidos diariamente em recipientes de 20 L, com salinidade de 10‰), larvas forrageiras (larvas de tambaqui *Colossoma macropomum*, com cinco dias pós-eclosão) e ração comercial (Fry Feed Kyowa).

Na realização dos testes de exposição ao ar, em larvas das três espécies, em diferentes idades, as larvas foram cuidadosamente sifonadas e acondicionadas em bacias de plástico, contadas individualmente e separadas em béqueres de um litro (entre 10 a 15 larvas por béquer). Os béqueres foram mantidos em sistema de banho termostático ( $28,9 \pm 0,8^\circ\text{C}$ ) e com aeração constante, quando se realizou um período de jejum de seis a oito horas.

### Experimentos com larvas de *Astronotus ocellatus*

Larvas de *A. ocellatus*, com seis dias de vida, foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. na quantidade diária de 500 náuplios por larva, dividida em três refeições diárias às 7, 12 e 18h. Após os primeiros cinco dias de alimentação (11 dias de vida), os animais foram submetidos aos seguintes tratamentos de exposição ao ar sobre papel secante: E<sub>0</sub>: controle (sem exposição ao ar); E<sub>0,5</sub>: 30 segundos; E<sub>1</sub>: 1 minuto; E<sub>3</sub>: 3 minutos; E<sub>5</sub>: 5 minutos; e E<sub>7</sub>: 7 minutos de exposição ao ar.

Depois dos respectivos períodos de exposição ao ar, os papéis secantes foram mergulhados de volta nos béqueres. As larvas que permaneceram aderidas ao papel foram cuidadosamente retiradas com o auxílio de um pincel, para evitar danos. Após 24 horas, verificou-se a sobrevivência, considerada a taxa de resistência ao

estresse (Re), em porcentagem. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições.

Em um segundo experimento, larvas de *A. ocellatus*, com seis dias após a eclosão, foram submetidas a três tratamentos alimentares: alimentação com náuplios de *Artemia* sp. (500 náuplios por larva por dia); alimentação com ração e larvas mantidas em jejum.

Após os primeiros cinco dias de alimentação (11 dias de vida), com base nos resultados obtidos no primeiro experimento, as larvas foram submetidas ao teste de exposição ao ar por cinco minutos sobre papel secante (E<sub>5</sub>). Após 24 horas, avaliou-se a taxa de resistência ao estresse (Re), em porcentagem.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições. Na avaliação do peso úmido, dez larvas de cada tratamento alimentar foram retiradas e sacrificadas em gelo. Posteriormente, retirou-se o excesso de umidade com o auxílio de papel secante e procedeu-se à pesagem em balança analítica de precisão.

#### **Experimentos com larvas de *Piaractus mesopotamicus***

Larvas de *P. mesopotamicus*, com cinco dias após a eclosão, foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. nas quantidades diárias de 250 náuplios por larva, do 5º ao 7º dia de vida, 500 náuplios por larva, do 8º ao 10º dia, e 750 náuplios por larva, do 11º ao 13º dia de vida.

Indivíduos com 8, 11 e 15 dias de vida foram submetidos aos mesmos tratamentos de exposição ao ar em papel secante das larvas de *A. ocellatus*. Larvas com cinco dias de vida (antes de iniciar a alimentação), 8, 11 e 15 dias de vida, foram submetidas aos seguintes tratamentos de exposição ao ar em peneira: R<sub>0</sub>: controle (sem exposição ao ar); R<sub>0,5</sub>: 30 segundos; R<sub>1</sub>: 1 minuto; R<sub>3</sub>: 3 minutos; R<sub>5</sub>: 5 minutos; R<sub>7</sub>: 7 minutos; R<sub>10</sub>: 10 minutos; R<sub>12</sub>: 12 minutos; R<sub>15</sub>: 15 minutos; R<sub>17</sub>: 17 minutos; e R<sub>20</sub>: 20 minutos de exposição ao ar em peneira. Depois de coletadas as larvas, a peneira (diâmetro de malha de 0,5 mm) era colocada rapidamente sobre papel secante para a retirada do excesso de umidade. Após 24 horas, avaliou-se a taxa de resistência ao estresse (Re), em porcentagem.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas

subdivididas, com seis tratamentos e três repetições para o teste de exposição ao ar em papel secante e com 11 tratamentos e três repetições para o teste de exposição ao ar em peneira.

Em um segundo experimento, larvas de *P. mesopotamicus* receberam os seguintes tratamentos alimentares: larvas de *P. mesopotamicus* mantidas em jejum; náuplios de *Artemia* sp. como apresentado no primeiro experimento; náuplios de *Artemia* sp. em quantidades crescentes até o sétimo dia de vida, e depois uma mistura de ração mais náuplios de *Artemia* sp. na quantidade de 250 náuplios entre o 8º e 11º dia, seguida pelo fornecimento exclusivo de ração; e ração durante todo o experimento.

Larvas com 8, 11 e 15 dias de vida (três, seis e dez dias de alimentação, respectivamente), foram submetidas ao teste de exposição ao ar de um minuto sobre papel secante (E<sub>1</sub>) e de 20 minutos sobre peneira (R<sub>20</sub>). Após 24 horas, avaliou-se a taxa de resistência ao estresse (Re), em porcentagem.

Os testes foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas com quatro tratamentos e quatro repetições. Amostras de dez larvas, de cada tratamento alimentar, foram coletadas no decorrer do experimento, para a avaliação do peso úmido.

#### **Experimentos com larvas de *Pseudoplatystoma coruscans***

Larvas de *P. coruscans* com três dias após a eclosão foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. nas quantidades diárias de 500 náuplios por larva, do 3º ao 7º dia de vida, e 1.000 náuplios por larva do 8º ao 11º dia de vida.

Larvas com 9 e 12 dias de vida foram submetidas aos mesmos tratamentos de exposição ao ar em papel secante das larvas de *A. ocellatus* e *P. mesopotamicus*. Devido ao pequeno tamanho dos animais em idades jovens, que permaneciam totalmente aderidos ao papel secante, o uso deste teste durante as fases iniciais foi descartado. Indivíduos com 3 (antes de iniciar a alimentação exógena), 6, 9 e 12 dias de vida foram submetidos aos mesmos tratamentos de exposição ao ar em peneira das larvas de *P. mesopotamicus*. Após 24 horas, avaliou-se a taxa de resistência ao estresse (Re), em porcentagem.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas com seis tratamentos e quatro repetições

para o teste de exposição ao ar em papel secante, e com 11 tratamentos e três repetições, para o teste de exposição ao ar em peneira.

Em um segundo experimento, larvas de *P. coruscans* foram alimentadas durante os três primeiros dias de alimentação (seis dias de vida) com náuplios de *Artemia* sp. Após esse período, os animais foram submetidos aos seguintes tratamentos alimentares: náuplios de *Artemia* sp. (1.000 náuplios de *Artemia* sp. por larva por dia); larvas de *Collossoma macropomum* (dez larvas forrageiras por larva de *P. coruscans*) e ração. Um lote de 300 animais foi mantido em jejum durante todo o período experimental. Após três dias sob os tratamentos (nove dias de vida), as larvas foram submetidas ao teste de exposição ao ar de cinco minutos sobre papel secante (E<sub>5</sub>) e de 20 minutos em peneira (R<sub>20</sub>). A Re, em porcentagem, foi avaliada 24 horas depois de aplicado os testes.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições para os diferentes testes de exposição ao ar. Na avaliação do crescimento das larvas, foi coletada uma amostra de dez animais de cada tratamento para a determinação do peso úmido.

### Análise estatística

Os valores percentuais da Re foram transformados para arco seno. Os dados de peso das larvas e os resultados de Re foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Nos experimentos em esquema de parcelas subdivididas, os tratamentos principais foram os diferentes tempos de exposição ao ar ou os diferentes itens alimentares. Os tratamentos secundários foram as diferentes idades dos animais quando os testes foram realizados. Quando verificadas diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ), nas análises realizadas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Nas análises estatísticas, utilizou-se o programa SAS versão 6.12 (SAS Institute, 1997).

## Resultados e Discussão

No primeiro experimento, larvas de *A. ocellatus* alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. apresentaram 100% de Re quando submetidas aos tratamentos E<sub>0</sub>, E<sub>0,5</sub> e E<sub>1</sub>. No tratamento E<sub>3</sub>, a Re foi de 91,7±7,2% e semelhante ( $p > 0,05$ ) aos tratamentos anteriores. Quanto ao tratamento E<sub>5</sub>, foram encontrados valores inferiores ( $p < 0,05$ ) de Re (58,3±14,4%). O tratamento E<sub>7</sub> apresentou Re muito baixa (4,2±7,2%) não sendo recomendado para essa espécie.

Depois de cinco dias de alimentação com diferentes tipos de alimento, o teste E<sub>5</sub> proporcionou Re de 62,5±10,4 e 45,3±12,5%, para o uso de *Artemia* sp. e ração, respectivamente, com tendência de maior Re para o uso da *Artemia* sp. As larvas mantidas em jejum apresentaram Re inferiores ( $p < 0,05$ ) (15,7±7,8%). O uso de dieta artificial também proporcionou menor Re de choque osmótico, quando comparado ao uso de *Artemia* sp. em *Poecilia reticulata* (Lim et al., 2002).

Quanto aos valores de peso, os melhores resultados foram obtidos quando os animais foram alimentados com náuplios de *Artemia* sp. (0,034±0,003 g), corroborando os dados da Re. Valores inferiores e semelhantes entre si foram encontrados para o uso de ração e larvas mantidas em jejum, 0,020±0,004 e 0,018±0,003 g, respectivamente. Da mesma forma, o uso de *Artemia* sp. tem-se mostrado melhor, quando comparado ao uso da dieta inerte, durante o desenvolvimento inicial de outra espécie neotropical, o *Pimelodus maculatus* (Luz & Zaniboni Filho, 2001).

Para o teste de exposição ao ar em papel secante, de larvas de *P. mesopotamicus* com oito dias de vida, não houve diferenças significativas na Re entre os tratamentos E<sub>1</sub> e E<sub>3</sub> (Tabela 1). Porém, esses valores foram inferiores ( $p < 0,05$ ) ao tratamento E<sub>0,5</sub>. Aos 11 dias de vida, o tratamento E<sub>3</sub> apresentou valores inferiores ( $p < 0,05$ ) aos tratamentos E<sub>0</sub>, E<sub>0,5</sub> e E<sub>1</sub> e semelhantes ( $p > 0,05$ ) aos tratamentos E<sub>5</sub> e E<sub>7</sub>. Com 15 dias, larvas dos tratamentos E<sub>3</sub> e E<sub>5</sub> apresentaram Re menores que as submetidas a tempos de exposição inferiores. Ao analisar os valores de Re de larvas, nas diferentes idades, observa-se melhor Re nos tratamentos E<sub>1</sub>, E<sub>3</sub> e E<sub>5</sub> entre o oitavo e o décimo quinto dia de vida (Tabela 1). No entanto, esta espécie parece ser menos resistente a este tipo de teste, do que larvas de *A. ocellatus*, já que tempos de exposição iguais ou

**Tabela 1.** Resistência ao estresse de larvas de *Piaractus mesopotamicus*, alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. e submetidas ao teste de exposição ao ar sobre papel secante<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	8 dias de vida	11 dias de vida	15 dias de vida
E <sub>0</sub>	100Aa	100Aa	100Aa
E <sub>0,5</sub>	75,5±27,8Ba	75,0±10,0Ba	95,5±9,5Aa
E <sub>1</sub>	33,3±28,2Cb	75,0±10,0Ba	92,5±9,5Aa
E <sub>3</sub>	16,6±25,2CDb	6,6±5,4Cb	55,0±5,7Ba
E <sub>5</sub>	0,0Db	0,0Cb	27,5±20,6Ba
E <sub>7</sub>	0,0Db	0,0Cb	0,0Cb

<sup>(1)</sup>Médias±desvio-padrão seguidas por letras diferentes (maiúsculas em coluna e minúsculas em linha) indicam diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

superiores a três minutos parecem ser prolongados, levando a baixas Re.

Quanto ao teste de resistência ao estresse em peneira, não se observaram diferenças significativas entre os diferentes tempos de exposição e desenvolvimento das larvas, com exceção do tratamento R<sub>20</sub> quando as larvas apresentavam 11 dias de vida (Tabela 2). Ainda que não tenham sido observadas diferenças significativas entre os diferentes tempos de exposição ao ar, verificou-se tendência de menores valores de Re em tempos superiores a 17 minutos, adotando-se, assim, o teste R<sub>20</sub> para esta espécie.

Com base na diferença dos tempos de exposição ao ar, entre os dois testes, verifica-se que o uso do papel secante é um método mais estressante. Essa constatação está de acordo com o verificado por Luz & Portella (2005b), que relataram ressecamento dos animais e perda do muco protetor nesse tipo de teste.

Larvas de *P. mesopotamicus* com oito dias de vida, submetidas aos diferentes manejos alimentares, com tempo de exposição de um minuto sobre papel secante, não apresentaram diferenças significativas na Re entre os tratamentos (Tabela 3). Porém, com 11 e 15 dias de vida, os tratamentos alimentares com ração e larvas mantidas em jejum apresentaram menores Re ( $p < 0,05$ ), quando comparado às larvas que receberam *Artemia* sp. ou alimentação mista (*Artemia* sp. + ração). Nessa espécie, não foi verificado aumento ou diminuição da Re com o desenvolvimento dos animais. Esses resultados estão de acordo com os verificados para *A. ocellatus*, com melhora na Re com o uso de alimento vivo.

**Tabela 2.** Resistência ao estresse de larvas de *Piaractus mesopotamicus*, alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. e submetidas ao teste de exposição ao ar em peneira<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	5 dias de vida	8 dias de vida	11 dias de vida	15 dias de vida
R <sub>0</sub>	100Aa	100Aa	100Aa	100Aa
R <sub>0,5</sub>	100Aa	100Aa	100Aa	100Aa
R <sub>1</sub>	100Aa	91,1±7,7Aa	100Aa	100Aa
R <sub>3</sub>	100Aa	97,7±3,8Aa	100Aa	100Aa
R <sub>5</sub>	100Aa	92,7±6,7Aa	97,7±3,8ABa	100Aa
R <sub>7</sub>	100Aa	92,7±6,7Aa	93,3±6,6ABa	100Aa
R <sub>10</sub>	100Aa	86,1±7,3Aa	88,8±10,1ABa	93,3±6,7Aa
R <sub>12</sub>	98,1±3,2Aa	83,6±16,7Aa	91,1±7,7ABa	97,7±3,8Aa
R <sub>15</sub>	100Aa	88,3±13,8Aa	91,1±10,1ABa	84,4±21,4Aa
R <sub>17</sub>	85,5±12,3Aa	88,8±13,8Aa	85,7±24,4ABa	66,6±29,0Aa
R <sub>20</sub>	85,7±7,3Aa	76,9±14,8Aa	66,6±29,0Ba	84,4±13,8Aa

<sup>(1)</sup>Médias±desvio-padrão seguidas por letras diferentes (maiúsculas em coluna e minúsculas em linha) indicam diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto ao tempo de 20 minutos de exposição ao ar em peneira, larvas com 8, 11 e 15 dias de vida apresentaram Re semelhantes para a alimentação com náuplios de *Artemia* sp. e alimentação mista (Tabela 3). Quanto aos tratamentos em que ração e larvas mantidas em jejum foram fornecidas, as Re foram baixas ou nulas. Esses dados confirmam que, nessa espécie, o alimento vivo melhora a condição fisiológica, independentemente do tipo de teste utilizado, papel secante ou peneira.

Ao contrário do observado no teste de exposição ao ar sobre papel secante, neste método foi verificada redução da Re com o desenvolvimento dos animais para o tratamento alimentar com ração e para as larvas mantidas em jejum. Isto indica pior condição fisiológica das larvas nesses tratamentos, fato não verificado no uso de alimento vivo (Tabela 3).

Os dois métodos utilizados, exposição ao ar em peneira e papel secante, foram eficientes na avaliação da resistência ao estresse dos animais, quando submetidos a diferentes manejos alimentares, uma vez que a Re foi variável de acordo com a alimentação fornecida. Estes resultados indicam melhor estado de saúde dos peixes (Ako et al., 1994) em razão de determinados tipos de alimentos, sendo a alimentação fundamental para melhoria no sistema de criação. Segundo Koven et al. (2001) pode aumentar a sobrevivência dos animais após o manejo de transferência de tanques.

O efeito da maior Re das larvas entre os diferentes manejos alimentares pode ser corroborado pelos dados de peso dos animais, em que *Artemia* sp. e alimentação

**Tabela 3.** Resistência ao estresse de larvas de *Piaractus mesopotamicus* submetidas a diferentes manejos alimentares, quando expostas aos testes de um minuto de exposição ao ar sobre papel secante e de 20 minutos de exposição ao ar em peneira<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	8 dias de vida	11 dias de vida	15 dias de vida
1 minuto de exposição ao ar sobre papel secante			
<i>Artemia</i> sp.	60,0±36,0Aa	96,6±5,7Aa	100Aa
<i>Artemia</i> sp. + ração	40,0±43,5Aa	76,6±11,5Aa	76,6±23,0Aa
Ração	6,6±11,5Aa	10,0±10,0Ba	8,3±7,6Ba
Jejum	10,0±10,0Aa	6,6±5,7Ba	0,0Ba
20 minutos de exposição ao ar em peneira			
<i>Artemia</i> sp.	93,3±11,5ABa	96,6±5,7Aa	96,6±5,7Aa
<i>Artemia</i> sp. + ração	100Aa	83,3±15,2Aa	80,0±10,0Aa
Ração	63,3±28,8Ba	0,0Bb	0,0Bb
Jejum	38,7±36,4Ba	3,3±5,7Bab	0,0Bb

<sup>(1)</sup>Médias±desvio-padrão seguidas por letras diferentes (maiúsculas em coluna e minúsculas em linha) indicam diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, entre os diferentes testes.

mista proporcionaram os maiores valores de peso (Tabela 4). Os dados de crescimento nos diferentes manejos alimentares de *P. mesopotamicus* estão de acordo com os encontrados por Beerli et al. (2004) para esta mesma espécie.

Em larvas de *P. coruscans*, submetidas ao teste de exposição ao ar sobre papel secante, com nove dias de vida, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos E<sub>0,5</sub> e E<sub>3</sub> (Tabela 5). Porém, os valores de Re foram semelhantes entre os tratamentos E<sub>1</sub> e E<sub>5</sub>. Em larvas com 12 dias de vida, os resultados foram semelhantes entre E<sub>0,5</sub> e E<sub>5</sub>. As larvas de *P. coruscans* apresentam melhor Re com o desenvolvimento dos animais no tratamento E<sub>5</sub>. Desta forma, adotou-se este tempo para avaliar o efeito de diferentes tratamentos alimentares. Como nessa espécie, este teste não pôde ser realizado em larvas no início do desenvolvimento, inferiu-se que sua aplicação pode estar condicionada às características morfológicas das larvas.

Quanto ao teste de exposição ao ar em peneira, não houve diferenças significativas nas Re com o desenvolvimento dos animais nos diferentes tratamentos (Tabela 6). Na análise dos tempos de exposição ao ar

**Tabela 4.** Peso (g) das larvas de *Piaractus mesopotamicus* submetidas aos diferentes tratamentos alimentares<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	Peso (g)		
	8 dias de vida	11 dias de vida	15 dias de vida
<i>Artemia</i> sp.	0,95±0,19A	2,16±0,19A	4,47±1,85A
<i>Artemia</i> sp. + ração	0,89±0,04A	2,06±0,22A	2,86±0,44BC
Ração	0,44±0,04B	0,45±0,12BC	0,87±0,56C
Jejum	0,30±0,17B	0,20±0,06C	0,17±0,03D

<sup>(1)</sup>Médias±desvio-padrão seguidas de mesma letra (na vertical) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Resistência ao estresse de larvas de *Pseudoplatystoma coruscans*, alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. e submetidas ao teste de exposição ao ar sobre papel secante<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	9 dias de vida	12 dias de vida
E <sub>0</sub>	100Aa	100Aa
E <sub>0,5</sub>	16,6±5,7Ba	50,6±10,0Ba
E <sub>1</sub>	16,6±11,5BCa	46,6±11,5Ba
E <sub>3</sub>	10,0±17,3BCb	33,3±15,2Ba
E <sub>5</sub>	0,0Cb	33,3±5,7Ba
E <sub>7</sub>	0,0Ca	0,0Ca

<sup>(1)</sup>Médias±desvio padrão seguida por letras diferentes (maiúsculas em coluna e minúsculas em linha) indicam diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

nas larvas, com diferentes idades, verificou-se que, as larvas com 12 dias de vida, do tratamento R<sub>20</sub>, apresentaram os menores valores de Re. Conforme constatado em larvas de *P. mesopotamicus*, este teste mostrou-se menos drástico que a exposição ao ar em papel secante e apresentou tendência de redução dos valores de Re para o maior tempo de exposição ao ar.

No segundo experimento, as larvas de *P. coruscans* mantidas em jejum, apresentaram mortalidade total entre o sexto e o oitavo dia de vida, e não foi possível a utilização desses animais nos testes. O tratamento E<sub>5</sub> foi eficiente na avaliação do efeito dos manejos alimentares (Tabela 7). A utilização de larvas forrageiras melhorou os valores de Re ( $p<0,05$ ), seguida pela utilização de náuplios de *Artemia* sp. O manejo alimentar

**Tabela 6.** Resistência ao estresse de larvas de *Pseudoplatystoma coruscans*, alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. e submetidas ao teste de exposição ao ar em peneira<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	3 dias de vida	6 dias de vida	9 dias de vida	12 dias de vida
R <sub>0</sub>	100Aa	100Aa	100Aa	100Aa
R <sub>0,5</sub>	100Aa	100Aa	83,3±5,7Aa	100Aa
R <sub>1</sub>	100Aa	93,3±5,7Aa	93,3±11,5Aa	96,6±5,7ABa
R <sub>3</sub>	96,6±5,7Aa	93,3±5,7Aa	83,3±15,2Aa	100Aa
R <sub>5</sub>	100Aa	93,3±5,7Aa	86,6±11,5Aa	96,6±5,7ABa
R <sub>7</sub>	93,3±5,7Aa	76,6±20,8Aa	90,0±10,0Aa	96,6±5,7ABa
R <sub>10</sub>	86,6±11,5Aa	70,0±10,0Aa	96,6±5,7Aa	93,3±11,5ABa
R <sub>12</sub>	93,3±5,7Aa	73,3±20,8Aa	80,0±10,0Aa	80,0±20,0ABa
R <sub>15</sub>	96,6±5,7Aa	60,0±20,0Aa	63,3±15,2Aa	83,3±15,2ABa
R <sub>17</sub>	93,3±5,7Aa	70,0±10,0Aa	66,6±15,7Aa	60,0±36,0ABa
R <sub>20</sub>	96,6±6,5Aa	46,6±20,8Aa	63,3±20,8Aa	53,3±28,8Ba

<sup>(1)</sup>Médias±desvio-padrão seguidas por letras diferentes (maiúsculas em linha e minúsculas em coluna) indicam diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 7.** Resistência ao estresse de larvas de *Pseudoplatystoma coruscans* alimentadas com diferentes tipos de alimentos, submetidas aos testes de cinco minutos de exposição ao ar sobre papel secante e de 20 minutos de exposição ao ar em peneira<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	Resistência ao estresse		
	5 minutos de exposição ao ar sobre papel secante		
<i>Artemia</i> sp.	60,0±10,0B		
Larva forrageira	93,3±5,7A		
Ração	3,3±5,7C		
Tratamentos	20 minutos de exposição ao ar em peneira		
	<i>Artemia</i> sp.	63,3±5,7AB	
	Larva forrageira	76,6±15,2A	
	Ração	46,6±5,7B	

<sup>(1)</sup>Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, entre os diferentes testes.

com ração apresentou os piores resultados de Re ( $p < 0,05$ ). Estes resultados são confirmados pelo tempo de 20 minutos de exposição ao ar em peneira, quando o melhor valor de Re foi constatado com o uso de larvas forrageiras. No entanto, o uso de larvas forrageiras proporcionou condições semelhantes de Re quando as larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. A utilização de ração apresentou novamente os piores valores de Re.

Resultados semelhantes foram encontrados por Atencio-García (2000) em larvas de *Brycon siebenthalae*. Nesse trabalho, as larvas de *Brycon* alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. ou larvas de *Piaractus brachypomus* apresentaram maior resistência ao estresse quando comparado ao fornecimento de zooplâncton ou larvas mantidas em jejum. No entanto, apesar de a *Artemia* sp. ser importante para larvas de *P. coruscans* e para outras duas espécies neotropicais estudadas, Kraul et al. (1993) verificaram que o fornecimento de copépodos a larvas de *Coryphaena hippurus* proporciona melhor Re do que o uso de *Artemia* sp.

Larvas de *P. coruscans* alimentadas com larvas forrageiras e náuplios de *Artemia* sp. apresentaram valores semelhantes de peso,  $0,030 \pm 0,02$  e  $0,029 \pm 0,02$  g, respectivamente, e superiores ao uso da ração ( $p < 0,05$ ) ( $0,007 \pm 0,01$  g), corroborando os resultados do efeito da alimentação nas Re dessas larvas, conforme observado em duas outras espécies avaliadas neste trabalho. O uso da *Artemia* sp. tem proporcionado bons resultados na larvicultura intensiva dessa espécie (Guerrero-Alvarado, 2003), assim como larvas de *Prochilodus lineatus*, utilizadas como forrageiras, condicionam melhor crescimento de larvas de *Salminus barsiliensis*, espécie neotropical carnívora (Schütz, 2003).

O teste de exposição ao ar também foi utilizado por Luz & Portella (2005a) a fim de avaliar o efeito de diferentes frequências alimentares durante a larvicultura de *H. lacerdae* alimentados com náuplios de *Artemia* sp. Apesar de diferenças no crescimento das larvas entre os manejos utilizados, a exposição ao ar em papel secante por 10 minutos não mostrou diferenças entre as Re. Quando esta mesma espécie foi criada em água doce ou ligeiramente salinizada, Luz & Portella (2002) também não encontraram diferenças na Re quando os animais foram expostos ao ar por três minutos em papel secante. Porém, ao contrário do trabalho de diferentes

frequências alimentares, a salinidade da água não afetou o crescimento dos animais.

Os dados indicam o teste de exposição ao ar como mais um instrumento na avaliação da qualidade das larvas.

## Conclusões

1. A alimentação tem um importante papel na taxa de resistência ao estresse e no crescimento de larvas das espécies de peixes estudadas.

2. O uso de alimento vivo (*Artemia* sp. ou larvas de *Colosoma macropomum*) proporciona melhores taxas de resistência ao estresse e crescimento quando comparado ao uso do alimento artificial para as larvas das espécies de peixes estudadas.

## Agradecimentos

À Fapemig, pela concessão de bolsa de pós-doutorado; à Maria Célia Portella, pelo suporte de infraestrutura e material biológico; à Rosângela Kiyoko Jomori, pelas larvas de *Piaractus mesopotamicus* cedidas.

## Referências

- AKO, H.; TAMARU, C.S.; BASS, P.; LEE, C. S. Enhancing the resistance to physical stress in larvae of *Mugil cephalus* by feeding of enriched *Artemia nauplii*. **Aquaculture**, v.122, p.81-90, 1994.
- ARENDS, R.J.; MANCERA, J.M.; MUÑOZ, J.L.; BONGA, S.E.W.; FLIK, G. The stress response of the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) to air exposure and confinement. **Journal of Endocrinology**, v.163, p.149-157, 1999.
- ATENCIO GARCÍA, V.J. **Influência da primeira alimentação na alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Eigenmann, 1912)**. 130p. 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BEERLI, E.L.; LOGATO, P.V.R.; FREITAS, R.T.F. de. *Alimentação e comportamento de larvas de pacu, Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887)*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.149-155, 2004.
- BENFEY, T.J.; BIRON, M. Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). **Aquaculture**, v.184, p.167-176, 2000.
- CESTAROLLI, M.A.; PORTELLA, M.C.; ROJAS, N.E.T. Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p.119-129, 1997.
- CHAIR, M.; DEHASQUE, M.; POUCKE, S. van; NELIS, H.; SORGELOOS, P.; LEENHEER, A.P. de. An oral challenge for turbot larvae with *Vibrio anguillarum*. **Aquaculture International**, v.2, p.270-272, 1994.

- DHERT, P.P.; LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Stress evaluation: a tool for quality control of hatchery-produced shrimp and fish fry. **Aquaculture Europe**, v.17, p.6 10, 1992.
- GATESOUBE, F.J. A method for the early assessment of the quality of turbot larvae. **Aquaculture International**, v.3, p.150 154, 1995.
- GUERRERO ALVARADO, C.E. **Treinamento alimentar de pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829): sobrevivência, crescimento e aspectos econômicos**. 2003. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B.; PORTELLA, M.C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, v.221, p.277 287, 2003.
- KANAZAWA, A. Effects of docosahexaenoic acid and phospholipids on stress tolerance of fish. **Aquaculture**, v.155, p.129 134, 1997.
- KOVEN, W.M.; BARR, Y.; LUTSKY, S.; BEN-ATIA, I.; WEISS, R.; HAREL, M.; BEHERNS, P.; TANDLER, A. The effect of dietary arachidonic acid (20:4n 6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae. **Aquaculture**, v.193, p.107 122, 2001.
- KOVEN, W.M.; VAN ANHOLT, R.; LUTSKY, S.; BEN-ATIA, I.; NIXON, O.; RON, B.; TANDLER, A. The effect of dietary arachidonic acid on growth, survival, and cortisol levels in different-age gilthead seabream larvae (*Sparus aurata*) exposed to handling or daily salinity change. **Aquaculture**, v.228, p.307 320, 2003.
- KRAUL, S.; BRITAIN, K.; CANTRELL, R.; NAGAO, T.; AKO, H.; OGASAWARA, A.; KITAGAWA, H. Nutritional factors affecting stress resistance in the larval mahimahi *Coryphaena hippurus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.24, p.186 193, 1993.
- LIM, L.C.; DHERT, P.; CHEW, W.Y.; DERMAUX, V.; NELIS, H.; SORGELOOS, P. Enhancement of stress resistance of the guppy *Poecilia reticulata* through feeding with vitamin C supplement. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.33, p.32 40, 2002.
- LOPES, M.C.; FREIRE, R.A.B.; VICENSOTTO, J.R.M.; SENHORINI, J.A. Alimentação de larvas de surubim *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) em laboratório, na primeira semana de vida. **Boletim Técnico do CEPTA**, v.9, p.11 29, 1996.
- LUZ, R.K. **Aspectos da larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae*: manejo alimentar, densidade de estocagem e teste de exposição ao ar**. 120p. 2004. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Frequência alimentar na larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1442 1448, 2005a.
- LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.829 834, 2002.
- LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Tolerance to the air exposition test of *Hoplias lacerdae* larvae and juvenile during its initial development. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, p.567 573, 2005b.
- LUZ, R.K.; ZANIBONI FILHO, E. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacépède). **Acta Scientiarum**, v.23, p.483 489, 2001.
- MAI, M.G.; ZANIBONI FILHO, E. Efeito da idade de estocagem em tanques externos no desempenho da larvicultura do dourado *Salminus brasiliensis* (Osteichthyes, Characidae). **Acta Scientiarum: Animal Science**, v.27, p.287 296, 2005.
- MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; MORAES, J.R.E.; MALHEIROS, E.B. Falha na resposta do cortisol ao estresse por captura e por carragenina em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Acta Scientiarum**, v.22, p.545 552, 2000.
- MAZIK, P.M.; BRANDT, T.M.; TOMASSO, J.R. Effects of dietary vitamin C on growth, caudal fin development, and tolerance of aquaculture-related stressors in Channel catfish. **Progressive Fish-Culturist**, v.49, p.13 16, 1987.
- SAKAKURA, Y.; KOSHIO, S.; IIDA, Y.; TSUKAMOTO, K.; KIDA, T.; BLOM, J.H. Dietary vitamin C improves quality of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) seedlings. **Aquaculture**, v.161, p.427 436, 1998.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12**. Cary, 1997. 1167p.
- SCHÜTZ, J.H. **Avaliação de diferentes tipos de alimento e fotoperíodos no crescimento e na sobrevivência de pós-larvas de dourado *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characidae)**. 29p. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- TAGO, A.; YAMAMOTO, Y.; TESHIMA, S.; KANAZAWA, A. Effects of 1,2 di 20:5 phosphatidylcholine (PC) and 1,2 di 22:6-PC on growth and stress tolerance of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvae. **Aquaculture**, v.179, p.231 239, 1999.
- VAN ANHOLT, R.D.; KOVEN, W.M.; LUTSKY, S.; BONGA, S.E.W. Dietary supplementation arachidonic acid alters the stress response of gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae. **Aquaculture**, v.238, p.369 383, 2004.

---

Recebido em 25 de maio de 2006 e aprovado em 19 de outubro de 2006