



Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, à salinidade da água

Jener Alexandre Sampaio Zuanon¹, Ana Lúcia Salaro¹, Galileu Crovatto Veras², Mateus Moraes Tavares³, William Chaves⁴

¹ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Animal – Av. P. H. Rolfs, s/n, CEP 36.570-000.

² Mestrando em Biologia Animal – UFV, Viçosa-MG.

³ Curso de Graduação em Agronomia – UFV, Viçosa-MG.

⁴ Curso de Graduação em Zootecnia – UFV, Viçosa-MG.

RESUMO - Com o objetivo de avaliar a tolerância de *Betta splendens* à salinidade da água, realizou-se um experimento em delineamento inteiramente casualizado, com seis concentrações de sal na água (0; 3; 6; 9; 12 e 15 g de sal comum/L de água), cada uma com cinco repetições (1 peixe/repetição). Fêmeas adultas de *Betta splendens* foram alojadas individualmente em aquários mantidos em estufa incubadora, a $26 \pm 0,2$ °C e fotoperíodo de 12 horas. Os peixes foram alimentados até a saciedade, uma vez ao dia, com ração comercial. Foram mensurados o consumo diário de ração e a sobrevivência dos peixes a cada 12 horas. Para avaliar o efeito agudo da salinidade, foram calculados o tempo médio de sobrevivência e a salinidade letal mediana-96 horas, enquanto o efeito crônico (18 dias) foi avaliado pelo cálculo da salinidade máxima de sobrevivência e da salinidade letal mediana. O tempo médio de sobrevivência foi significativamente menor na salinidade de 15 g/L. A salinidade letal mediana-96 horas estimada foi de 11,88 g/L, a salinidade máxima de sobrevivência entre 6 e 7 g/L, e a salinidade letal mediana de 9,35 g/L. Observou-se interação significativa entre as salinidades da água e o tempo de alimentação. Considerando que é uma espécie de água doce, o beta possui alta tolerância à salinidade da água.

Palavras-chave: cloreto de sódio, peixe de briga, salinidade letal mediana, salinidade máxima de sobrevivência

Acute and chronic salinity tolerance in adult siamese fighting fish, *Betta splendens*

ABSTRACT - Salinity tolerance of *Betta splendens* was evaluated in a complete randomized design, with six salt concentrations in the water (0; 3; 6; 9; 12 and 15 g common salt/L) with five replications (1 fish/replication). Adult female *B. splendens* were individually placed in aquariums in an incubation chamber at 26 ± 0.2 °C and 12-hour photoperiod. Fish were fed to satiation, once a day, with commercial diet. Feed intake and survival rate were measured every 12 hours. To evaluate the effect of acute salinity, the mean survival time and median lethal salinity-96 h were calculated, while the chronic effect (18 days) was assessed by calculating the survival salinity maximum and median lethal salinity. The mean survival time was significantly lower at 15 g/L water salinity. The median lethal salinity-96 h calculated was 11.88 g/L, the survival salinity maximum was between 6 and 7 g/L, and the median lethal salinity was 9.35 g/L. There was a significant interaction between feeding time and water salinity. Considering that the *B. splendens* is a freshwater species, it was concluded that this species demonstrated a high tolerance to water salinity.

Key Words: median lethal salinity, siamese fighting fish, sodium chloride, survival salinity maximum

Introdução

O comércio de peixes ornamentais é considerado hoje uma das atividades mais lucrativas da piscicultura e vem se expandindo rapidamente com o aumento na demanda mundial (Lima et al., 2001). No Brasil a produção de peixes ornamentais é bastante recente e surgiu com a implantação de projetos de piscicultura na década de 70. O estado de

Minas Gerais destaca-se como o maior centro de produção do Brasil, com 118 criadores que produzem 50 variedades e/ou espécies (Pezzato & Scorvo Filho, 2000), com destaque especial à região dos municípios de Muriaé e Vieiras na Zona da Mata.

Na produção de peixes ornamentais, o principal sistema utilizado no Brasil é o semi-intensivo, que pode ser caracterizado por baixa renovação de água, pequenos

viveiros e utilização de alimento vivo. Entretanto, a utilização de pequenos viveiros com baixa renovação de água pode causar rápidas flutuações na qualidade da água, expondo os peixes a fatores estressantes. Provavelmente, esse estresse é o principal fator causador de doenças e mortalidade nos peixes ornamentais (Zuanon, 2007).

O uso do sal comum (NaCl) durante o manejo produtivo de peixes ornamentais tem se mostrado como boa alternativa para reduzir o estresse causado por fatores como captura, transporte e alterações na qualidade da água. A adição de sal à água reduz problemas osmorregulatórios, entre outras respostas fisiológicas ao estresse (McDonald & Milligan, 1997; Carneiro & Urbinati, 2001), levando à redução da mortalidade dos peixes.

A maioria dos estudos da tolerância de diferentes espécies de peixes à salinidade da água é realizada utilizando-se diluições da água do mar (sintética ou natural) para avaliação dos efeitos agudos da salinidade, em ensaios de 96 horas de duração (Garcia et al., 1999; Fashina-Bombata & Busari, 2003; Bringolf et al., 2005). Entretanto, para que o sal comum possa ser usado na melhoria de práticas de manejo e transporte, é preciso conhecer o efeito agudo e crônico da adição de sal na água para as diferentes espécies e estágios de desenvolvimento.

O beta (*Betta splendens*) é um peixe originário da bacia do Mekong na Ásia, criado em diversos países tropicais e está entre as cinco espécies de peixes ornamentais mais importadas pelos Estados Unidos (Chapman et al., 1997). Dentre as características favoráveis desta espécie destacam-se a variedade de cores e nadadeiras, a respiração aérea acessória que permite sua manutenção em pequenos aquários sem aeração (beteiras), e a elevada demanda no mercado. Em função dessas características, a criação do beta tem se expandido na região da Zona da Mata Mineira, nos estados do Nordeste brasileiro, entre outras regiões do País, representando significativa fonte de renda para os piscicultores.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância aguda e crônica de adultos de *Betta splendens* a diferentes salinidades da água.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Morfofisiologia Animal do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (concentrações de sal na água: 0; 3; 6; 9; 12 e 15 g de sal comum/L de água) e cinco repetições (1 peixe/repetição).

Fêmeas adultas de *Betta splendens* foram alojadas individualmente em aquários de 1 L, mantidos em estufa

incubadora DBO ajustada para a temperatura de $26 \pm 0,2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas de luz. Os peixes foram alimentados até a saciedade, uma vez ao dia, com ração comercial extrusada (32% PB). As fezes foram retiradas por sifonamento e a água repostada na mesma salinidade de cada tratamento. Diariamente foi mensurado o consumo médio de ração e a cada 12 horas foi verificada a ocorrência de mortalidade dos peixes. Ao final do experimento (18 dias), foi avaliado o consumo total de ração em cada tratamento.

Para avaliar o efeito agudo da salinidade, foram calculados o tempo médio de sobrevivência dos peixes (MST) e a salinidade letal mediana-96 horas (MLS-96). O valor da MLS-96 foi calculado a partir da obtenção de regressão logística da probabilidade de sobrevivência em função da salinidade da água (Hosmer & Lemeshow, 1989). Os valores de MST foram comparados por meio de análise de variância de um fator e o teste de Tukey foi aplicado quando necessário (Zar, 1984).

O efeito crônico (18 dias) das diferentes salinidades na sobrevivência dos peixes foi avaliado pela obtenção da salinidade máxima de sobrevivência (SSMax), definida por Chen & Chen (2000) como a salinidade máxima tolerada imediatamente antes do início da mortalidade (100,00% de sobrevivência), e da salinidade letal mediana (MLS), definida por Lemarié et al. (2004) como a salinidade na qual a sobrevivência é igual a 50%. Os cálculos da salinidade máxima e da salinidade mediana foram realizados mediante obtenção da expressão de probabilidade de sobrevivência dos peixes em função da salinidade da água por meio de regressão logística (Hosmer & Lemeshow, 1989).

O consumo total de ração foi avaliado por meio de análise de variância de um fator, e o consumo médio de ração por dia, e sua interação com o tempo de alimentação foi avaliado por meio de análise de variância de dois fatores com medidas repetidas (Zar, 1984).

Resultados e Discussão

O valor de 11,88 g de sal comum/L de salinidade letal mediana-96 horas (MLS-96), estimado para adultos de beta (Figura 1) foi superior ao observado por Bringolf et al. (2005) para juvenis de *Pylodictis olivaris* (10,0). Garcia et al. (1999) obtiveram o valor de 7,6 de MLS-96 para juvenis de carpa-cabeça-grande (*Aristichthys nobilis*) após transferência da água doce para diferentes diluições com água do mar (0; 2; 4; 6; 8 e 16).

O tempo médio de sobrevivência para adultos de beta foi significativamente menor ($P < 0,01$) na salinidade de 15 g de sal comum/L (Tabela 1). Esses resultados indicam que adultos de beta podem ser submetidos a salinidades de até

12 g de sal/L em curtos períodos de exposição (inferiores a 96h). Garcia et al. (1999) avaliaram a tolerância de juvenis de carpa-cabeça-grande (*Aristichthys nobilis*) à salinidade da água e observaram redução no tempo médio de sobrevivência em salinidades de 4% e 8% para peixes de 11 e 35 dias de idade, respectivamente. O maior tempo de sobrevivência do beta em relação à carpa-cabeça-grande pode ser devido à diferença na fase de desenvolvimento dos peixes ou às características osmorregulatórias inerentes das espécies.

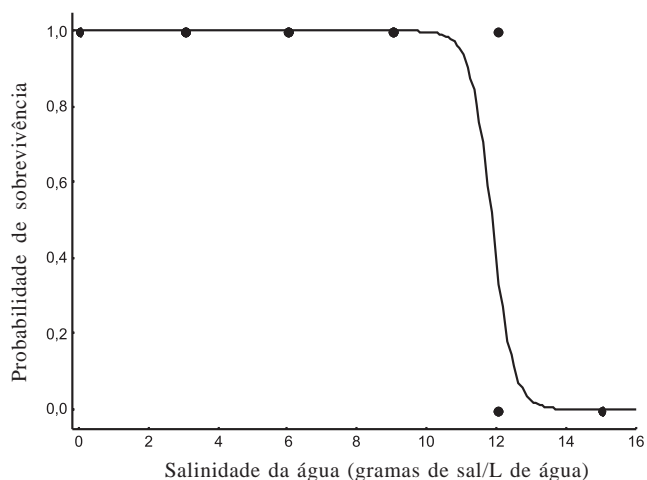
As salinidades de 12 e 15 g/L mostraram-se excessivas para o beta quando exposto a períodos prolongados (efeito crônico da salinidade da água), ocasionando mortalidade de todos os peixes desses grupos em 6 e 4 dias, respectivamente (Figura 2).

Neste estudo, a salinidade máxima foi estimada entre 6 e 7 g de sal comum/L para sobrevivência de 100,00% de adultos de beta. Soleng & Bakke (1997) observaram a eliminação total de *Gyrodactylus salaris* em salmões-do-atlântico (*Salmo salar*) utilizando salinidade de 7,5 durante 56 dias. Esses resultados indicam que é possível utilizar concentrações semelhantes de sal para eliminação de ectoparasitas em adultos de beta.

A salinidade letal mediana estimada para adultos de beta foi de 9,35g/L, o que comprova boa tolerância crônica à salinidade da água para a espécie.

O consumo total de ração foi comparado apenas entre os níveis de 0, 3, 6 e 9 g de sal comum/L, uma vez que houve mortalidade total nas salinidades de 12 e 15 g de sal comum/L após 6 e 4 dias, respectivamente. Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) da salinidade no consumo total de ração (Tabela 2). Entretanto, Maceina & Shireman (1980) observaram redução significativa no consumo de lentilha-d'água (*Lemna minor*) pela carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) na salinidade de 9%.

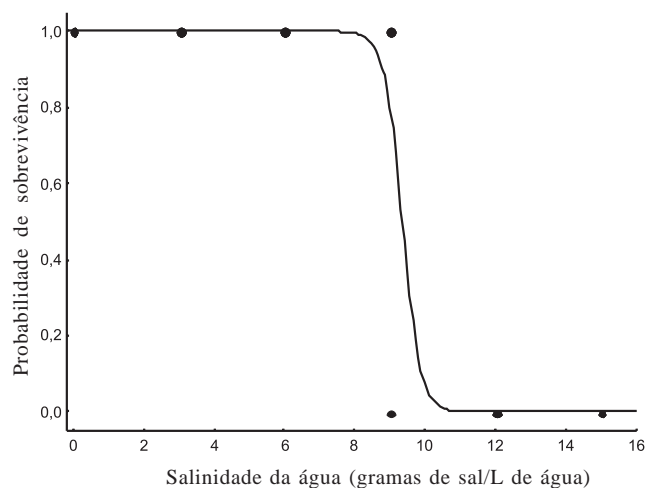
Para o consumo médio de ração por dia, observou-se interação significativa ($P<0,01$) entre salinidade da água e tempo de alimentação (Figura 3). Os peixes mantidos na salinidade 9 g de sal comum/L apresentaram redução no consumo de ração até o 11º dia de experimento. Provavelmente, a diminuição no consumo de ração pode ter ocorrido pelo comportamento de ingestão de água para osmorregulação após a transferência para água salinizada, influenciando a capacidade de ingestão, digestão e tempo de passagem do alimento. Ando & Nagashima (1996)



$$P(s) = \exp(38,7656+(-3,2643)*x)/(1+\exp(38,7656+(-3,2643)*x)),$$

$$R^2 = 0,89, n = 30, P<0,05.$$

Figura 1 - Sobrevivência de adultos de *Betta splendens* durante 96 horas de exposição às salinidades de 0; 3; 6; 9; 12 e 15 g de sal comum/L de água.



$$P(s) = \exp(36,5804+(-3,9105)*x)/(1+\exp(36,5804+(-3,9105)*x)),$$

$$R^2 = 0,94, n = 30, P<0,05.$$

Figura 2 - Probabilidade de sobrevivência de adultos de *Betta splendens* durante 18 dias de exposição às salinidades de 0; 3; 6; 9; 12 e 15 g de sal comum/L de água.

Tabela 1 - Tempo médio de sobrevivência (MST, horas) para adultos de *Betta splendens* em teste de tolerância aguda à salinidade da água (96 horas)

Índice de tolerância à salinidade	Salinidade teste (gramas de sal comum/L de água)					
	0	3	6	9	12	15
MST (h)	96 ± 0a	96 ± 0a	96 ± 0a	96 ± 0a	86 ± 10a	50 ± 18b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P<0,01$) pelo teste Tukey.

Tabela 2 - Consumo total de ração por adultos de *Betta splendens* mantidos em diversas salinidades da água durante 18 dias

Gramas de sal comum/L de água	Consumo total de ração(g)	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior	Superior
0	5,987ns	4,673	7,302
3	5,882ns	4,568	7,197
6	5,528ns	4,213	6,842
9	4,643ns	3,173	6,112

Análise de variância de um fator a 5% de probabilidade.
ns = não-significativo.

sugeriram a existência de um mecanismo de *feedback* negativo na regulação da ingestão de água quando o estômago ou intestino estão distendidos. De Boeck et al. (2000) também observaram redução no consumo de ração (70% menor que a taxa de alimentação do controle) com a exposição de juvenis de carpa-comum *Cyprinus carpio* à salinidade de 10 g NaCl/L de água por 28 dias.

Após o 11º dia do experimento, houve a retomada do consumo de ração em quantidades semelhantes ao consumo de ração no tratamento controle, o que indica aclimação dos peixes à salinidade de 9 g de sal/L. Apesar de a sensibilidade dos peixes estenoalinos de água doce ser menor para o reflexo de ingestão de água (Beasley et al., 1986), a retomada do consumo de ração para adultos de beta pode ter ocorrido pela diminuição da ingestão de água, mediada pelo efeito da bradicinina e/ou do peptídeo natriurético atrial, uma vez que alguns experimentos têm demonstrado o efeito da bradicinina (Conlon, 1999; Takei et al., 2001) e do peptídeo natriurético atrial (Tsuchida & Takei, 1998) na inibição da ingestão de água em enguias em água salgada.

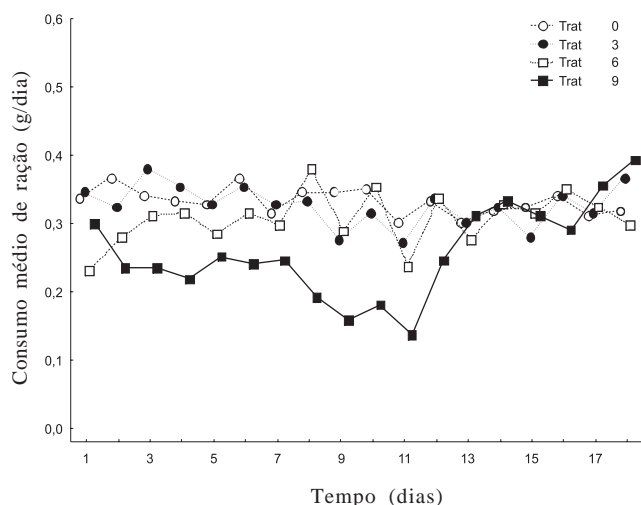


Figura 3 - Consumo médio diário de ração em adultos de *Betta splendens* durante 18 dias de exposição a diferentes salinidades da água (0; 3; 6 e 9 g de sal comum/L). $F(51, 255) = 2,3727$ e $p = 0,00001$.

O conhecimento da tolerância à salinidade da água para adultos de *Betta splendens* pode nortear o uso do sal comum durante o manejo e transporte e as alterações na qualidade da água de cultivo, como em altas concentrações de nitrato. Entretanto, são necessários novos estudos para que se possa recomendar a concentração de sal adequada para cada situação.

Conclusões

Adultos de *Betta splendens* têm capacidade de adaptação a salinidades da água superiores à salinidade máxima de sobrevivência durante exposição crônica. A salinidade da água influencia o consumo de ração em adultos dessa espécie. Considerando que é uma espécie de água doce, adultos de *Betta splendens* apresentam alta tolerância à salinidade da água.

Literatura Citada

- ANDO, M.; NAGASHIMA, M.V.V. Intestinal Na⁺ and Cl⁻ levels control drinking behavior in the seawater-adapted eel *Anguilla japonica*. **Journal of Experimental Biology**, v.199, p.711-716, 1996.
- BEASLEY, D.; SHIER, D.N.; MALVIN, R.L. et al. Angiotensin-stimulated drinking in marine fish. **The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.250, p.1034-1038, 1986.
- BRINGOLF, R.B.; KWAK, T.J.; COPE, W.G. et al. Salinity tolerance of flathead catfish: implications for dispersal of introduced populations. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.134, p.927-936, 2005.
- CARNEIRO, P.C.F.; URBINATI, E.C. Salt as a stress mitigator of matrixã *Brycon cephalus* (Günther), during transport. **Aquaculture Research**, v.32, p.297-304, 2001.
- CHAPMAN, F.A.; FITZ-COY, S.A.; THUNBERG, E.M. et al. United States of America trade in ornamental fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.28, n.1, p.1-10, 1997.
- CHEN, J.C.; CHEN, W.C. Salinity tolerance of *Haliotis diversicolor supertexta* at different salinity and temperature levels. **Aquaculture**, v.181, p.191-203, 2000.
- CONLON, J.M. Bradykinin and its receptors in non-mammalian vertebrates. **Regulatory Peptides**, v.79, p.71-81, 1999.
- DE BOECK, G.; VLAEMINCK, A.; LINDEN, A. et al. The energy metabolism of common carp (*Cyprinus carpio*) when exposed to salt stress: an increase in energy expenditure or effects of starvation? **Physiological and Biochemical Zoology**, v.73, n.1, p.102-111, 2000.

- FASHINA-BOMBATA, H.A.; BUSARI, A.N. Influence of salinity on the developmental stages of African catfish *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840). **Aquaculture**, v.224, p.213-222, 2003.
- GARCIA, L.M.B.; GARCIA, C.M.H.; PINEDA, A.F.S. et al. Survival and growth of bighead carp fry exposed to low salinities. **Aquaculture International**, v.7, p.241-250, 1999.
- HOSMER D. W.; S. LEMESHOW. Applied logistic regression, 1st edition., New York: Wiley, 1989.
- LEMARIÉ, G.; BAROILLER, J.F.; CLOTA, J.L. et al. A simple test to estimate the salinity resistance of fish with specific application to *O. niloticus* and *S. melanotheron*. **Aquaculture**, v.240, p.575-587, 2004.
- LIMA, A.O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C.E.M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da Aqüicultura**, v.11, n.65, p.14-24, 2001.
- MACEINA, M.J.; SHIREMAN, J.V. Effects of salinity on vegetation consumption and growth in grass carp. **The Progressive Fish-Culturist**, v.42, n.1, p.50-53, 1980.
- MCDONALD, G.; MILLIGAN, L. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress. In: IWAMA, G.W.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P. et al. (Eds.) **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: University Press, 1997. p.119-144.
- PEZZATO, L.E.; SCORVO FILHO, J.D. Situação atual da aqüicultura na região sudeste. In: Valenti, W.C. (Ed.) **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p.303-322.
- SOLENG, A.; BAKKE, T.A. Salinity tolerance of *Gyrodactylus salaricus* (Platyhelminthes, Monogenea): laboratory studies. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v.54, n.8, p.1837-1864, 1997.
- TAKEI, Y.; TSUCHIDA, T.; LI, Z.H. et al. Antidipsogenic effects of eel bradykinins in the eel *Anguilla japonica*. **The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.281, p.1090-1096, 2001.
- TSUCHIDA, T.; TAKEI, Y. Effects of homologous atrial natriuretic peptide on drinking and plasma ANG II level in eels. **The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.44, p.1605-1610, 1998.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984. 718p.
- ZUANON, J.A.S. Produção de peixes ornamentais nativos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE, 1., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p.1-9.