

CRESCIMENTO E TOLERÂNCIA À SALINIDADE EM TAMBAQUI: EFEITO DA
UTILIZAÇÃO DE RAÇÃO SUPLEMENTADA COM SAL (NaCl)

Fábia Gabriela P. CARRARO¹; Ivo Thadeu Lira MENDONÇA^{1*};
José Milton BARBOSA² e Manlio PONZI JÚNIOR²

Universidade Federal Rural de Pernambuco:

¹Programa de Pós graduação em Recursos pesqueiros e Aqüicultura;

²Departamento de Pesca e Aqüicultura,

*E-mail: ivothadeu@gmail.com

Resumo - Em peixes, a salinidade pode reduzir a sobrevivência e o crescimento, mas a escolha de ambientes adequados pode melhorar as condições de cultivo. O objetivo do trabalho é testar o efeito da suplementação de 8% de sal (NaCl) na ração sobre a variabilidade de crescimento (CHet) e tolerância à salinidade em alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum*, um caracídeo da bacia amazônica. Foram utilizados 72 alevinos (1,2±0,4g) distribuídos em blocos casualizados, em 18 unidades experimentais alimentados sob duas condições de ração: dieta A em nove unidades (dieta comercial 36% PB) e dieta B em nove unidades (dieta comercial 36% PB suplementada com 8% de sal NaCl), administradas diariamente em 8% da biomassa, divididas por duas porções iguais. No início e no final do período experimental foram realizadas pesagens de todos os alevinos. Em seguida, os alevinos foram submetidos à mudança brusca de água à salinidade zero para salinidades 15, 20 e 25, com três réplicas cada. Foram calculados o crescimento e sua variabilidade (CHet), determinados a tolerância à mudança brusca salinidade (LS₅₀) e do tempo de sobrevivência à salinidade (LT₅₀). A condição B apresentou melhor crescimento em relação à condição A, embora o Chet não tenha apresentado diferenças significativas (p>0,05). O valor estimado de LS₅₀ em 12 horas foi 11,0 na condição A, enquanto, na condição B, foi 18,0. A estimativa de LT₅₀ na condição A foi 17h 30min, enquanto, na condição B, a LT₅₀ foi 21h 20min. Análises de coincidência indicaram as tendências da condição A e condição B semelhantes (p>0,05). O CHet não foi afetado, possivelmente pelo curto espaço de tempo. Os valores estimados de LS₅₀ e LT₅₀ enquadram na espécie como estenoalina.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento heterogêneo, LS₅₀, LT₅₀, *Colossoma macropomum*

GROWTH AND TOLERANCE TO THE SALINITY IN TAMBAQUI:
EFFECT OF THE SALT (NaCl) IN THE RATION.

Abstract - The water's salinity can reduce survival and growth of fishes, but the choice of a suitable Environment can improve culture's conditions. The objective of this paper is aimed to the effect of 8% of salt (NaCl) in the ration on the growth variability (HetG) and tolerance to salinity in

fingerlings of tambaqui *Colossoma macropomum*, a characin fish from Amazonian basin. Seventy two fingerlings ($1,2 \pm 0,4$ g) were distributed in casual blocks, in 18 experimental units, and fed under two ration's conditions: diet A in nine units (commercial diet 36% CP) and diet B in nine units (commercial diet 36% CP with supplement of 8% of salt NaCl), administered daily at a proportion of 8% of the biomass, in two equal meals. In the beginning and end at the experiment all the fingerlings were weighed. After that the fingerlings were submitted to abrupt change from fresh water to brackish water 15, 20 and 25, with three replicates each. The growth and its variability (HetG) were calculated and the tolerance to the change abrupt salinity (LS_{50}) and the time of survival to the salinity (LT_{50}). The condition B presented better growth in relation to condition A, however HetG have not presented significant differences ($p > 0,05$). The estimated values of LS_{50} in 12 hours were 11,0 in the condition A, and in the condition B was 18,0. The estimate value of LT_{50} in the condition A was 16h 6min, while in the condition B the LS_{50} was 30h 18min. Analyses of coincidence consider the graphics of the condition A and condition B similar ($p > 0,05$). The HetG was not affected, possibly for the short time. The estimated values of LS_{50} and LT_{50} allow us to classify the species as stenohaline.

Key words: Heterogeneous growth, LS_{50} , LT_{50} , Ration, *Colossoma macropomum*

INTRODUÇÃO

O tambaqui *Colossoma macropomum* é um caracídeo natural da bacia amazônica (neotropical), de grande porte e crescimento rápido, dulciaquícola, reofílico, que habita preferencialmente os grandes rios, embora seja suscetível a migrar para áreas de várzeas e florestas submersas (Araújo-Lima & Goulding, 1997), introduzido na piscicultura brasileira pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas-DNOCS é criado principalmente no Nordeste.

A região Nordeste possui um grande potencial para piscicultura, propiciado pelo clima, solo e topografia da região, ainda pouco aproveitado. Embora existam áreas de grandes recursos de água, muitos deles são salinizados (Souza et al., 2004), causando dificuldade na escolha de espécies ideais para o cultivo, aptas a suportarem meios salinizados.

Em muitas espécies de peixes, a concentração iônica da água pode reduzir a sobrevivência e o crescimento, todavia, a escolha de águas com concentrações iônicas adequadas pode melhorar as condições de cultivo (Baldisserotto, 2002).

Os peixes captam os íons essenciais que consomem do meio aquático e do alimento (NRC, 1993). Entretanto, em água doce ou de salinidade reduzida, os peixes são hiperosmóticos em relação ao meio, sofrendo uma perda passiva de íons (difusão), a qual deve ser compensada pela entrada ativa de íons do meio (Na^+ , K^+ -ATPase), sob gasto energético (Marshall, 1988). Em teleósteos, existem mecanismos responsáveis pela homeostase, através da osmorregulação, que

consiste em evitar ao máximo a perda de íons (ou ter mecanismos eficientes para captar íons do meio) e eliminar todo o excesso de água (ou evitar sua entrada no corpo) (Baldisserotto, 2002). Alterações na salinidade da água podem se configurar num fator de estresse, com efeito sobre o crescimento dos animais.

A variabilidade de crescimento, reportado na literatura pelo termo crescimento heterogêneo (CHet), retrata diferença na taxa de crescimento de cada indivíduo, podendo ser influenciado por fatores genéticos e populacionais (Volpato et al., 1987; Hulata et al., 1976) ou mesmo fatores estressores impostos pelo meio (Pickering et al., 1991).

Estudos sobre crescimento e tolerância de peixes em ambiente salino são insipientes, principalmente no que tange às espécies neotropicais, mesmo quando estes estudos baseiam a implantação de cultivos em ambientes salinizados. Neste foco, o objetivo deste trabalho é testar o efeito da suplementação de sal (NaCl) na ração sobre a variabilidade de crescimento (CHet) e tolerância à salinidade em alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Avaliação Ponderal de Animais Aquáticos (LaAqua) do Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Os alevinos utilizados foram provenientes da Aqüicultura Mar Doce - Recife/PE.

Foram utilizados 72 alevinos ($1,2 \pm 0,4g$; média \pm desvio padrão) distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em 18 unidades experimentais (tanques 12 L, contendo 4 alevinos cada).

Foram alimentados com duas dietas (nove réplicas cada uma): A, ração comercial 36% PB e B ração comercial 36% PB suplementada com 8% de sal NaCl, administradas diariamente, 8% da biomassa, divididas por duas porções iguais. A suplementação de NaCl na ração foi feita com a inclusão de 8% em peso da matéria seca total da ração, sendo homogeneizadas, umidificadas e novamente peletizadas.

O experimento foi conduzido em duas etapas: na primeira, os alevinos foram pesados no início e no final: 22 dias e mantidos em sistema fechado com vazão média suficiente para recircular a água 10 vezes por dia. As variáveis físico-químicas foram tomadas semanalmente ($26,2 \pm 0,9$ °C; OD $5,4 \pm 0,7$ mg/L; pH $7,7 \pm 0,2$), mantendo-se nas condições adequadas ao bem estar dos animais.

Na segunda etapa, os alevinos foram submetidos à mudança brusca, instantânea, de água de salinidade zero para salinidade 15, 20 e 25, com três réplicas cada (Tabela 1), sem renovação de água. A água mesoalina utilizada no experimento foi proveniente da diluição da água do mar, com auxílio de refratômetro ocular.

O crescimento foi avaliado pela taxa de crescimento específico (SGR % g/dia):

$$SGR = 100 \times \left[\frac{\ln(W_f) - \ln(W_i)}{t} \right]; \text{ onde, SGR = taxa de crescimento específico (\% g/dia); } \ln =$$

logaritmo natural; W_f = peso final (g); W_i = peso inicial (g); e t = tempo de cultivo (dias).

Tabela 1 – Delineamento experimental do efeito da adição de sal na ração sobre variabilidade do peso e tolerância à salinidade para alevinos do tambaqui *Colossoma macropomum*.

Delineamento experimental				
Ração comercial (36% PB)	Rréplicas	Primeira etapa (engorda de 22 dias)	Segunda etapa (mudança de salinidade)	
			Salinidade	Réplicas
A (Sem adição de NaCl)	9	Água à salinidade zero, alimentados com duas dietas	15	3
			20	3
			25	3
B (Com adição de 8% NaCl)	9	Água à salinidade zero, alimentados com duas dietas	15	3
			20	3
			25	3

A variabilidade de crescimento em peso (CHet) foi dada pela dedução estatística do coeficiente de variação do peso (CV%), a seguir (Volpato et al., 1987):

$$CHet = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100; \text{ onde, } \sigma = \text{desvio padrão do peso; } \bar{x} = \text{média do peso da população.}$$

Para determinação da tolerância à mudança de salinidade (LS₅₀), que é o limite de salinidade que leva 50% da população ao óbito; e do tempo de sobrevivência à salinidade (LT₅₀), que é o tempo que 50% da população é levada ao óbito; foram tomados dados de mortalidade dos indivíduos, computados a cada 12 horas, de momento zero até 36 horas.

Os dados de SGR e CHet foram comparados por ANOVA complementados pelo teste de Tukey e os resultados obtidos para tolerância à mudança de salinidade e tempo de sobrevivência a salinidade foram plotados em gráficos e analisados por coincidências de retas. Ambas as análises foram calculadas com auxílio do programa ESTAT v. 2.0 UNESP Jaboticabal, com índice de significância de 5%.

RESULTADOS

Os resultados encontrados sobre o ganho em peso e CHet, após os 22 dias experimentais, não apresentaram diferenças significativas entre as duas condições testadas ($p > 0,05$) (Tabela 2). A SGR (% g/dia) foi 2,64^A na Condição A, enquanto, na Condição B foi 2,56^A.

As taxas de mortalidade (%) registradas na segunda etapa do período experimental de mudança brusca de salinidade são apresentadas na tabela 3.

Tabela 2 – Resultados do desempenho do tambaqui *Colossoma macropomum* durante período experimental, alimentados com ração comercial (36%PB) com e sem suplementação de 8% de sal (NaCl) (média±desv. padrão).

	Condição A (Dieta sem adição de NaCl)	Condição B (Dieta com adição de 8% NaCl)
Peso inicial	1,1±0,1 ^{Xx}	1,2±0,1 ^{Xx}
CHet inicial	9,15% ^{Aa}	10,60% ^{Aa}
Peso final	2,0±0,3 ^{Xx}	2,1±0,2 ^{Xy}
CHet final	13,80% ^{Aa}	10,93% ^{Aa}

Letras iguais (maiúsculas – em linhas; minúsculas – em colunas) são semelhantes entre si, p>0,05

Tabela 3 – Taxas de mortalidade (%) em relação ao tempo de exposição (horas) para alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* submetidos a mudanças de salinidade após período alimentar com e sem suplementação de 8% de sal (NaCl) em ração comercial (36%PB).

	Salinidade	Tempo de exposição (horas)			
		0	12	24	36
Condição A (Dieta sem adição de NaCl)	15	0	66,67	25	8,33
	20	0	100	-	-
	25	0	100	-	-
Condição B (Dieta com adição de 8% NaCl)	15	0	0	91,67	8,33
	20	0	100	-	-
	25	0	100	-	-

O valor estimado de LS₅₀ em 12 horas foi 11,0 na condição A, enquanto, na condição B, foi 18,0 (Figura 1). A estimativa de LT₅₀ na condição A foi 17h 30min, enquanto, na condição B, a LT₅₀ foi 21h 20min (Figura 2).

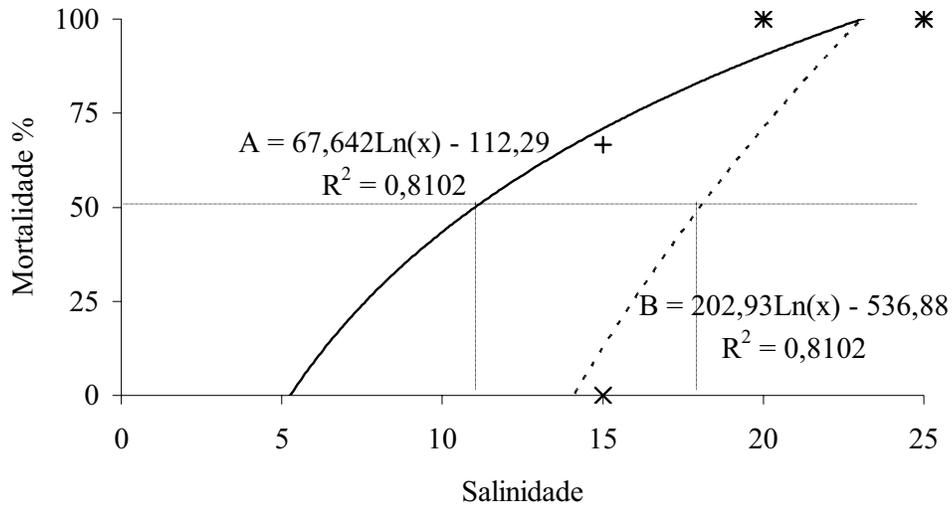


Figura 1 – Taxa de mortalidade (%) para alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* em função da salinidade, 12 horas após a mudança.

LS₅₀ na condição A (+) = 11,0 e LS₅₀ na condição B (x) = 18,0.

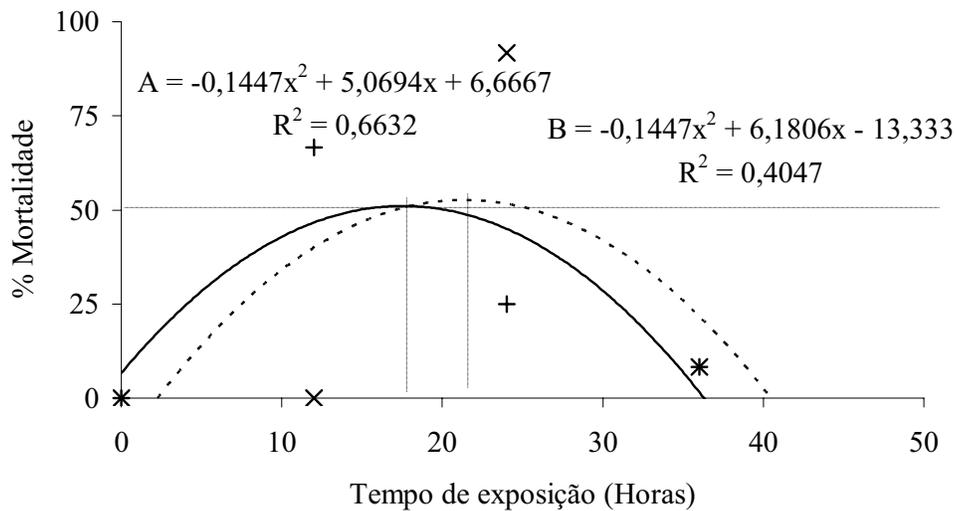


Figura 2 – Taxa de mortalidade (%) para alevinos do tambaqui *Colossoma macropomum* em função do tempo de exposição (horas), expostos à salinidade 15.

LT₅₀ na condição A (+) = 17h 30min e LT₅₀ na condição B (x) = 21h 20min.

As análises de coincidência entre retas indicam tendências semelhantes entre a condição A e condição B nos casos acima (Mortalidade × Salinidade; Mortalidade × Tempo de exposição; $p > 0,05$).

DISCUSSÃO

O crescimento do tambaqui durante o período experimental, quando alimentado com ração de grandes proporções de sal na composição, foi superior tendo em vista o menor gasto energético com a osmorregulação, o que aumenta a energia disponível para o crescimento. Estudos anteriores feitos em outras espécies por Suresh & Lin (1992), com *Oreochromis aureus*, *O. niloticus* e *O. mossambicus* e por Swanson (1992), com *Chanos chanos*, corroboram com esta preposição.

Segundo Fauconneau et al. (1997), com *Oncorhynchus mykiss*, e Jonassen et al. (1997), com *Oreochromis spilurus*, as taxas de crescimento das espécies dulciaquícolas adaptadas à água salgada são mais elevadas do que em ambiente natural, o que não aconteceu no presente trabalho, pois as taxas de crescimento em ambos os tratamentos foram semelhantes.

O aumento da salinidade do meio ocasiona uma maior concentração de íons cloro (Cl⁻) no epitélio branquial (Fontainhas-Fernandes et al., 2003). Garcia (2005) complementa esta afirmação, que em água doce a suplementação de sal na dieta não altera a concentração interna de sais, mas quando em água salinizada, existe a modificação desta, e, por conseguinte, há o aumento da atividade Na⁺, K⁺-ATPase no epitélio branquial, o que é marcado no crescimento (Fontainhas-Fernandes et al., 2003). Esta afirmação não foi verificada no presente estudo, logo, cabe verificar se a inclusão de sal na dieta interfere na concentração interna de sais e osmorregulação do tambaqui.

O CHet, durante o período experimental, não foi afetado, possivelmente pelo curto período de tempo, pois Gomes et al. (2004) apenas encontra diferenças entre o CHet no cultivo de tambaqui em 60 dias, testando este fenômeno na variação de volume do ambiente de cultivo. A organização social, delimitação do espaço e distribuição alimentar possuem função antagônica ao crescimento (Volpato et al., 1987). O aumento brusco de salinidade causa alterações comportamentais que corroboram na redução da influência da organização social sobre o crescimento (Mendonça, 2006).

Neste trabalho, o tambaqui mostrou-se pouco resistente à mudança brusca de salinidade, embora Wu & Woo (1983) comentam que este tipo de teste pode ser subestimado, já que os indivíduos do experimento não passam por uma aclimatação prévia. Em contrapartida, Kefford et al. (2004) afirmam que a estimativa de tolerância aguda de salinidade pode refletir a salinidade máxima suportada para peixes e macroinvertebrados. Lemarié et al. (2004) discutem a utilização deste teste como um critério de seleção genética para crescimento e tolerância à salinidade.

Os valores estimados de LS₅₀ e LT₅₀ enquadram a espécie como estenoalina. Em estudos semelhantes com espécies dulciaquícolas, Villegas (1990) afirma que LS₅₀ e LT₅₀ aumentam de acordo com a idade em *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* e o seu híbrido, e Mendonça (2006) afirma que, em *Parachromis managuensis*, a suplementação por sal na dieta interfere positivamente na LS₅₀, sendo esta proposição dispa aos presentes resultados, podendo dever-se à fisiologia osmótica do tambaqui.

REFERÊNCIAS

- Araújo-Lima, C. & Goulding, M. (1997). *So fruitful a fish. Ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's Tambaqui*. New York: Columbia University Press.
- Baldisserotto, B. (2002). *Osmorregulação* In: Baldisserotto, B. (Ed.). *Fisiologia aplicada à piscicultura* (pp. 73-106). Santa Maria: Ed. UFSM.
- Fauconneau, B., Chmaitilly, S.A.J. & Le Bail, P.Y. (1997). Control of skeletal muscle fibers and adipose cells size in the flesh of rainbow trout. *J. Fish Biol.* 50:296-314.
- Fontainhas-Fernandes, A. et al. (2003). Effect of cortisol on some osmoregulatory parameters of the teleost, *Oreochromis niloticus* L., after transference from freshwater to seawater. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 55(5): 562-67.
- Garcia, L.O. (2005). *Inclusão do sal comum (NaCl) na ração e na água para o controle de Ichthyophthirius multifiliis e crescimento de juvenis de jundiá, Rhamdia quelen (Heptapteridae)*. 2005 [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.
- Gomes, L.C. et al. (2004). Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. *Acta Amaz.* 34(1):111-13.
- Hulata, G., Moav, R. & Wohlfarth, G. (1976). The effect of maternal age relative hatching time and density of stocking on growth rate of fry in the European and Chinese common carp. *J. Fish Biol.* 9(6):499-514.
- Jonassen, T.M., Pittman, K. & Imsland, A.K. (1997). Seawater acclimation of tilapia, *Oreochromis spilurus spilurus* Ghunter, fry and fingerlings. *Aquacult. Res.* 28:205-14.
- Kefford, B. J. et al. (2004). Do laboratory salinity tolerances of freshwater animals correspond with their field salinity? *Environmental Pollution.* 129: 355–62.
- Lemarié, G. et al. (2004). A simple test to estimate the salinity resistance of fish with specific application to *O. niloticus* and *S. melanotheron*. *Aquaculture.* 240:575-87.
- Marshall, W.S. (1988). NaCl transport in gills and related structures, part II. Vertebrates. *Adv. Comp. Env. Physiol.* 1:78-83.
- Mendonça, I.T.L. (2006). *Efeito da suplementação de NaCl na dieta sobre a tolerância à salinidade em Parachromis managuensis (Günther, 1867) (Cichlidae)* [Trabalho de conclusão de Curso]. Recife: Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- NRC. (1993). *Nutrient requirement of fish*. Washington, DC: National Academy Press.
- Pickering, A.D. et al. (1991). Effects of acute and chronic stress on the levels of circulating growth hormone in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *General and Comparative Endocrinology.* 83(1)86-93.
- Souza, B.I. et al. (2004). Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 8:2-3.

- Suresh, A.V. & LIN, C.K. (1992). Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*. 106:201-26.
- Swanson, C. (1992). Culture of a euryhaline fish: Effects of salinity on metabolism, activity, and growth in the milkfish, *Chanos chanos*. *Aquaculture*. 92:213-14.
- Villegas, C. T. (1990). Evaluation of the salinity tolerance of *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus* and their F1 hybrids. *Aquaculture*. 85(1-4):281-92,
- Volpato, G.L. et al. (1987). Comportamento de dominância e crescimento em peixes. *In: Encontro de Etologia*. Jaboticabal: ed. FUNEP. 169-94,
- Wu, R.S.S. & Woo, N.Y.S. (1983). Tolerance of hypo-osmotic salinities in thirteen species of adult marine fish: implications for estuarine fish culture. *Aquaculture*. 32: 175-81.✻