

## EFEITO DO pH DA ÁGUA NO EQUILÍBRIO IÔNICO DE ALEVINOS DE *Piaractus mesopotamicus*

Thárita Stefann R. Nascimento\*, Cheila de Lima Bojjink e Delma M. Cantisani Pádua

\*Universidade Estadual de Goiás (UEG). E-mail: thalitzoo@hotmail.com

### Resumo

O pH neutro ou levemente alcalino tem sido recomendado para o desenvolvimento de várias espécies de peixes. No entanto, sabe-se que muitas vezes os peixes são expostos a condições adversas de pH em seu meio ambiente, que podem causar distúrbios fisiológicos. Portanto, o presente estudo verificou o efeito do pH da água (5.0, 6.0, 7.0, 8.0 e 9.0) nas trocas iônicas de alevinos de pacu. Para isso, 125 exemplares de pacu foram mantidos em 15 caixas de 500 L (15 animais por caixa) com condições controladas, e expostos a diferentes pHs por período de 60 dias. Nestas condições foram avaliados: o pH sanguíneo e concentrações iônicas ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ) com o sangue coletado no final do período experimental. Observou-se que os pHs 5.0, 8.0 e 9.0, alteram as concentrações dos íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{K}^+$ , assim como o pH dos peixes expostos a estas concentrações. O desenvolvimento dos alevinos em pH alcalino foi afetado negativamente, sendo que o melhor desempenho foi nos animais submetidos aos pHs 6.0 e 7.0. Com isso, conclui-se que alevinos de pacu apresentam um melhor desempenho em pH neutro com tendência a ácido.

### Introdução

O Brasil tem grande potencial para aqüicultura, principalmente por deter recursos hídricos abundantes, ictiofauna privilegiada e praticamente inexplorada. Também apresenta um clima favorável ao crescimento da maioria das espécies. A condição do meio em que os peixes vivem é de fundamental importância para que ocorra um bom desenvolvimento e sobrevivência dos peixes cultivados, de modo que deve existir sempre uma preocupação com a qualidade da água nos tanques de criação para o sucesso na produção. O pH é um parâmetro muito importante a ser considerado, já que possui um efeito direto sobre o metabolismo e os processos fisiológicos de peixes e outros organismos aquáticos. A faixa de tolerância de pH para os peixes está compreendida entre 4.0 e 9.0, enquanto o índice ideal entre 6.5 e 8.0 (Wurts e Durborow, 1992).

Segundo Tavares (1994), as águas de viveiros localizados próximos a áreas agrícolas tendem a aumentar o pH devido à erosão, a qual transporta nutrientes e calcários, enquanto aqueles próximos às áreas industriais possuem pH baixo, devido às chuvas ácidas.

As condições biológicas são muito melhores em águas com pH sensivelmente constantes do que com variações consideráveis. As melhores águas piscícolas apresentam uma reação neutra ou ligeiramente alcalina, com pH entre 7.0 e 8.0 (Boyd, 1982).

A composição eletrolítica e o balanço ácido-base dos fluídos corporais intra e extracelulares apresentam nítida diferença que, por sua vez, são mantidas notavelmente constantes apesar das várias formas de estresse impostas pelas condições ambientais. Contudo, este equilíbrio é aparente. Vários agentes estressantes podem causar complexos distúrbios ácido-base e iônico nos organismos. Neste sentido, os peixes de respiração

aquática, devido à peculiaridade do seu habitat, estão em uma posição de maior dependência das condições físico-químicas do meio em relação aos vertebrados terrestres (Boyd, 1982).

Alterações no pH na água de cultivo pode afetar o funcionamento branquial, o que prejudica o equilíbrio osmótico e a respiração. Valores extremos de pH prejudicam o crescimento e a reprodução dos peixes e, até mesmo, podem causar mortalidade massiva nos sistemas aquaculturais, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento. Por outro lado, o pH também é importante porque afeta a toxicidade de vários poluentes comuns (como amônia) e metais pesados (como alumínio) (Kubitza, 2003).

Das espécies nativas pouco se sabe sobre a tolerância as variações na qualidade da água. O pacu, *Piaractus mesopotamicus*, encontrado na América do Sul, com distribuição entre a região Amazônica e bacia Paraná-Paraguai, é uma espécie tolerante a variação nas características físico-químicas da água. A produção de pacu tem sido intensificada nos últimos anos dada as características que viabilizam seu cultivo em sistemas artificiais (Castagnolli, 1992).

A escassez de conhecimentos sobre a biologia das espécies e as alterações naturais ou provocadas na qualidade da água, conduz, muitas vezes, a uma baixa produção. Portanto o objetivo do presente trabalho foi testar o equilíbrio iônico de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em ambientes de pH ácido, neutro e alcalino.

### **Material e Métodos**

Os alevinos de pacu foram adquiridos na piscicultura Goiás Peixes e transportados para o Setor de piscicultura da UCG (Universidade Católica de Goiás). Os peixes foram distribuídos em 15 caixas de 500L, com peso médio de 2,35g e 3,3 cm de comprimento, sendo 15 animais em cada caixa. As caixas possuíam fluxo de água contínuo e aeração constante, temperatura de 25° C e fotoperíodo natural. Os animais ficaram dois dias para aclimação nas caixas antes do início do período experimental que teve duração de 60 dias.

A água foi acidificada pela adição de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e alcalinizada com hidróxido de sódio (NaOH). O controle do pH e temperatura foi feito através de quatro análises diárias com pHmetro. Sempre que necessário, após as análises de pH, foram feitas as correções com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para baixar (acidificar) ou com NaOH para aumentar (alcalinizar). Os valores de oxigênio (oxímetro digital), amônia, alcalinidade, nitrito e dureza da água foram determinados duas vezes por semana. Os valores de pH utilizados durante o experimento foram: pH 5.0, 6.0, 7.0, 8.0 e 9.0, com três repetições para cada tratamento.

A ração oferecida era extrusada com 32% PB, à vontade. Diariamente, através de sifonagem, fazia-se a limpeza das caixas para retirada dos peixes mortos, excrementos fecais e eventuais sobras de ração. A água retirada das caixas foi substituída por outra com pH previamente corrigido, sendo renovada cerca de 10% do volume d'água.

Os tratamentos foram analisados por análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste Tukey quando necessário. O nível de significância foi de  $P < 0,05$ .

## Resultados e Discussão

A análise da água, realizada antes da colocação dos animais nas unidades experimentais, está apresentada na Tabela 1. Observa-se que houve uma variação normal dos parâmetros em função da colocação dos alevinos. Sendo assim, os parâmetros analisados de qualidade da água não foram limitantes ao desenvolvimento dos peixes, conforme recomendado por Sipaúba-Tavares (1995), para peixes de água doce de clima tropical.

**Tabela 1.** Média dos parâmetros físico-químicos da água das caixas antes do período experimental.

	pH	O <sub>2</sub> (mg/L)	T (°C)	Alcalinidade CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	Dureza CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mEq/L)	K <sup>+</sup> (mEq/L)	Amônia (mg/L)
Sem peixe	6,96	7,2	24,3	41,4	40,0	2,0	3,7	0,018
Com peixe	7,30	5,4	25,0	43,7	42,0	3,6	4,0	0,074

Existe crescente evidência de que os primeiros estágios da vida são os mais sensíveis na vida dos peixes. Muitos trabalhos confirmam que os efeitos do pH da água em peixes depende da idade e dos estágios de desenvolvimento, até mesmo a curto prazo a variação do pH pode influenciar negativamente a população de peixes. A tolerância e a sensibilidade ao pH diferem entre as espécies. Carpas (*Cyprinus carpio*), por exemplo, em pH 8.0 apresentaram 11% de mortalidade. Em pH 5.0 ocorreu mortalidade de 32% (Jezieska & Witeska, 1995). No presente estudo a taxa de sobrevivência em pH 5.0 foi de 73,3% e em pH 9.0 de 13,3%.

Com relação à sobrevivência em águas alcalinas, certas espécies sobrevivem, e inclusive se reproduzem em locais com pH próximo de 10.0. Quando teleósteos são expostos a águas alcalinas, há uma imediata redução na excreção da amônia, de modo que sua concentração no plasma aumenta. As brânquias também são as mais afetadas quando há um eventual estresse alcalino (altos valores de pH). Wilkie & Wood (1996) em experiências com salmonídeos demonstraram que o pH alcalino da água causa sérios distúrbios na excreção e regulação interna da amônia, balanço ácido-básico e regulação de íons.

As modificações no pH sanguíneo e dos níveis plasmáticos de íons, nos alevinos de pacu, estão apresentados na Tabela 2. A concentração de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> do plasma esteve reduzida nos valores extremos de pH 5.0, 8.0 e 9.0. A concentração de K<sup>+</sup> foi maior nos pHs 8.0 e 9.0.

Em águas ácidas é comum observar um deslocamento dos íons Ca<sup>2+</sup> que provoca alterações no sistema de adesão celular do epitélio branquial e conduz a uma redução de sua permeabilidade. Estas alterações são trazidas em um aumento no influxo de íons H<sup>+</sup> e efluxo de Na<sup>+</sup> (McDonald, 1983; Wood et al., 1988). Alterações estas que foram observadas no presente trabalho.

A adição de íons H<sup>+</sup> na corrente sanguínea é responsável pela elevação da pressão de CO<sub>2</sub> sanguínea resultando num quadro de acidose. É provável que esta hipercapnia interna desempenhe um importante papel no sentido de aumentar a capacidade tamponante de sangue mediante estímulo para a acumulação de HCO<sub>3</sub> plasmático (Jensen & Weber, 1987). Este

mecanismo de compensação metabólica através da tomada de equivalentes básicos do meio ou excreção de equivalentes ácidos dos compartimentos corporais via brânquias, têm sido apontado como o principal mecanismo de regulação ácido-base nos peixes (Randall & Val, 1993). No trabalho em questão houve uma alcalose sangüínea nos pHs alcalinos.

**Tabela 2.** Efeito do pH da água sobre os níveis plasmáticos dos íons: sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e pH sangüíneo.

Íons plasmáticos						
pH	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	pH sangüíneo
5,0	76 <sup>b*</sup>	2,4 <sup>a</sup>	89 <sup>a</sup>	1,9 <sup>a</sup>	8,5 <sup>a</sup>	6,7 <sup>b</sup>
6,0	153 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	125 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>
7,0	142 <sup>a</sup>	3,5 <sup>b</sup>	117 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>
8,0	85 <sup>b</sup>	5,7 <sup>c</sup>	73 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>	9,7 <sup>b</sup>	7,7 <sup>b</sup>
9,0	87 <sup>b</sup>	6,3 <sup>c</sup>	61 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	9,9 <sup>b</sup>	8,9 <sup>c</sup>

\*Valores nas colunas, seguidos de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

Para Krout & Dunsons (1985), a significância da perda de  $\text{Na}^+$  é importante para a sobrevivência dos peixes em pH ácido. Segundo Freda & McDonald (1988), a habilidade para limitar o aumento na permeabilidade branquial e a capacidade dos trocadores iônicos em resistir ou recuperar-se da inibição provocada pelo excesso de  $\text{H}^+$  é uma característica dos peixes ácidos-resistentes.

Um fator importante a ser considerado durante a homeostase osmótica diz respeito ao custo energético para sua manutenção em pH ácido ou alcalino (McCormick et al., 1987) e o comprometimento de outros processos metabólicos dependentes dessa energia com, por exemplo, as taxas de crescimento. Esta observação feita pelos autores ocorreu no presente estudo, pois os animais expostos aos diferentes níveis de pH 5.0, 8.0 e 9.0 tiveram seu crescimento prejudicado.

### Conclusão

Os dados obtidos no presente estudo permitem concluirmos que os menores distúrbios no transporte dos íons plasmáticos de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, se dá em águas com pH neutro com tendência a ácido.

### Referências

- BOYD, C.E. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier, 318p.
- CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal. FUNEP.1992. 189p.
- FLORINDO, L.H.O **papel dos quimiorreceptores de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2/\text{pH}$  no controle dos reflexos cardio respiratórios e da ARS em tambaqui: Respostas a longo prazo durante a hipóxia e a hipercarbia**. 2002. 123p. Tese (Doutorado em aquicultura) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

FREDA, J.; McDONALD, D. Physiological correlates of interspecific variation in acid tolerance in fish. **J.Exp. Biol.** v. 136, p. 243-258, 1988.

JENSEN, F.B.; WEBER, R.E. Internal hypoxi-hypercapnia in tench exposed to aluminium in acid water: effects on blood gas transport, acid-base status and electrolyte composition in arterial blood. **J.Exp.Biol.** v. 127, p. 427-442, 1987

JEZIERKA, B.; WITESKA, M. The influence of pH on embryonic development of common carp. **Arch. Ryb. Pol. Arch. of Polish Fish**, v.3, n.1, p.85-94, 1995.

KROUT, R.T.; DUNSON, W.A. Stimulation of sodium efflux in air-breathing fish exposed to low pH. **Comp.Biochem.Physiol.** v. 82, p. 49-53, 1985.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Ed. F. Kubitza: Jundiaí. 229p.

McCORMICK, J.H.; JENSEN, K.M., LEINO, R.L.; STOKES, G.N. Fish blood osmolality, gill histology and atresia as early warning acid stress indicators. In: **Ecophysiology of acid stress in aquatic organisms**. v. 117, p. 309-319, 1987

McDONALD, D.G. The effects of H<sup>+</sup> upon the gills of freshwater fish. **Can.J.Zool.** v. 63, p. 691-703, 1983

RANDALL, D.L.; VAL, A.L. Carbon dioxide and transfer in teleost fish. In: **Respiration in health and disease**. v. 23, p. 69-74, 1993

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

WILKIE, M.P.; WOOD. The adaptations of to fishes extremely alkaline environments. **Comp. Biochem Physio.** v.113B, p.665-673, 1996.

WURTS, W.A.; DURBOROW, R.M. Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. **Aquaculture program**. SRAC-public, n .464, p. 1-4, 1992.