

ACUMULAÇÃO DE METAIS NO CARANGUEJO-UÇÁ, *UCIDES CORDATUS* (LINNAEUS, 1763) (BRACHYURA, UCIDIDAE), EM CUBATÃO (SP)

Silva, P. P. G.¹; Pinheiro, M. A. A.¹; Duarte, L. F. A.¹; Zanotto, F. P.³; Almeida, A. A.²

¹ UNESP – Univ Estadual Paulista, Campus Experimental do Litoral Paulista (CLP), Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA), Laboratório de Biologia de Crustáceos - Praça Infante Dom Henrique, s/n., Parque Bitaru - CEP 11330-900, São Vicente (SP). Email: pinheiro@clp.unesp.br.

² UNESP – Univ Estadual Paulista, IB, Centro de Assistência Toxicológica (CEATOX), Distrito de Rubião Júnior - CEP 18618-000, Botucatu (SP). Email: alaor@ibb.unesp.br;

³ Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Rua da Consolação, 930, Consolação - CEP 01302-907, São Paulo (SP). Email: fzanotto@mackenzie.com.br.

RESUMO

O presente estudo avaliou a acumulação de seis metais (Cd, Cu, Pb, Cr, Mn e Hg) em tecidos do caranguejo-uçá (musculatura, hepatopâncreas e brânquias), bem como em função de seu tamanho (LC, largura cefalotorácica). As amostras foram coletadas em Cubatão (SP) e analisadas por espectrofotometria de absorção atômica. *U. cordatus* apresentou concentrações de Pb e Hg abaixo do limite de detecção do equipamento, o Cu apresentou maior acúmulo nas brânquias, o Cd no hepatopâncreas, enquanto para o Cr e Mn não houve diferença no acúmulo entre os diferentes tecidos. Nas brânquias a concentração de Cu diminuiu com o tamanho do animal, permanecendo inalterada nos demais tecidos, ocorrendo o mesmo com o Cd, embora com aumento nos demais tecidos. *U. cordatus* se mostrou um bom bioindicador para metais pela capacidade de retê-los por diversas vias, conferindo-lhe importante papel em monitoramentos indiretos do estado de conservação de manguezais.

Palavras chave: Bioacumulação, Manguezal, Metal.

INTRODUÇÃO

Os manguezais detêm grande relevância ecológica por fornecerem suporte ao ciclo de vida de várias espécies, protegerem a linha de costa e servirem como importante barreira biogeoquímica a poluentes (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; SPALDING *et al.*, 2010). Em função de sua baixa topografia, são sujeitos a diversos tensores antrópicos, entre eles o descarte de metais, repercutindo em prejuízos à biota e podendo causar graves enfermidades ao homem (TAVARES & CARVALHO, 1992; ABESSA & AMBROZEVICIUS, 2008).

As raízes de mangue têm a capacidade de depurar a água estuarina e reter sedimento, ao qual se associa grande teor de material orgânico e traços metálicos trazidos pelas marés (MACFARLANE *et al.*, 1999). Os contaminantes metálicos tendem a se acumular em tecidos perenes da vegetação (ZHENG *et al.*, 1997), embora possam ser transportados aos decíduos (folhas e propágulos), que servem de alimento a vários organismos, entre os quais o caranguejo *U. cordatus*, que se alimenta da serrapilheira disponível nos manguezais. Assim, este crustáceo possui características biológicas que permitem seu uso na avaliação do acúmulo de metais, como o crescimento lento e elevada longevidade (PINHEIRO *et al.*, 2005).

O conhecimento do acúmulo de metais em biocompartimentos de manguezal é de grande relevância, contribuindo para discussões sobre o estado de conservação deste ambiente. Neste sentido, o presente estudo visa avaliar o acúmulo de seis metais (Cd, Cu, Pb, Cr, Mn e Hg) em três tecidos de *Ucides cordatus* (musculatura, hepatopâncreas e brânquias), bem como em função do tamanho da carapaça.

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no dia 11/08/2010 em uma área de manguezal com predomínio (>80%) de *R. mangle*, no Município de Cubatão (SP), a cerca de 4km da USIMINAS-COSIPA (23° 54' 2,4'' S – 46° 22' 56,9'' W).

Foram utilizados 11 exemplares de *U. cordatus*, que tiveram sua largura cefalotorácica (LC) medida com paquímetro (0,05mm), separados em quatro classes de tamanho (50-60, 60-70, 70-80 e 80-90mm) e dissecados para a obtenção de amostras de tecido (B, brânquias; H, hepatopâncreas; e M, musculatura), totalizando 33 amostras para análise. Estas foram transportadas sob congelamento até o Centro de Assistência Toxicológica (CEATOX), do

IB/UNESP Botucatu, para a análise da concentração de seis metais (Cd, Cu, Pb, Cr, Mn e Hg), por espectrofotometria de absorção atômica (ATHANASOPOULOS, 1993).

A avaliação da concentração dos metais nos tecidos, em função do tamanho (LC), foi efetuada por uma ANOVA fatorial (duas variáveis independentes), com verificação da significância estatística do teste F (Snedecor) e contraste entre as médias pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Além disso, a associação da concentração entre os metais nos tecidos foi avaliada pela significância do coeficiente de correlação de Pearson (r), também a 5% (ZAR, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de Pb e Hg estiveram abaixo do limite de detecção do equipamento, independente da estrutura analisada (Tab. 1).

Não houve efeito significativo do cobre em função da largura cefalotorácica do animal ($F=1,55$; $p=0,239$), mas apenas entre os tecidos analisados ($F=55,49$; $p<0,001$), com maior acúmulo nas brânquias, seguindo a hierarquia $B>H=M$. O mesmo ocorreu com o cádmio, com significância idêntica, embora com maior acúmulo no hepatopâncreas do animal (hierarquia $H>B=M$). As concentrações de Cu e Cd reduziram significativamente nas brânquias com o aumento do tamanho do animal, ocorrendo correlação positiva e significativa entre estes metais neste tecido ($r=0,67$; $p<0,05$), como também no hepatopâncreas ($r=0,61$; $p<0,05$).

Tabela 1 – Concentração dos metais ($\bar{x}$, média $\pm$ s, desvio padrão) para cada tecido de *Ucides cordatus*. As médias de um mesmo metal, seguidas de uma mesma letra, não diferiram significativamente entre os tecidos analisados ($p>0,05$).

Metal	Tecido	Concentração ($\mu\text{g/g}$)			F	p	ANVISA* ($\mu\text{g/g}$)
		Min	Max	$\bar{x} \pm s$			
Cd	Brânquias	0,07	0,33	$0,11 \pm 0,03$ b	5,084	0,014	1,0
	Hepatopâncreas	0,08	0,28	$0,16 \pm 0,07$ a			
	Musculatura	0,06	0,14	$0,096 \pm 0,02$ b			
Pb	Brânquias	-	-	< 0,05	-	-	2,0
	Hepatopâncreas	-	-	< 0,05			
	Musculatura	-	-	< 0,05			
Hg	Brânquias	-	-	< 0,001	-	-	0,5
	Hepatopâncreas	-	-	< 0,001			
	Musculatura	-	-	< 0,001			
Cu	Brânquias	11,67	39,30	$22,43 \pm 6,75$ a	50,221	< 0,001	30,0
	Hepatopâncreas	4,40	8,74	$6,64 \pm 1,57$ b			
	Musculatura	3,85	6,72	$5,31 \pm 0,85$ b			
Cr	Brânquias	0	0,66	$0,37 \pm 0,20$ a	1,220	0,313	0,1
	Hepatopâncreas	0	1,79	$0,52 \pm 0,56$ a			
	Musculatura	0	0,57	$0,25 \pm 0,22$ a			
Mn	Brânquias	2,86	11,20	$8,01 \pm 2,39$ a	2,883	0,075	-
	Hepatopâncreas	2,06	18,32	$8,89 \pm 5,05$ a			
	Musculatura	0,96	7,94	$5,09 \pm 2,38$ a			

* Valores máximos permitidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA Lei nº 685/1998).

O maior acúmulo de cobre nas brânquias era esperado, visto que este metal faz parte da constituição do pigmento respiratório desse crustáceo (hemocianina), embora decresça com o aumento do tamanho do animal, possivelmente devido ao maior grau de terrestrialidade dessa espécie na fase adulta, com diminuição da área branquial e aumento da cavidade, conforme já evidenciado para outras espécies semiterrestres (BURGGREN & MCMAHON, 1988). O cádmio, por outro lado, é um metal não essencial à fisiologia dos crustáceos, tendo sido encontrado em maior concentração no hepatopâncreas, que é um importante órgão de detoxificação nestes animais (AHEARN *et al.*, 2004; RAINBOW & BLACK, 2005), tendo ocorrido em menor concentração nas brânquias e musculatura.

O cromo e manganês apresentaram resultados similares, com ausência de acúmulo em função do tamanho, da estrutura corpórea ou de sua interação ($p>0,001$), ocorrendo uma correlação positiva no hepatopâncreas entre estes metais ($r=0,84$; $p<0,01$). Para o cromo, a similaridade de concentração nos tecidos analisados pode ser decorrente de seu uso em alguns processos fisiológicos do animal, enquanto o manganês, por ser não essencial, parece circular livremente por todas as estruturas corpóreas (BADEN & ERIKSSON, 2006).

A tabela 2 sintetiza as equações de acúmulo de cada metal em função do tamanho do caranguejo, por tecido analisado, evidenciando inexpressivo ajuste aos pontos empíricos ($R^2 = 4,3$ a $50,3\%$), impedindo seu uso na interconversão entre variáveis.

Entre os metais analisados, o manganês apresentou as maiores concentrações em *U. cordatus*, embora com limites não estabelecidos pela ANVISA (vide Tab. 1), enquanto as concentrações de cromo na carne superaram em 2,5 vezes o limite estabelecido por este órgão de vigilância.

CONCLUSÃO

Ucides cordatus possui a capacidade de absorção de metais do meio em que vivem, verificando-se nos animais analisados uma alta contaminação por cromo (tabela ANVISA). O principal tecido de acúmulo foi o hepatopâncreas, que é o órgão de detoxificação nos crustáceos. A acumulação dos metais difere em função de cada metal e do tecido em estudo, dependendo deste ser essencial ou não à fisiologia do animal.

Tabela 2 – Equações lineares obtidas para a concentração dos principais metais analisados ($\mu\text{g/g}$) nos tecidos do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), em função do tamanho (LC, largura cefalotorácica, em milímetros). Onde R^2 é o coeficiente de determinação da equação, em porcentagem.

Metal	Tecido	Equação linear ($y = a + bx$)	R^2 (%)
Cd	Brânquia	$\text{Cd} = 0,493 - 0,0049\text{LC}$	50,3
	Hepatopâncreas	$\text{Cd} = 0,0383 + 0,0014\text{LC}$	4,3
	Musculatura	$\text{Cd} = -0,0008 + 0,0012\text{LC}$	28,8
Cu	Brânquia	$\text{Cu} = 65,58 - 0,566\text{LC}$	46,7
	Hepatopâncreas	$\text{Cu} = 9,28 - 0,0373\text{LC}$	5,99
	Musculatura	$\text{Cu} = 8,509 - 0,0414\text{LC}$	23,6
Mn	Brânquia	$\text{Mn} = 0,653 + 0,0881\text{LC}$	11,1
	Hepatopâncreas	$\text{Mn} = -10,29 + 0,2401\text{LC}$	22,6
	Musculatura	$\text{Mn} = -0,794 + 0,0689\text{LC}$	7,1

REFERÊNCIAS

- ABESSA, D. M. S.; AMBROZEVICIUS, A. P. 2008. Poluição aquática e tratamentos de esgotos, 41-54. In: OLIVEIRA, A. J. F. C.; PINHEIRO, M. A. A.; FONTES, R. F. C. (Ed.) **Panorama Ambiental da Baixada Santista**. 1ª ed., São Vicente: Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental do Litoral Paulista, 127p.
- AHEARN, G.A., MANADAL, P.K., MANDAL, A. 2004. Mechanisms of heavy-metal sequestration and detoxification in crustaceans: a review. **Journal of Comparative Physiology B**, 174: 439-452.
- ATHANASOPOULOS, N. 1993. Flame methods manual for atomic absorption. Victoria: **GBC Scientific Equipment PTY Ltd.**, p.1-11.
- BADEN, S.P., ERIKSSON, S.P. 2006. Role, Routes and Effects of Manganese in Crustaceans. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, 44: 61-83.
- BURGGREN, W. W.; MCMAHON, B.R. 1988. **Biology of the Land Crabs**. New York: Cambridge University Press, 479p.
- MACFARLANE, G.R.; BURCHETT, M.D. 1999. Zinc distribution and excretion in the leaves of the grey mangrove, *Avicennia marina* (Forsk) Vierh. *Environ. Exp. Bot.* 41: 167-175.
- PINHEIRO, M. A. A.; FISCARELLI, A. G.; HATTORI, G. Y. 2005. Growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Brachyura, Ocypodidae). **Journal of Crustacean Biology**, 25(2): 293-301.
- RAINBOW, P.S., BLACK, W.H. 2005. Cadmium, zinc and uptake of calcium by two crabs, *Carcinus maenas* and *Eriocheir sinensis*. **Aquatic Toxicology**, 72: 45-65.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995. **Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 64p.
- SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS L. 2010. **World Atlas of Mangrove**. London: Earthscan Publications. 336p.
- TAVARES, T. M.; CARVALHO, F. M. 1992. Avaliação de exposição humana a metais pesados no ambiente: exemplos do Recôncavo Baiano. **Química nova**, 15(2): 147-152.

ZAR, J. H. 1999. ***Biostatistical Analysis***. 4th Ed. New Jersey: Prentice Hall. 663p.

ZHENG, W.-J.; CHEN, X.-Y & LIN, P. 1997. Accumulation and biological cycling of heavy metal elements in *Rhizophora stylosa* mangroves in Yingluo Bay, China. ***Marine Ecology Progress Series***, 159: 293-301.