



TRANSFERÊNCIA TRÓFICA DE MERCÚRIO TOTAL NO BOTO - CINZA, *SOTALIA GUIANENSIS*, NA BAÍA DE SEPETIBA, RIO DE JANEIRO.

T. L. Bisi^{1,2,3}

J. Jr. Lailson - Brito³; V. A. Moreira³; A. F. Azevedo³; L. Flach⁴; P. R. Dorneles^{2,3}; O. Malm²

¹Programa de Pós - Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia/UFRRJ, tbisi@yahoo.com.br ²Laboratório de Radioisótopos, Instituto de Biofísica/UFRRJ ³Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores (MAQUA), Faculdade de Oceanografia/UFRRJ ⁴Projeto Boto - Cinza, Mangaratiba/RJ

INTRODUÇÃO

O boto - cinza (*Sotalia guianensis* Van Beneden, 1864), é um pequeno delfínídeo que possui hábitos costeiros e estuarinos, ocorrendo ao longo da costa leste da América do Sul e Central, desde Santa Catarina, no sul do Brasil, até Honduras (Flores & da Silva, 2009). Na Baía de Sepetiba, a espécie apresenta fidelidade, com presença diária e frequentemente observada em atividade de pesca (*e.g.*: Flach *et al.*, 2008). Apesar da dieta da espécie ser pouco conhecida, o boto - cinza tem demonstrado um comportamento alimentar oportunista (Di Benedetto, 2000), predando peixes, cefalópodes e crustáceos de diferentes hábitos e níveis tróficos. Dentre os elementos traços, o mercúrio pode ser considerado como um dos mais perigosos sob o ponto de vista toxicológico, sendo que as atividades humanas são responsáveis por grande parte do lançamento de mercúrio no meio ambiente. O boto - cinza ocupa os mais elevados níveis da cadeia trófica e bioacumula os contaminantes aos quais estão expostos no ambiente ao longo de toda a vida (Lailson - Brito, 2007). A principal via de entrada de contaminantes em cetáceos é pela ingestão de presas (Reijnders & Aguilar, 2002). Análises toxicológicas em *Sotalia guianensis* e nas suas presas são fundamentais para a investigação do fluxo trófico de contaminantes, além de revelar os processos de acumulação ao longo das cadeias alimentares, e podendo revelar informações sobre a qualidade do ecossistema.

Dentro das perspectivas apresentadas, o presente estudo investigou a seguinte hipótese: o metal - traço mercúrio é incorporado ao longo da cadeia alimentar, aumentando progressivamente ao longo desta, atingindo níveis elevados no boto - cinza na Baía de Sepetiba/RJ.

OBJETIVOS

Determinar a concentração de mercúrio em músculo do boto - cinza, *Sotalia guianensis*, e em seis espécies de peixes que compõem a dieta da espécie na Baía de Sepetiba.

MATERIAL E MÉTODOS

A Baía de Sepetiba, litoral sul do Estado do Rio de Janeiro (22°50' a 23°04'S; 43°34' a 44°70'W), encontra - se separada do mar pela Restinga da Marambaia, mas com uma ampla troca de águas através de um canal largo e profundo entre a Ilha Grande e a Marambaia. Sua área total varia entre 419 e 447 km², com profundidade média de 6 m (SEMADS, 2001). A Baía de Sepetiba está entre as áreas mais contaminadas por metais traços no litoral do Estado do Rio de Janeiro, possuindo áreas consideradas críticas de contaminação por esses metais (ABES, 1983).

A análise de mercúrio total (HgT) foi realizada em músculo de 23 exemplares do boto - cinza, *Sotalia guianensis*, e seis espécies de presas identificadas a partir da análise do conteúdo estomacal: *Cetengraulis edentulus* (n=9), *Cynoscion guatucupa* (n=8), *Micropogonias furnieri* (n=8), *Mugil curema* (n=8), *Pagrus pagrus* (n=8) e *Trichiurus lepturus* (n=9). A coleta de amostras de *S. guianensis* foi realizada a partir de animais mortos encalhados e/ou capturados acidentalmente por redes de pesca entre janeiro de 2008 e 2009. As presas do boto - cinza foram escolhidas visando obter espécies de diferentes hábitos alimentares e de importância na dieta da referida espécie. Essas presas foram adquiridas em pontos de desembarques pesqueiros na área de estudo entre os meses de agosto e outubro de 2008. Os indivíduos foram identificados através de guias de identificação (Figueiredo & Menezes, 1978) e obtidos o comprimento total (cm) e o peso (g). Tanto de *S. guianensis* como dos peixes, foi retirada uma amostra de músculo dorso - lateral, sendo todo o material armazenado em sacos de polietileno e em temperaturas abaixo dos - 20°C até análise.

Para a determinação de mercúrio total, as amostras frescas foram atacadas a frio com 1 mL de H₂O₂. Em seguida, foi adicionado 5 ml de solução sulfonítrica concentrada (H₂SO₄ - HNO₃) v/v, passando então ao aquecimento em banho - maria a 60°C por 2 horas até a solubilização completa da amostra. Os extratos foram resfriados por 15 minutos,

sendo adicionado 10 ml de KMnO_4 (5%). As amostras retornaram ao banho - maria (60°C) por mais 15 minutos e resfriadas, repousando por uma noite. No dia seguinte o extrato foi reduzido com a adição de 1 mL de cloridrato de hidroxilamina (HONH_2) 12%. O extrato final foi avolumado com água Milli - Q até 14 mL (Bastos *et al.*, 1998). A leitura das concentrações foi feita em um Espectrofotômetro de Absorção Atômica com um sistema de injeção de fluxo para vapor frio de mercúrio (FIMS 400). A precisão e exatidão dos métodos empregados foram verificadas através da análise de material certificado DORM - 3 do *National Research Council*, do Canadá.

O limite de detecção do método ($\text{DL} = 0,51 \text{ ng.g}^{-1}$) foi calculado a partir do uso do desvio padrão dos brancos de todas as baterias de análise ($0,052 \text{ ng.ml}^{-1}$), multiplicado por três, e corrigido pela massa média das amostras de músculo analisadas ($0,3068 \text{ g}$).

A fim de verificar a existência de diferenças nas concentrações de mercúrio total entre o boto - cinza e as suas presas, foi realizada a análise *Kruskal - Wallis* (Zar, 1999) e, posteriormente, aplicado um teste *a posteriori* de Tukey *HSD* aplicado sobre *ranks*. Foram, ainda, investigadas correlações utilizando o teste de *Spearman*.

RESULTADOS

As concentrações de mercúrio total variaram significativamente entre *S. guianensis* e suas presas (Teste de *Kruskal - Wallis* $H_{6,73} = 57,62$; $p < 0,00001$). *S. guianensis* e *P. pagrus* apresentaram os maiores concentrações médias, $192,53 \text{ ng.g}^{-1}$ (min - max = $23,3 - 769,1 \text{ ng.g}^{-1}$) e $160,78 \text{ ng.g}^{-1}$ (min - max = $34,9 - 284,2 \text{ ng.g}^{-1}$), respectivamente. As menores concentrações de HgT foram verificadas em *Cetengraulis edentulus* (média = $9,43 \text{ ng.g}^{-1}$, min - max = $3,9 - 17,2 \text{ ng.g}^{-1}$), *Micropogonias furnieri* (média = $13,01 \text{ ng.g}^{-1}$, min - max = $1,6 - 27,9 \text{ ng.g}^{-1}$) e *Mugil curema* (média = $1,80 \text{ ng.g}^{-1}$, min - max = $<\text{DL} - 3,6 \text{ ng.g}^{-1}$).

M. furnieri é uma espécie carnívora, apresentando uma dieta bastante diversificada na fase adulta, alimentando - se de organismos bentônicos (Vazzoler, 1991). Entretanto, nas primeiras fases do ciclo de vida, a alimentação é basicamente de organismos planctônicos (Vazzoler, 1991), sendo que na Baía de Sepetiba, cyclopoida foi o principal item alimentar encontrado em indivíduos com comprimento total menor que 30 cm (Pessanha, 2006). O tamanho dos indivíduos de *M. furnieri* analisados no presente estudo variou entre 17,8 e 24 cm, faixa de tamanho que *S. guianensis* exerce predação na espécie. Em *Cetengraulis edentulus*, fitoplâncton é o item alimentar predominante (Gay *et al.*, 2002), enquanto que *M. curema* alimenta - se de diatomáceas, copépodos, polychaeta e detritos orgânicos (Ramanathan, 1980; Deus *et al.*, 2007). Uma vez que essas três espécies se alimentam de organismos da base da cadeia alimentar ou de níveis tróficos inferiores pelo menos na faixa de tamanho utilizada no estudo, eram esperadas concentrações menores em relação às demais espécies analisadas.

As concentrações de mercúrio total do *Cynoscion guatucupa* (média = $45,34 \text{ ng.g}^{-1}$; min - max = $25,4 - 56,8 \text{ ng.g}^{-1}$) e *Trichiurus lepturus* (média = $33,91 \text{ ng.g}^{-1}$; min - max = $16,4 - 43,8 \text{ ng.g}^{-1}$) apresentaram valores intermediários

entre as espécies analisadas. Esse resultado está relacionado ao hábito alimentar dessas espécies, que consiste principalmente de peixes teleósteos e, também, de cefalópodes e crustáceos (Castello *et al.*, 2007; Bittar *et al.*, 2008).

O mercúrio é um metal - traço que além de bioacumular, também sofre o processo de biomagnificação ao longo da cadeia alimentar, apresentando concentrações maiores em animais topo de cadeia. O presente estudo encontrou que não só *S. guianensis* apresentou as maiores concentrações de mercúrio no músculo em relação às suas presas, mas também que as espécies de peixes apresentaram uma tendência ao aumento da concentração desse metal em relação ao nível trófico sugerido a partir da dieta alimentar das espécies. Esse mesmo contexto da relação das concentrações de mercúrio total em *S. guianensis* e suas presas foi observado em estudos semelhantes na Baía de Guanabara (Lailson - Brito, 2007; Bisi *et al.*, 2008).

Não houve correlação entre o tamanho das espécies de presas e a concentração de HgT no músculo (Correlação de Spearman $r = 0,038$; $p = 0,79$). Esse resultado reforça a importância da dieta na acumulação do mercúrio.

CONCLUSÃO

As concentrações de mercúrio total encontrados no estudo apontam para a biomagnificação desse metal ao longo da cadeia alimentar que envolve o boto - cinza na Baía de Sepetiba. Além disso, comparando as concentrações de mercúrio encontradas nas presas com seus respectivos hábitos alimentares, sugere - se que o mercúrio possa ser usado como um indicativo do nível trófico das espécies.

(Agradecimento: Este estudo é desenvolvido com o auxílio financeiro do Programa Pensa Rio/Faperj Proc. E - 26/110.371/2007. T.L. Bisi é bolsista de doutorado da CAPES; V.A. Moreira é bolsista de iniciação científica da Faperj; A.F. Azevedo é bolsista de produtividade do CNPq e J.Jr. Lailson - Brito é bolsista do Programa Prociência FAPERJ/UERJ).

REFERÊNCIAS

- ABES. *Catálogo brasileiro de engenharia sanitária*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 1983, 452 p.
- Bastos, W.R., Malm, O., Pfeiffer, W.C., Cleary, D. Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon - Brazil. *Ciência e Cultura*, 50(4): 255 - 260, 1998.
- Bisi, T.L., Dorneles, P.R., Lailson - Brito, J., Vidal, L.G., Lepoint, G., Andrade - Costa, E.S., Azevedo, A.F., Azevedo - Silva, C., Malm, O., Das, K. Mercury in Guanabara Bay: link between exposure levels and stable isotope in *Sotalia guianensis* and its prey species. Anais da XIII Reunión de Trabajo de Especialistas em Mamíferos Acuáticos de América Del Sur, 7^o Congreso SOLAMAC, Montevideu, Uruguai. 2008.

- Bittar, V.T., Castello, B.F.L., Di Benedetto, A.P.M. Hábito alimentar do peixe - espada adulto, *Trichiurus lepturus*, no norte do Rio de Janeiro. *Biotemas*, 21(2): 83 - 90, 2008
- Castello, B.F.L., Bittar, V.T., Di Benedetto, A.P.M. Avaliação qualitativa na dieta do peixe espada, *Trichiurus lepturus*, no norte do Rio de Janeiro. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG. 2007.
- Deus, A.A.L., Rocha, D.F., Ribas, D.T., Novelli, R. Estudo do conteúdo estomacal da tainha *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces; Mugilidae) na Lagoa do Açú, norte do estado do Rio de Janeiro. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG. 2007.
- Di Benedetto, A.P.M. *Ecologia alimentar de Pontoporia blainvillei e Sotalia fluviatilis (Cetacea) na costa norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*. Tese de Doutorado. Campos, RJ, UENF. 2000.
- Figueiredo, L.L., Menezes, N.A. *Manual dos peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1)*. Ed. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978, 110p.
- Flach, L., Flach, P.A., Chiarello, A.G. Aspects of behavioral ecology of *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay, south-east Brazil. *Marine Mammal Science*, 24: 503 - 515, 2008.
- Flores, P.A.C.; Da Silva, V.M.F. Tucuxi and Guiana Dolphin (*Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*). In: Perrin, W.F., Wursig, B., Thewissen, J.G.M. (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Elsevier, Amsterdam, 2009, 1352p.
- Gay, D., Bassani, C., Sergipense, S. Diel variation and selectivity in the diet of *Cetengraulis edentulus* (Cuvier 1828) (Engraulidae - Clupeiformes) in the Itaipu Lagoon, Niterói, Rio de Janeiro. *Atlântica*, 24(2): 59 - 68, 2002.
- Lailson - Brito, J.Jr. *Bioacumulação de mercúrio, selênio e organoclorados (DDT, PCB e HCB) em cetáceos (Mammalia, Cetacea) da costa Sudeste e Sul do Brasil*. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, RJ, UFRJ. 2007, 249p.
- Pessanha, A.L.M. *Relações tróficas de três espécies de peixes abundantes (Eucinostomus argenteus, Diapterus rhombeus e Micropogonias furnieri) na Baía de Sepetiba*. Instituto de Biologia, Seropédica, RJ, UFRRJ. 2006, 161p.
- Ramanathan, S., Araújo, R.A., Chellapa, N.T. Food and feeding habits of adult *Mugil curema* (Valenciennes) in the brackish water and the Potengi estuary, in Rio Grande do Norte, Brasil. *Comunicação, Ciência e Cultura*, 32 (5), 1980.
- Reijnders P.J.H., Aguilar, A. Pollution and marine mammals. In: Perrin, W.F., Wursig, B., Thewissen, J.G.M. (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, 2002, p. 948 - 957.
- SEMADS. *Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião 2 - Bacia da Baía de Sepetiba*. SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável), Rio de Janeiro. 2001, 79 p.
- Vazzoler, A.E.A.M. Síntese de conhecimento sobre a biologia da corvina, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1832) da costa do Brasil. *Atlântica*, 13: 55 - 74, 1991.
- Zar, J.H. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 1999, 662p.