

BIOMAGNIFICAÇÃO DE MERCÚRIO NA TEIA TRÓFICA MARINHA DA BAIXADA SANTISTA (SP)

Muto, E.Y.^{1*}; Soares, L.S.H.¹; Sarkis, J.E.S.²; Hortellani, M.A.²; Petti, M.A.V.¹; Corbisier, T.N.¹

¹Departamento de Oceanografia Biológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico 191, Cidade Universitária, 05508-900, São Paulo - SP, Brasil.

²Centro de Química e Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, 05508-000 - São Paulo - SP, Brasil

*Corresponding author: mutokika@usp.br

RESUMO

A biomagnificação do mercúrio na teia trófica foi avaliada utilizando-se o isótopo estável de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) como indicador da posição trófica dos organismos. Foram analisados invertebrados e peixes pelágicos e bentônicos. A relação entre a concentração total de mercúrio ($\log_{10}\text{THg}$) e $\delta^{15}\text{N}$ foi significativa, sendo o fator de biomagnificação mais elevado na teia trófica pelágica. A concentração basal de mercúrio foi maior na teia bentônica.

INTRODUÇÃO

A área costeira da Baixada Santista, caracterizada pela presença de um grande complexo industrial, intensa atividade portuária, turismo, dragagem de sedimentos e descarga de esgoto, recebe efluentes industriais e domésticos, que são vias de entrada de metais no sistema. O Hg é um metal tóxico que acarreta efeitos adversos no ser humano, sendo considerado um problema de saúde pública. As principais fontes locais de origem antrópica são as fábricas de papel, de produtos químicos e petroquímicos, indústrias de aço, além da descarga de resíduos sólidos domésticos e de sedimentos contaminados (CETESB, 2001). Com o objetivo de identificar uma das consequências dessas atividades na biota marinha foi avaliada a bioacumulação de Hg nos organismos do sistema, cuja posição trófica relativa foi estimada pela assinatura isotópica de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$).

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em março de 2006 no escopo do projeto “A Influência do complexo estuarino da Baixada Santista sobre o ecossistema de plataforma continental adjacente” – ECOSAN. A coleta foi realizada em duas áreas na baía de Santos e em seis áreas na plataforma adjacente, sendo quatro na plataforma interna e duas na plataforma média (Fig. 1). Foram medidas as composições isotópicas de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) e concentração de mercúrio total [THg] em tecido muscular de 23 espécies de peixes representantes de quatro grupos tróficos (zooplânctívoros, piscívoros, teutófagos e bentívoros) e de várias espécies de invertebrados (crustáceos zooplânctônicos, camarões, caranguejos e siris, poliquetas, bivalves, gastrópodes, polvos, lulas, ofiuróides e estrelas do mar). A razão $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ foi obtida em espectrômetro de massa de fluxo contínuo (Europa Hydra 20/20). Os valores da composição isotópica das amostras são expressos em desvios (‰) dos valores padrão do N_2 atmosférico (Mariotti, 1983), segundo a fórmula:

$\delta^{15}\text{N}$ (‰) = $(R_{\text{amostra}}/R_{\text{padrão}} - 1) \times 1000$, onde $R = {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$. A concentração de THg ($\mu\text{g g}^{-1}$ peso seco) nas amostras liofilizadas foi determinada através de geração de vapor frio utilizando-se um Espectrofotômetro de Absorção Atômica Varian (modelo Spectr-AAS-220-FS) e material de referência certificado (DORM2). O fator de biomagnificação (FB) do Hg na teia trófica pelágica e bentônica foi estimado segundo o modelo proposto por Rolff *et al.* (1993), representado pela inclinação da reta (b) obtida da relação entre a concentração total de

mercúrio ($\log_{10}\text{THg}$) e $\delta^{15}\text{N}$ (posição trófica relativa) dos diferentes organismos. O parâmetro a da reta obtida entre a concentração (\log) de um contaminante e a assinatura isotópica ($\delta^{15}\text{N}$) de organismos de vários níveis tróficos depende da concentração inicial do elemento na base da cadeia alimentar, o que permite comparar ambientes com diferentes níveis de contaminação. O parâmetro b da reta indica que houve biomagnificação do elemento quando $b > 0$.

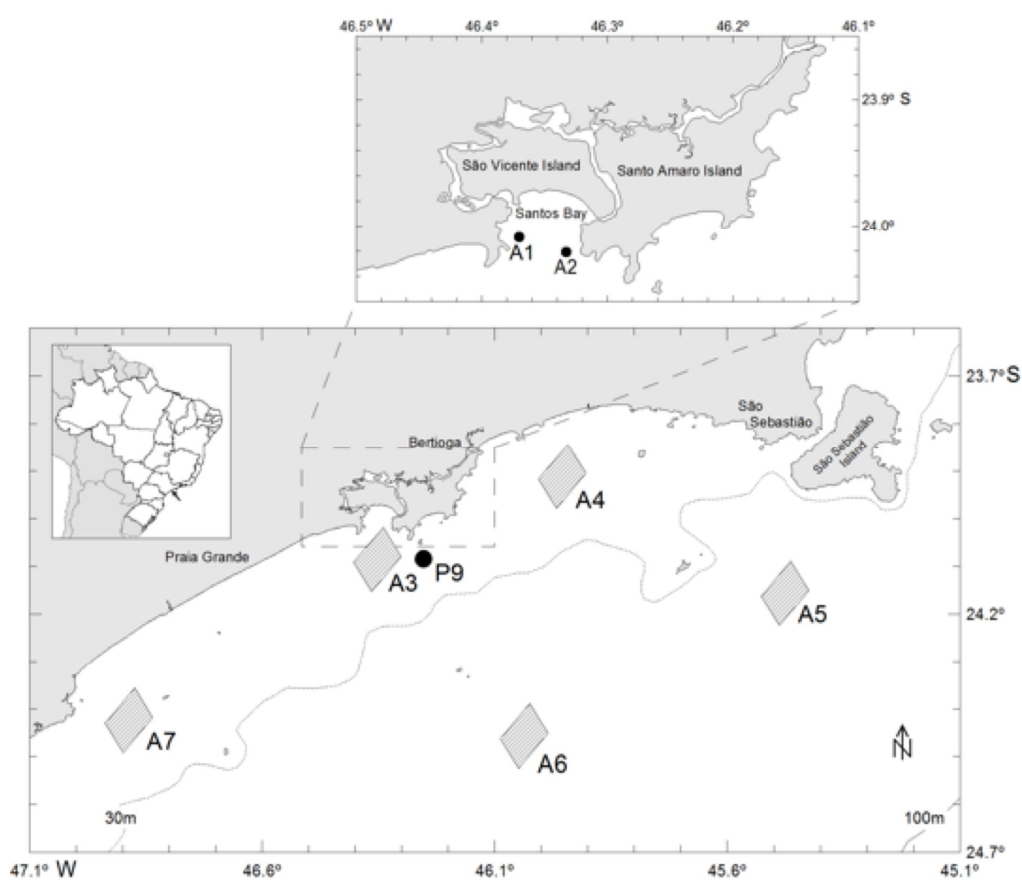


Fig. 1: Localização das estações de coleta de invertebrados e peixes

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As menores concentrações de mercúrio total (peso seco) ocorreram no zooplâncton ($0,002 \mu\text{g g}^{-1}$) e nos poliquetas depositívoros de superfície ($0,011 \mu\text{g g}^{-1}$), e as maiores no peixe tira-vira *Percophis brasiliensis* ($1,189 \mu\text{g g}^{-1}$), no peixe-espada *Trichiurus lepturus* ($1,416 \mu\text{g g}^{-1}$) e

na raia-viola *Zapteryx brevirostris* ($2,200 \mu\text{g g}^{-1}$), que correspondem aos maiores organismos capturados. Com exceção de algumas amostras Individuais de peixes, os níveis de mercúrio na biota estiveram abaixo do valor máximo permitido para consumo humano ($0,500 \mu\text{g g}^{-1}$ peso úmido) segundo a ANVISA (1998). Este

valor seria o equivalente a 1,3-2,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ em peso seco, considerando-se a composição em água dos peixes de 60-80% (Eder & Lewis, 2005). Houve uma tendência geral de aumento dos níveis de mercúrio em função da posição trófica dos organismos, indicando sua biomagnificação na comunidade. A relação entre a concentração de mercúrio (\log_{10} THg) e o $\delta^{15}\text{N}$ foi significativa ($p < 0,0001$) tanto para a teia pelágica como para a bentônica, e a maior correlação entre as duas variáveis foi observada na primeira (Figs 2 e 3). O fator de biomagnificação do THg, representada pela inclinação da reta (coeficiente b), foi de 0,26 e 0,13 na teia pelágica e bentônica, respectivamente, no entanto, o valor basal de [THg] (coeficiente a) foi mais elevado na última. Esta taxa (FB) varia entre 0,2 a 0,3 e tem sido consistente em ambientes de água doce e marinho, e entre ambientes de várias latitudes

(Campbell *et al.*, 2005). Em um sistema lagunar do Canadá o FB foi de 0,19, sendo que as espécies de peixes da cadeia alimentar bentônica apresentaram concentrações de Hg menores que as da cadeia pelágica (Power *et al.*, 2002). Na baía de Manila (Filipinas), peixes pelágicos apresentaram maiores concentrações de Hg que os demersais (Prudente *et al.*, 1997). Algumas suposições podem ser levantadas sobre as diferenças observadas: 1) a maior biodisponibilidade do Hg no compartimento bentônico do sistema analisado levaria à maior contaminação dos organismos do bentos, 2) a maior complexidade da teia trófica bentônica decorrente da maior diversidade de hábitos alimentares e o metabolismo diferencial entre os organismos das duas teias pode estar afetando a magnitude da taxa de biomagnificação do mercúrio.

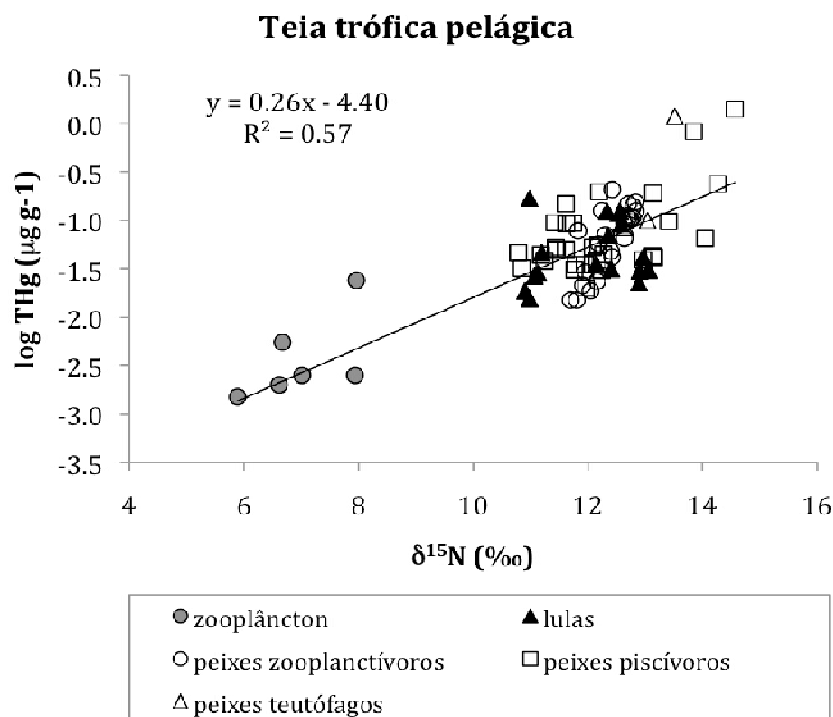


Fig. 3: Relação entre a posição trófica ($\delta^{15}\text{N}$) e a concentração de mercúrio (THg) em organismos da teia trófica pelágica de Santos (N=86)

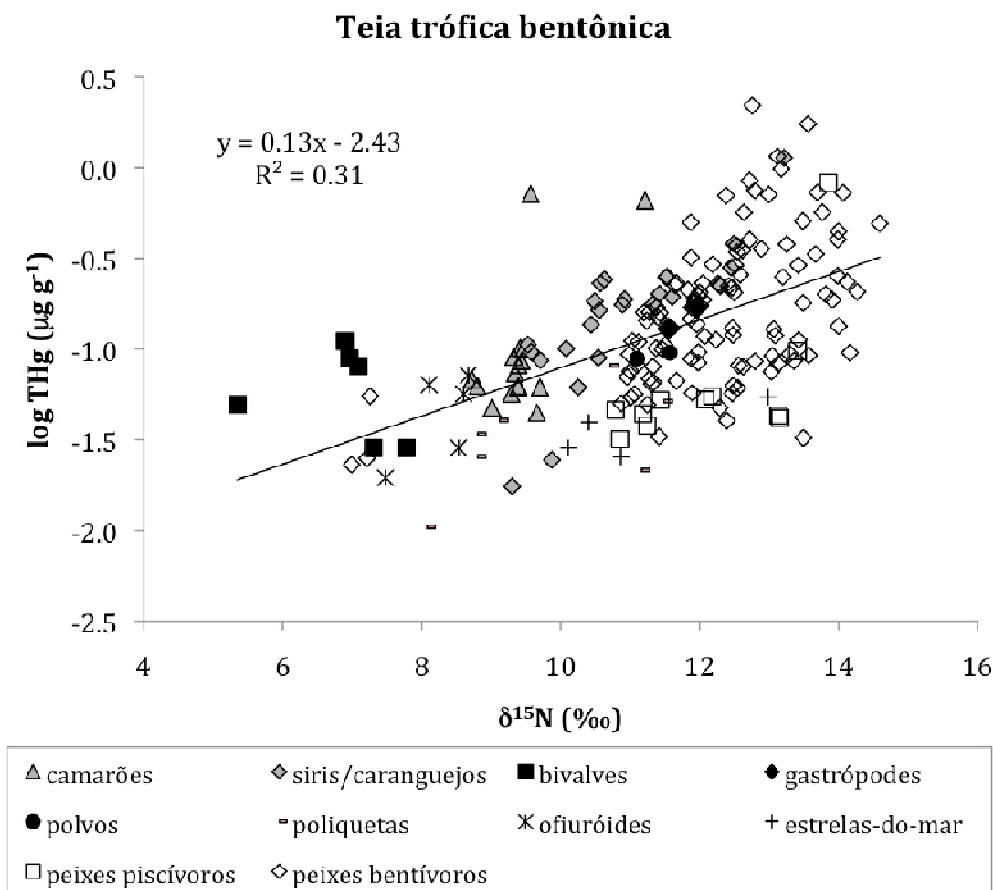


Fig. 4: Relação entre posição trófica relativa ($\delta^{15}\text{N}$) e concentração de mercúrio em organismos da teia trófica bentônica de Santos (N=188).

CONCLUSÕES

Houve biomagnificação do Hg na teia trófica do sistema costeiro de Santos, sendo o valor basal de mercúrio total mais elevado na teia bentônica, provavelmente associado à maior biodisponibilidade de Hg nesse compartimento. No entanto, o fator de biomagnificação foi maior no sistema pelágico. Em relação à metodologia, o isótopo estável de nitrogênio, como indicador de nível trófico, é uma ferramenta promissora na análise de biomagnificação de contaminantes para efeito de monitoramento de longo prazo em ambientes com intensa atividade antrópica.

APOIO/AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pela bolsa de pós-doutorado concedida à Elizabeti Y. Muto (Proc. nº 06/5697-4) e pelo apoio ao projeto ECOSAN CNPq/FAPESP-PRONEX (Proc. nº 2003/09932-1).

REFERÊNCIAS

- ANVISA, 1998. Legislação Brasileira, Portaria 685. Available in http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm
- Campbell, L.M.; Norstrom, R.J.; Hobson, K.A.; Muir, D.C.G.; Backus, Sean & Fisk, A.T. 2005. Mercury and trace elements in a pelagic Arctic marine food web. *Sci. Total Environ.* (351-352): 247-263
- CETESB, 2001. Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. Relatório Técnico CETESB, São Paulo, SP. 141p.

- Eder, L.B., Lewis M.N., 2005. Proximate composition and energetic value of demersal and pelagic prey species from the SW Atlantic Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 291, 43–52
- MARIOTTI, 1983. Atmospheric nitrogen is a reliable standard for natural abundance ^{15}N measurements. *Nature* 303, 685-687
- Power, M.; Klein, G.M.; Guiger, K.R.R.A. & Kwan, M.K.H. 2002. Mercury accumulation in the fish community of a sub-Artic lake in relation to trophic position and carbon sources. *J. appl. Ecol.*, 39: 819-830
- Prudente, M.; Kim, E.; Tanabe, S. & Tatsukawa, R. 1997. Metal levels in some commercial fish species from Manila Bay, the Philippines. *Mar. Poll. Bull.*, 34(8): 671-674
- Rolff, C.; Broman, D.; Näf, C. & Zühr, Y. 1993. Potential biomagnification of PCDD/Fs – new possibilities for quantitative assessment using stable isotope trophic position. *Chemosphere*, 27(1-3): 461-468