

Avaliação preliminar da bioacumulação do mercúrio em três espécies de peixes na Baía de Guanabara, RJ

Paula Santos Fernandes

Bolsista de Iniciação Científica, Ciências Biológicas, Universidade Santa Úrsula

Zuleica Carmen Castilhos

Orientadora, Farmacêutica, D. Sc. Geoquímica Ambiental

Ana Paula de Castro Rodrigues

Co-orientadora, Bióloga, M. Sc. Geoquímica Ambiental

Resumo

O mercúrio (Hg) é considerado uma das seis substâncias mais tóxicas. Sua forma orgânica, o metilmercúrio (MeHg), é teratogênica aos seres humanos, o quais são expostos principalmente através da ingestão de peixes contaminados. O MeHg bioacumula e biomagnifica na cadeia trófica aquática, atingindo os maiores teores em peixes de topo de cadeia. O objetivo deste trabalho foi avaliar a bioacumulação do mercúrio em três espécies de peixes de diferentes hábitos alimentares, oriundos da Baía de Guanabara. Estudos prévios mostram elevados teores de mercúrio em sedimentos desta região estuarina. Foram determinadas as concentrações de Hg total no músculo por espectrofotometria de absorção atômica. A espécie onívora *Genidens genidens* (bagre) apresentou $50,8 \pm 60,5$ ng/g e as espécies carnívoras *Haemulon steindachneri* (cocoroca) e *Micropogonias furnieri* (corvina) apresentaram, respectivamente, $62,1 \pm 53,9$ ng/g e $30,7 \pm 29,9$ ng/g. Estes teores encontram-se abaixo do limite estabelecido pela OMS para consumo humano de peixes (500 ng/g), bem como do valor considerado de referência (200 ng/g), sugerindo uma baixa disponibilidade do Hg neste ecossistema aquático. Sugere-se, ainda, que a baixa concentração de Hg em *Micropogonias furnieri* seja explicada pelo seu comportamento migratório e pela diferença nas estações onde foram coletadas. Para *Genidens genidens* e *Haemulon steindachneri* foi possível verificar uma relação linear entre a faixa de tamanho (indicativo de tempo de exposição) e a concentração de Hg no músculo. Pretende-se, no futuro, avaliar a biomagnificação do mercúrio por meio da comparação dos teores teciduais nas espécies com diferentes hábitos alimentares.

1. Introdução

Atualmente, um dos tipos mais preocupantes de poluição dos sistemas aquáticos e terrestres é resultante do despejo de substâncias tóxicas, incluindo metais tóxicos, que com sua crescente utilização em indústrias e outras atividades consideradas indispensáveis à vida do homem moderno levam à alteração dos seus ciclos geoquímicos naturais, resultando em uma maior dispersão de poluentes no meio ambiente.

O mercúrio (Hg) ocupa um lugar de destaque entre as várias substâncias tóxicas associadas à contaminação do ambiente aquático. Ele é amplamente distribuído na natureza, em concentrações baixas (ppb-ppt), oriundo de fontes naturais como vulcanismo, intemperismo de rochas e solos e da deposição atmosférica. Entretanto, as fontes antrópicas, como a agricultura, as queimadas, a extração mineral de ouro aluvionar e emissões artificiais

decorrentes da crescente atividade industrial, têm contribuído com a emissão desse elemento para a biosfera, resultando na elevação das concentrações em diversos compartimentos ambientais e modificando o equilíbrio do seu ciclo durante os últimos 50 anos (SELLANES et al, 2002). A toxicidade do Hg ao ser humano depende de sua forma química e conseqüente via de exposição, mas de todas as possibilidades, a forma orgânica (metilmercúrio - MeHg) com sua potência para biomagnificação em peixes é considerada a mais importante em função de seus efeitos neurológicos teratogênicos. A biomagnificação do MeHg é um fenômeno caracterizado pela transferência deste através da cadeia trófica. Ou seja, a transferência eficiente do MeHg acumulado no primeiro nível trófico (os produtores) para os o nível trófico imediatamente superior, os consumidores, sendo que quanto mais longa for a cadeia, maior será a concentração acumulada pelo consumidor final (CABANA et al., 1994). Desta forma, em geral, os maiores teores de MeHg são encontrados em peixes que estão no topo da cadeia trófica, como os peixes carnívoros. Assim sendo, a mais importante via de exposição, senão a única, dos seres humanos ao MeHg, é a ingestão de peixes contaminados.

Diferentes espécies de peixes incorporam as diversas estruturas químicas de mercúrio (orgânicas e inorgânicas), dependendo de vários fatores tais como o seu metabolismo, o seu habitat (pelágicos, bentônicos, etc) e dos parâmetros ambientais (salinidade, material em suspensão, etc.) que podem afetar tanto sua disponibilidade quanto o próprio metabolismo dos organismos em questão (BRAGA, 2006). O hábito alimentar, o estágio de vida, o tamanho e sexo são considerados parâmetros importantes para o entendimento dos níveis do metal nesses organismos. Parâmetros como o pH, temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido podem influenciar a biodisponibilidade do metal para sua metilação, alterando sua absorção pelos peixes via ingestão de alimentos.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a bioacumulação do mercúrio em 03 espécies de peixes estuarinos em área com alto grau de impacto antropogênico, Baía de Guanabara – Rio de Janeiro, RJ. Para tal, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- (i) verificar a distribuição do Hg total no músculo de peixes de diferentes níveis tróficos, e;
- (ii) avaliar temporalmente a acumulação do mercúrio nessas espécies de peixes construindo curvas de bioacumulação através do tempo de exposição, assumindo como indicativo o tamanho dos espécimes coletados.

2. Materiais e Método

A Baía de Guanabara é uma das maiores baías do Brasil, está localizada entre as latitudes 22° 40' e 23° 00' sul e longitude 43° 00' e 43° 20' leste, medindo aproximadamente 380 Km, apresentando extensão de 28Km na direção norte-sul e largura máxima de 20Km na direção leste-oeste, reduzindo para 1,8Km em sua embocadura. A temperatura média anual é de 23,7°C, possui alta salinidade, com uma média de 29,4±4,8S, decrescendo da entrada para o interior da baía (KJERFVE et al., 1997 *apud* CAMPOS, 2000). Foi realizada uma única campanha no dia 19 de março de 2008, em 05 estações de coleta, sendo 03 no interior da baía, próximas à Ilha do Governador (#1-Praia da Bica, #4-Gradin - parte externa; #5-Gradin - parte interna) e 02 na boca da baía (#2-

Jurujuba parte externa e #3-Enseada de Jurujuba). Para a coleta de peixes, em cada estação foi feito um (01) arrasto-de-fundo, numa média de 4 m de profundidade, utilizando uma rede de 10,5 m de comprimento, 4,5 de boca, 3,5 m de asa, com malha de 20 mm no corpo da rede e de 15 mm no fundo do saco, rebocada por uma traineira durante 30 minutos, a aproximadamente 2 nós, seguindo a metodologia utilizada em ANDREATA & MORAES (1994).

As espécies estudadas foram *Genides genides*, o bagre, espécie onívora, que se alimenta de pequenos moluscos e invertebrados; *Micropogonias furnieri*, a corvina, espécie carnívora, se alimentando essencialmente de nécton, e *Haemulon steindachneri*, a cocoroca, espécie carnívora que se alimenta principalmente de invertebrados bentônicos. Todas as três espécies são abundantes na Baía de Guanabara (BIZERRIL & COSTA, 2001). Em laboratório, o comprimento total foi medido. As amostras de músculos foram retiradas de acordo com a metodologia sugerida por "Standard Methods" (EATON *et al.*, 1998), no Laboratório de Ecologia Animal, na Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (UFF), e congeladas até seu processamento.

A determinação de Hg total em peixes foi realizada no laboratório de especiação de mercúrio ambiental (LEMA). Primeiramente foi feita a digestão da amostra onde foram pesados aproximadamente 0,5 g de amostra em um balão volumétrico de 50 mL, sendo adicionados 2mL de $\text{NHO}_3\text{-HClO}_4$ (1:1), 5mL de H_2SO_4 e 1mL de H_2O . Essa mistura foi aquecida em placa quente a 230°-250°C por 20 minutos. Depois de resfriada, a solução foi avolumada para 50mL com água destilada. Uma alíquota desta amostra digerida (100-500 μL) foi introduzida em um aparelho de absorção atômica portátil (LUMEX), específico para análises de Hg total.

3. Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios encontrados para as concentrações de Hg no músculo (HgM), o comprimento médio das espécies e o número de indivíduos coletados.

A espécie de bagre, *Genidens genidens*, apresentou uma concentração média de 50,8 \pm 60,5 ng/g, a espécie de cocoroca, *Haemulon steindachneri*, apresentou 62,1 \pm 53,9 ng/g e a espécie de corvina, *Micropogonias furnieri*, apresentou 30,7 \pm 29,9 ng/g. Pode-se verificar que os valores médios de concentração de mercúrio total nas três espécies encontram-se abaixo do limite estabelecido pela OMS (Organização Mundial de Saúde) para consumo humano de peixes (500 ng/g), bem como do valor considerado de referência (200 ng/g), sugerindo uma baixa disponibilidade do Hg para incorporação no pescado.

Neste estudo preliminar ainda não foi possível avaliar diferenças estatísticas entre as estações de coleta na baía devido ao pequeno número de espécimes coletados, à ausência de algumas espécies em uma ou mais estações e ao diferente padrão de tamanho encontrado nessas áreas. Contudo, pode-se observar uma tendência a maiores concentrações em bagres e corvinas coletados na estação #1, localizada no fundo da baía, onde a circulação de águas é ineficiente e há grande influência de atividades antropogênicas, especialmente esgoto doméstico.

Com o objetivo de verificar a possível influência do comprimento total, conseqüentemente da idade dos indivíduos e sugestivo do tempo de exposição na acumulação do Hg no tecido muscular, foram construídas curvas de comprimento total (L) x [Hg] no tecido muscular das espécies estudadas, apresentadas a seguir nos gráficos 1, 2 e 3.

Tabela 1. Médias \pm desvio padrão das concentrações de Hg total (peso úmido; ng/g) em músculo (HgM) e tamanho (cm) de 03 espécies de peixes da Baía de Guanabara em cada ponto de coleta. (n)= nº de espécimes.

Parâmetros	Média	Estação #1	Estação #2	Estação #3	Estação #4	Estação #5
Bagre (<i>Genidens genidens</i>)						
HgM (ng/g)	50,8 \pm 60,5 (22)	135,2 \pm 65,1 (3)	-	-	6,9 (1)	39,2 \pm 50,0 (18)
Tamanho (cm)	17,8 \pm 2,2 (22)	20,7 \pm 2,5 (3)	-	-	12,8 (1)	17,6 \pm 1,5 (18)
Cocoroca (<i>Haemulon steindachneri</i>)						
HgM (ng/g)	62,1 \pm 53,9 (22)	61,8 (1)	126,3 \pm 126,1 (3)	51,4 \pm 29,4 (18)	-	-
Tamanho (cm)	13,1 \pm 3,1 (22)	12,1 (1)	16,3 \pm 2,8 (3)	12,6 \pm 3,0 (3)	-	-
Corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>)						
HgM (ng/g)	30,7 \pm 29,9 (16)	63,2 \pm 24,7 (6)	-	12,1 \pm 3,9 (8)	6,9 \pm 1,5 (2)	-
Tamanho (cm)	14,1 \pm 1,9 (16)	13,0 \pm 1,4 (6)	-	15,6 \pm 0,8 (8)	11,4 \pm 0,3 (2)	-

Gráfico 1. Curva de bioacumulação de mercúrio em músculo (HgM) em bagres (*Genidens genidens*).

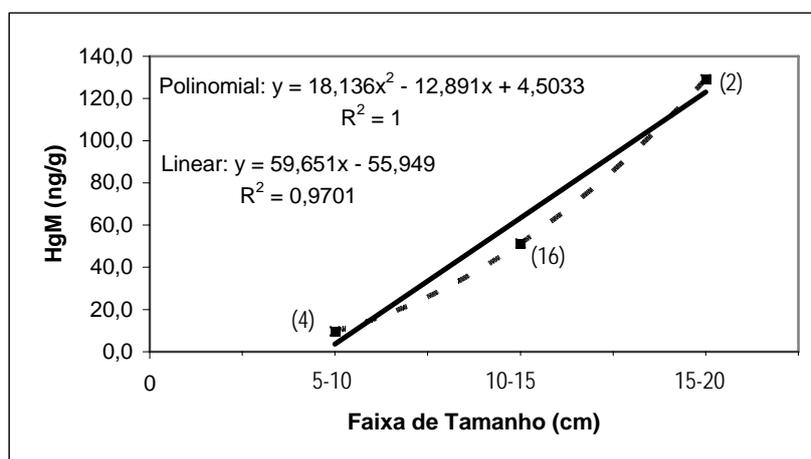


Gráfico 2. Curva de bioacumulação de mercúrio em músculo (HgM) em cocorocas (*Haemulon steindachneri*).

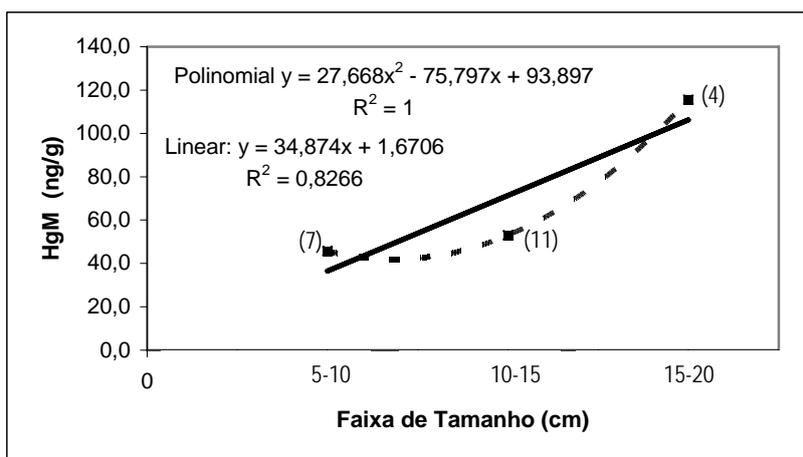
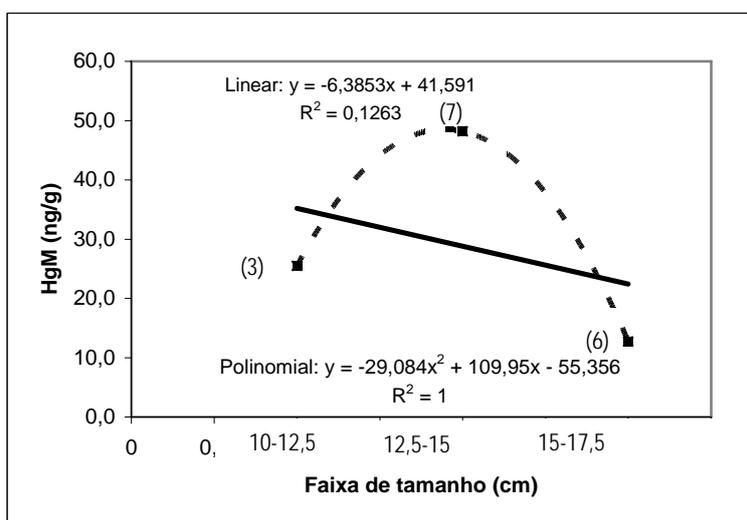


Gráfico 3. Curva de bioacumulação de mercúrio em músculo (HgM) em corvinas (*Micropogonias furnieri*).



Através dos gráficos é possível observar uma tendência ao aumento linear de Hg no músculo de acordo com o tamanho do organismo para as espécies *Genidens genidens* e *Haemulon steindachneri*, mas não para a espécie *Micropogonias furnieri*. Anteriormente ao presente trabalho, KEHRIG *et al.* (1998, 2001) observaram uma correlação linear entre esses parâmetros para essa mesma espécie de corvina (*M. furnieri*) na Baía de Guanabara. Em estudos mais recentes realizados por LIMA & CASTILHOS (2001) e RODRIGUES (2006), as corvinas apresentaram ausência de correlação linear entre concentrações de Hg no músculo e comprimento total, com tendência à diminuição das concentrações de Hg com o tamanho do espécime. No presente trabalho, faz-se necessário notar que o grupo de espécimes presentes no gráfico 3 são pertencentes a 03 estações de coleta distintas. Os maiores espécimes foram coletados na estação #3 e apresentaram menores concentrações ($12,1 \pm 3,9$ ng/g) do que os menores espécimes coletados na estação #1 ($63,2 \pm 24,7$ ng/g). Esses resultados podem ser explicados por diversos fatores, incluindo o comportamento migratório dessa espécie, uma vez que

as corvinas permanecem no estuário até atingir a idade adulta, quando saem para águas abertas e retornando para a desova (ANDREATA, comunicação pessoal). Além disso, deve-se considerar o baixo número de indivíduos adultos presentes na amostragem, aos espécimes serem oriundos de estações diferentes da baía, o que poderia estar caracterizando cenários diferentes de exposição desses organismos ao Hg e portanto, gerando concentrações diferentes em peixes de mesmo tamanho ou idade. Os resultados podem ter sido influenciados, também, pela distância encontrada entre as estações e características específicas de cada uma. A estação #3 apresenta-se na parte mais externa da baía onde acontece uma maior renovação de águas, enquanto a estação (#1) apresenta-se na parte mais interna da baía, próxima a Ilha do Governador, onde altas concentrações de Hg em sedimento (2000 ng/g) já foram anteriormente descritas (WASSERMAN *et al.*, 2000). Estes dados são corroborados também pelos resultados das outras espécies estudadas, que mostram teores mais elevados na estação #1. É necessário, entretanto, aumentar a amostra e a amplitude do tamanho dos peixes para gerar uma curva com espécimes da mesma estação e contendo tanto indivíduos juvenis quanto adultos.

4. Conclusão

Os níveis de Hg total em músculo das três espécies de peixes da Baía de Guanabara encontram-se abaixo do limite estabelecido pela OMS para consumo humano de peixes (500 ng/g), bem como do valor considerado de referência (200 ng/g), sugerindo uma baixa disponibilidade do Hg neste ecossistema aquático.

Análise da concentração de Hg no músculo e tamanho dos espécimes coletados mostrou tendência a bioacumulação em relação linear direta para duas espécies de diferentes hábitos alimentares (*Genidens genidens* e *Haemulon steindachneri*), enquanto a espécie *Micropogonias furnieri* apresentou uma relação inversa. Esses resultados podem ser explicados por diversos fatores, incluindo o comportamento migratório dessa espécie, embora seja necessário aumentar o número de espécimes coletados, o entendimento das variáveis ecológicas desta espécie e as características físico-químicas das estações para melhor interpretação dos dados encontrados. Pretende-se, também, ao concluir-se as análises de mercúrio, avaliar a biomagnificação do mercúrio por meio da comparação dos teores de mercúrio em função dos diferentes hábitos alimentares.

5. Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa concedida, ao laboratório de especiação em mercúrio ambiental (LEMA), à técnica Patrícia Araújo, ao Laboratório de Ecologia Animal, da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (UFF) e à Universidade Santa Úrsula.

6. Referências Bibliográficas

ANDREATA, J. V.; MORAES, L. A. F. Relações tróficas entre as cinco espécies de peixes mais representativas nas margens da laguna de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.11, n.4, p.789-800, 1994.

BIZERRIL, C. R. S.; COSTA, P. A. S. **Peixes marinhos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: FEMAR/SEMADS, 2001.

BRAGA T. M. B. **Aspectos preliminares da contaminação de mercúrio em peixes comercializados na praia do Murcuri, Fortaleza e no estuário do Rio de Jaguaribe, CE**. Monografia Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2006.

CABANA G, TREMBLAY A, KALFF J. RASMUSSEN, J.B. Pelagic food chain in Ontario Lakes: A determinant of mercury levels in lake trout (*Salvelinus namaycush*). *Can.J.Fish.Aquat. Sci.*, 51: 381-389, 1994.

CAMPOS, A. N. **Ensaio de adaptação e utilização de um índice de risco ecológico potencial' para controle da contaminação por metais pesados em ambiente costeiro tropical: Baía de Guanabara, RJ – Brasil**. Dissertação (Mestrado) Geociências-Geoquímica ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2000.

EATON, A. D.; GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S. 10600: Fish. **IN: Standard Methods for the examination of water and wastewater**. Washington D. C.: APHA, 1998, p.1092-10107.

KEHRIG, H. A; MALM O.; MOREIRA, I. Mercury in a widely consumed fish *Micropogonias furnieri* (Demarest.1823) from four main Brazilian estuaries. **The Science of the Total Environment**, v.213, p.263-271, 1998.

KEHRIG, H. A; MOREIRA, I; MALM O; PFEIFFER, W. C. Especificação e acumulação de mercúrio pela biota da Baía de Guanabara – RJ. **In: Moraes, R.; Crapez, M.; Pfeiffer, W.; Farina, M.; Bairy, A.; Teixeira, V. Efeitos de Poluentes em Organismos Marinhos**. Arte Ciência Villipress, 2001.

LIMA, C. A.; CASTILHOS, Z. C. Abordagem dose-resposta para avaliação da contaminação ("DRAC") por mercúrio em peixes. Estudo de caso: mercúrio em corvinas (*Micropogonias furnieri*) da Baía de Guanabara -RJ. **In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL – CETEM**, Rio de Janeiro, 2001.

RODRIGUES, A. P. C. **Avaliação de risco ecológico associado à contaminação mercurial em dois estuários do estado do Rio de Janeiro: Baía de Guanabara e Baía da Ribeira**. Dissertação (Mestrado) Geociências-Geoquímica Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

SELLANES, A. G.; MÁRSICO, E. T.; SANTOS, N. N.; CLEMENTE, S. C. S.; OLIVEIRA, G. A.; MONTEIRO, A. B. S. Mercúrio em peixes marinhos. **Acta Scientiae Veterinariae**, 30(2): 107- 112, 2002.

WASSERMAN, J. C.; FREITAS-PINTO, A. A. P.; AMOUROUX, D. Mercury Concentrations in Sediment Profiles of a Degraded Tropical Coastal Environment. **Environmental Technology**, 21: 297-305, 2000.