

# O QUOCIENTE DE RISCO (QR) DE EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO NA PROMOÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS

Farias, L. A.<sup>1</sup>; Fávaro, D. I. T.<sup>2</sup>; Braga, E. S.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Setor de Licenciatura em Ciências, Universidade Federal de São Paulo. e-mail: lufarias2@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Laboratório de Ativação Neutrônica, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.

<sup>3</sup>Instituto de Oceanografia, Universidade de São Paulo.

## RESUMO

O presente estudo tem por objetivo introduzir a discussão do quociente de risco (QR) de exposição ao mercúrio (Hg), a partir da análise do elemento em cabelos de crianças residentes na região do complexo estuarino Iguape/Cananéia, como ferramenta de auxílio no processo decisório de implementação de políticas públicas brasileiras para o teor de Hg em cabelo de população não exposta ao risco ocupacional.

---

## INTRODUÇÃO

A avaliação do Hg no ambiente é feita pela medição do elemento (e suas espécies) em distintas amostras ambientais e biológicas e pela comparação desses resultados com valores de referências ou com limites e padrões. Esses limites se baseiam nas concentrações de Hg já registradas em distintas partes do mundo e nas quais não se detectaram efeitos nocivos na saúde da população exposta. Contudo, eles não foram suficientemente estudados e avaliados, ao contrário dos limites ocupacionais e poderão sofrer alterações sempre que novas pesquisas assim o recomendarem ou se ocorrerem mudanças importantes das condições de exposição (Azevedo, 2003). Contudo, é importante ressaltar que o interesse em determinar teores de Hg para estimar o seu real impacto no meio ambiente, principalmente no sistema aquático, na vegetação e nos seres humanos, levou a uma corrida na investigação do que seriam os padrões de normalidade para Hg, particularmente em cabelo, em diferentes países. Esses estudos muito têm contribuído para o estabelecimento de valores de referência pelos órgãos de vigilância.

No Brasil, é na região Amazônica que se concentram a quase totalidade de estudos com a temática “mercúrio”, tanto para pesquisadores brasileiros quanto estrangeiros. Essa região brasileira é conhecida pela sua grande impactação mercurial, bem como as condições biogeoquímicas que favorecem a metilação desse elemento, forma na qual é potencializada a bioacumulação e biomagnificação do Hg na cadeia trófica. Entretanto, mesmo para a maioria desses estudos ainda leva-se em consideração como referência somente o valor preconizado pela Organização Mundial da Saúde para uma população adulta não exposta ao mercúrio (2,0 mg.kg<sup>-1</sup>) (WHO,1990). Apesar de já existirem também outros valores de referência, como por exemplo, os valores críticos situados entre 10 - 20 mg kg<sup>-1</sup>, os quais apresentam a possibilidade de desenvolvimento anormal em crianças, segundo Souza e col. (2000).

Todavia, o Brasil é um país de proporções continentais, cujas condições sócio-econômicas, bem como as características culturais, dentre elas a dos hábitos alimentares mudam, às vezes, drasticamente de uma região

para outra do país. O fator “hábito alimentar” é sabidamente conhecido como determinante na exposição populacional ao Hg. Devemos lembrar também que os valores de referências estabelecidos e comumente utilizados em trabalhos científicos são estabelecidos para adultos, não para crianças, muito mais sensíveis aos efeitos deletérios desse elemento. Por isso, é de grande importância estudos que também visem pesquisar o perfil da impactação/exposição mercurial de populações humanas, particularmente em crianças, residentes em ambientes diversos da região amazônica. Em vista disso, a utilização de outros parâmetros de referência que junto com os já estabelecidos pelos órgãos de vigilância irão auxiliar no estabelecimento de políticas públicas brasileiras levando em consideração a megadiversidade do país.

E é com esse intuito que o presente trabalho, dando continuidade a estudos iniciados anteriormente, tem por objetivo contribuir para o estabelecimento de um banco de dados brasileiro referente ao teor de Hg em cabelos, bem como o cálculo do quociente de risco de exposição ao elemento de crianças residentes em comunidades fora da área de risco do Hg oriundo da garimpagem e da região Amazônica. Esses dados auxiliarão no estabelecimento de valores de referência para estudos futuros que visem auxiliar na construção de diferentes parâmetros de “valores normais para Hg em cabelos” para o país.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Locais de amostragem*

Após submissão e aprovação do Comitê de Ética do IO/USP, foram coletadas 65

amostras de cabelos de crianças voluntárias (em idade escolar) residentes em cidades localizadas no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, em escolas autorizadas/recomendadas pelas Secretarias Municipais de Desenvolvimento Educacional dessas localidades e com a anuência dos pais. O número amostral variou de acordo com o número de alunos nas salas, possibilidade de doação dos cabelos e autorização dos pais. No presente estudo verificou-se um número baixo de alunos por sala e muitos meninos com cabelo muito curto, o que inviabilizou a doação dos mesmos e muitos pais que não deram autorização para que a criança participasse do estudo.

### *Amostragem e preparo das amostras*

Para a coleta das amostras de cabelo foi utilizada uma tesoura de aço inox, limpa com etanol P. A. da Merck, retirando-se o cabelo da área occipital, bem próximo ao escalpo, na quantidade aproximada de 1 g, quando possível. O procedimento de limpeza do cabelo foi feito conforme o protocolo recomendado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, 1987). As amostras foram acondicionadas em saquinhos plásticos identificados. Em laboratório, a amostra de cabelo foi então cortada com uma tesoura de aço inoxidável, em segmentos de aproximadamente 0,5 mm de comprimento e transferida para um béquer limpo para ser submetida ao procedimento seqüencial de lavagem com água e acetona e posterior secagem à temperatura ambiente. A determinação de Hg Total foi feita por espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio e injeção em fluxo (CV AAS) conforme descrito em Farias e col. (2008).

### Quociente de Risco (QR)

A avaliação de risco toxicológico é uma análise da potencial ocorrência de efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente, no presente e/ou no futuro, causados pela liberação ou ingestão de substâncias perigosas por quaisquer atividades antrópicas ou mesmo naturais, em uma área física delimitada (EPA, 1989). Ele avalia o risco potencial de dano crônico não carcinogênico à saúde humana e quando o valor de  $QR > 1$  há risco de dano potencial à saúde.

No presente estudo, as informações para o cálculo do QR foram obtidas por meio dos questionários respondidos pelos pais e/ou responsáveis, análises químicas e valores de referências estabelecidos por agências e /ou órgãos competentes. O QR individual é razão entre a exposição e a dose de referência e para o cálculo do mesmo foi utilizada a seguinte equação:

$$HQ = \frac{C_{mi} \times IR_i}{R_f D \times BW_i}$$

Onde:

\*  $C_{mi}$  : é a média geométrica da concentração de Hg em peixes ( $\mu\text{g g}^{-1}$ , considerando peso úmido);

\*  $IR_i$  : a taxa de ingestão de peixe ( $\text{g d}^{-1}$ );

\*  $R_f D$ : dose de referência indicada pela EPA ( $0,1 \mu\text{g Hg /kg peso corpóreo/ dia}^{-1}$ );

\*  $BW_i$ : peso corpóreo individual (kg).

Os cálculos individuais foram baseados na espécie de peixe consumida, a concentração de Hg (avaliadas em estudos anteriores, Curcho e col. (2009)) e taxa de consumo de peixe, dividido por uma das cinco categorias: nunca, raramente, uma vez por semana, duas vezes por semana e três ou mais vezes por semana. A quantidade de peixe considerada foi a recomendada pela tabela brasileira de nutrição que preconiza 120g para um filé de peixe.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os valores de mediana, intervalo obtido para os teores de Hg Total nas amostras de cabelo, percentual de consumo semanal de peixe e quociente de risco (HQ), de crianças das cidades de Cananéia e Iguape.

As concentrações médias e os intervalos obtidos foram:  $0,12 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $<0,01 - 1,13 \text{ mg kg}^{-1}$ ),  $0,23 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $0,06 - 0,92 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e  $0,13 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $<0,01 - 1,17 \text{ mg kg}^{-1}$ ) para as crianças das escolas **ESI**<sub>1</sub>, **ESI**<sub>2</sub> e **ESC**, respectivamente. Esses amplos intervalos de concentração refletem os extremos na frequência de consumo semanal de peixe.

Tabela 1. Resultados do teor de Hg Total em cabelo de crianças das três escolas da rede municipal de ensino participantes do estudo (Cananéia e Iguape), consumo semanal de peixe e Quociente de Risco (QR)

ESCOLA	PESO (kg)	Hg Total (mg kg <sup>-1</sup> )		Quociente de Risco (QR)	Consumo Semanal de Peixes (%)			
		Mediana	Intervalo	Mediana	Nunca ou Raramente	A cada 15 dias	1-2 vezes	< 2 vezes
IGUAPE								
ESI <sub>1</sub> (n=21)	28	0,12	0,06 – 0,92	0,01	27	49	5	19
ESI <sub>2</sub> (n=19)	48	0,23	<0,01 – 1,13	0,01	12	42	14	32
CANANÉIA								
ESC (n=25)	24	0,13	< 0,01 – 1,17	0,02	28	8	28	36
TOTAL	28	0,20	< 0,01 – 1,17	0,0,1				

ESI<sub>1</sub>, ESI<sub>2</sub> – escolas públicas de Iguape; ESC - escola pública de Cananéia

No presente estudo, as amostras de cabelo das crianças das três escolas apresentaram medianas baixas para teor de Hg em cabelos. As crianças da escola **ESI<sub>2</sub>** apresentaram valores de mediana (0,23 mg kg<sup>-1</sup>) um pouco maiores que as crianças das escolas **ESI<sub>1</sub>** e **ESC** (0,12 e 0,13 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente), sendo que a principal característica das crianças dessa escola é o maior índice de pais “pescadores”, o que corrobora ao resultado observado, pois naturalmente a frequência de consumo de peixes e/ou frutos do mar é maior nestas famílias. Contudo, as crianças da escola **ESC**, além de apresentarem também um elevado número de pais pescadores e uma frequência de consumo de peixes e frutos do mar até maior que a crianças da escola **ESI<sub>2</sub>**, apresentaram valores de mediana para Hg em cabelo menores (0,13 mg kg<sup>-1</sup>). Esse resultado pode ser explicado pelas espécies de peixes consumidas pela

população amostrada. Em Cananéia, as espécies de peixe mais citadas apresentam hábito alimentar planctívoro (Farias et al, 2008) e, portanto, menores teores de Hg. Por sua vez, os alunos da escola **ESI<sub>2</sub>**, apresentaram nos questionários avaliados, uma elevada frequência de consumo da espécie *Manjuba Anchoviella lepidentostole*, a qual apresenta hábito alimentar carnívoro e, portanto, maiores teores de Hg no músculo, favorecendo a bioacumulação desse elemento.

Os níveis de Hg Total nos cabelos das crianças de Cananéia e Iguape também foram baixos, quando comparados a valores obtidos para crianças residentes em localidades da região Amazônica (Farias e col., 2008). Farias (2006), em estudo realizado com crianças em idade pré-escolar do Parque Nacional do Jaú e outros ecossistemas amazônicos, obteve resultados para Hg em amostras de cabelos que

variaram de 0,3 a 74,4 mg kg<sup>-1</sup>. Os teores médios observados no presente estudo, foram também mais baixos que os resultados observados na região de Cananéia (0,48 mg kg<sup>-1</sup>) e Cubatão (0,32 mg kg<sup>-1</sup>), em trabalhos anteriores. Em ambos os casos, os resultados obtidos confirmam que além do teor de Hg em peixes, que é mais baixo na região costeira, a quantidade e frequência na ingestão de peixe determinam os níveis mercuriais nos cabelos. E esses valores, teor de Hg em peixe, bem como o hábito alimentar, são determinantes no valor do QR. O valor de QR observado no presente estudo foi muito abaixo de 1, indicando que a espécie de peixe consumida, bem como a frequência do consumo do consumo não representam risco dano potencial à saúde.

## CONCLUSÕES

Apesar de ainda ser pouco utilizado nos trabalhos de determinação de mercúrio em cabelo no Brasil, o conhecimento do QR mostra utilidade futura para visualizar cenários de exposição humana a metais tóxicos, haja vista que ele leva em consideração a exposição individual, o que pode ser interessante no caso da exposição infantil. O conhecimento do valor de QR poderá auxiliar também para que no futuro sejam estabelecidas políticas públicas diferenciadas para as diversas regiões do país.

## APOIO

Este Projeto teve apoio financeiro no âmbito do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia "Transferência de materiais Continente-Oceano" (INCT –TMCOcean- CNPq 576301/2008-9) e da agência de fomento à

pesquisa – FAPESP, na modalidade de bolsa de pós-doutorado para Dra. Luciana A. Farias.

## REFERÊNCIAS

- IAEA - TECDOC – 564; 1987, Practical aspects of operating a neutron analysis laboratory, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- AZEVEDO, F.A.; 2003, Toxicologia do mercúrio, , 272 pp. São Carlos - Ed. RIMA
- CURCHO, M.R.; FARIAS, L.A.; BAGGIO, S.R.; FONSECA, B.; NASCIMENTO, S.M.; BRAGA, E. S.; FÁVARO, D.I.T.; 2009, Mercury and methylmercury content, fatty acids profile, and proximate composition of consumed fish in Cananéia, São Paulo, Brazil. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* (Impresso), 68, 442-450.
- EPA; 1989, Risk Assessment Guidance for Superfund, v. I: Human Health Evaluation Manual (Part A), Interim Final, December.
- FARIAS, L.A. SANTOS, N.R., FAVARO, D.I.T., BRAGA, D.I.T.; 2008. Mercúrio total em cabelo de crianças de uma população costeira, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, 24(10), 2249-2256.
- FARIAS, L. A.; 2006, Avaliação do conteúdo de mercúrio, metilmercúrio e outros elementos de interesse em peixes e em amostras de cabelos e dietas de pré-escolares da região amazônica. São Paulo, 230 p. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN, Brasil.
- SANTOS E.C.O, JESUS I.M, BRABO, E.S, LOUREIRO, E.C.B, MASCARENHAS, A.F.S., WEIRICH, J. et al.; 2000, Mercury exposures in riverside Amazon communities in Pará, Brazil. *Environmental Research.*; A 84, 100-107.
- WHO, 1990, World Health Organization/International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria 101: methylmercury. Geneva: World Health Organization.