

Contribuição para o estabelecimento de níveis de referência para a concentração de mercúrio no sangue de crianças na cidade do Rio de Janeiro

A Contribution for the establishment of reference values for total mercury levels in blood of children from Rio de Janeiro

Olga Leticia Penido Xavier¹, Carmen Ildes R. Fróes Asmus², Anamaria Testa Tambellini³, Armando Meyer⁴, Volney de Magalhães Câmara⁵

Resumo

Introdução: O mercúrio é um metal de elevada toxicidade e as crianças representam um dos subgrupos mais susceptíveis da população, tornando relevante estudos sobre valores de referência deste metal em populações não expostas. **Objetivo:** Estabelecimento de níveis de referência de mercúrio no sangue de crianças em uma área urbana. **Material e Métodos:** Foi realizado um estudo transversal da concentração de mercúrio total no sangue capilar em 220 crianças escolares de 8 a 10 anos de ambos os sexos de 2 escolas da rede municipal de ensino do Município do Rio de Janeiro. Foram aplicados dois questionários e coletadas amostras de sangue. A análise do teor de mercúrio no sangue foi realizado por espectrometria de massa acoplado a plasma indutivo. O teste não paramétrico de Mann-Whitney foi utilizado na análise estatística dos dados. **Resultados:** As médias aritmética, geométrica e a mediana foram respectivamente de 0,89, 0,51 e 0,71 µg/L de mercúrio total das crianças participantes. Estes resultados, que podem contribuir para comparação com outras pesquisas em áreas impactadas ambientalmente pelo mercúrio, são compatíveis com inquéritos internacionais e abaixo dos limites para populações não expostas indicados pela Organização Mundial da Saúde.

Palavras-chave: mercúrio; criança; sangue; padrões de referência; monitoramento.

Abstract

Introduction: Mercury is a highly toxic heavy metal and the children represent the most susceptible subgroup of the population. For this reason, reference value of mercury concentrations in non-exposed populations is relevant for the composition of control groups in epidemiological studies. **Objective:** Establishment to mercury reference values in children's blood in the urban site. **Material and Methods:** A sectional study has been carried out on mercury concentration in blood of 220 school children 8 to 10 years old, both male and female, from two public schools in Rio de Janeiro. Two questionnaires were applied and blood samples collected. Blood mercury content analysis has been undertaken by inductively coupled plasma mass spectrometry. Mann-Whitney Nonparametric test has been used for statistical data analysis. **Results:** The arithmetic mean, geometric mean and median of total mercury concentration in blood based were respectively 0.89, 0.51 and 0.71 µg/L. These outcomes can be used as reference values for populations exposed to mercury impacted areas and are compatible with others international inquires and below the limits suggested for non-exposed populations by the World Health Organization.

Keywords: mercury; children; blood; reference standards; monitoring.

Trabalho realizado no Instituto de Estudos em Saúde Coletiva (IESC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

¹Mestre em Saúde Coletiva pelo IESC da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

²Doutora em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Professora Adjunta do IESC e da Faculdade de Medicina da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

³Doutora em Saúde Coletiva pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Campinas (SP), Brasil; Professora Adjunta do IESC e da Faculdade de Medicina da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

⁴Doutor em Saúde Pública pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ); Professor Adjunto do IESC e da Faculdade de Medicina da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

⁵Doutor em Saúde Pública pela FIOCRUZ; Professor Titular do IESC e da Faculdade de Medicina da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Endereço para correspondência: Olga Leticia Penido Xavier – Instituto de Estudos em Saúde Coletiva – Praça Jorge Machado Moreira, 100 – Cidade Universitária – CEP: 21941-598 – Rio de Janeiro (RJ), Brasil – E-mail: olga@iesc.ufrj.com

Fonte de financiamento: Ministério da Saúde.

Conflito de interesse: nada a declarar.

INTRODUÇÃO

Os valores de referência são obtidos a partir de estudos que determinam a concentração da substância de interesse em fluidos ou outros materiais biológicos¹. São comumente denominados por autores como “valores normais” ou “*background*”, devendo ser revisados sempre que houver alterações nos níveis basais da população geral, com base em estudos recentes² e podem, dependendo das suas características, servir de valores para comparação com populações expostas a serem investigadas.

No caso do mercúrio, os estudos em áreas de exposição ao mercúrio metálico e inorgânico utilizam coleta de amostras de urina e sangue para determinação de níveis de exposição. Porém, estudos realizados a partir de meados da década de 1980 se referem principalmente à exposição ao metilmercúrio em populações consumidoras de peixes contaminados, utilizando em suas análises amostras de cabelo e sangue^{3,4}. Assim, amostras de sangue podem ser utilizadas tanto para comparação das formas inorgânicas como das formas orgânicas do mercúrio.

O mercúrio é um metal de elevada toxicidade presente no ambiente que pode atingir a maioria dos aparelhos e sistemas do corpo humano, notadamente o sistema nervoso⁵. As crianças e as mulheres em idade fértil representam grupos de elevado risco. As crianças porque estão numa fase que se caracteriza por um rápido crescimento e desenvolvimento do corpo. Em relação aos adultos, podem absorver maiores níveis de substâncias tóxicas por peso corporal, apresentam o desenvolvimento incompleto dos mecanismos desintoxicantes e, a imaturidade da barreira hematoencefálica, favorecendo a lesão do sistema nervoso central^{5,6}. Nas mulheres, a maior preocupação está relacionada aos efeitos potencialmente lesivos sobre o sistema reprodutivo, principalmente, na exposição ao metilmercúrio⁷⁻⁹.

No Brasil, os principais processos produtivos que utilizam o mercúrio são a extração de ouro, a indústria, a odontologia para formação de amálgama dental, ainda existindo citações de seu uso em sabonetes e cremes de clareamento da pele⁴. Pesquisas recentes apontam para a possibilidade de exposição de crianças através de vacinação¹⁰. Não existem estudos sobre valores de referência para mercúrio em crianças urbanas no Brasil. Encontram-se, nas bases de dados existentes sobre este tema, somente artigos sobre outras situações como, por exemplo, um estudo sobre teores de mercúrio em cabelo em áreas da Amazônia não impactadas por mercúrio¹¹ e outro estudo de Kuno¹², em que foram obtidas amostras de sangue de doadores de sangue que residiam na região metropolitana de São Paulo.

Neste sentido são relevantes estudos que possam contribuir para o estabelecimento de valores de referência para a

concentração de mercúrio no sangue de crianças em áreas urbanas e não expostas diretamente ao mercúrio.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo observacional do tipo seccional, com crianças matriculadas em duas escolas da rede municipal de ensino da cidade do Rio de Janeiro.

O local do estudo foi solicitado à Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro que escolheu a 4ª e a 7ª Coordenadorias Regionais de Educação (CRE), situadas em regiões administrativas com experiências socioambientais distintas, selecionadas a partir da análise de dados encontrados em fontes oficiais e pesquisas publicadas. Cada CRE abrange diversos bairros onde existem várias unidades escolares. Os bairros foram divididos em função de seu status socioambiental e sorteados aleatoriamente. A partir de uma lista de escolas registradas, uma escola foi indicada para cada CRE, com base nos seguintes critérios: aquelas que possuíssem 300 ou mais crianças com idades entre 8 e 10 anos, regularmente matriculadas no ano de 2007; segurança para o acesso dos pesquisadores; aquiescência da direção e professores; existência de um Programa de Saúde Escolar (não exclusivo).

Além disso, três fatores foram considerados para a efetivação desta proposta: a) a necessidade de articulação com os gestores municipais da área de educação, diretores e professores, tendo como base o respeito ao calendário e as especificidades próprias do sistema escolar, entre elas a carga horária diária de aulas, os recessos, férias e períodos de provas; b) o contato com os genitores das crianças escolares selecionadas, para obtenção do seu consentimento para participação no subprojeto; c) as características próprias da faixa etária selecionada que exigiram suporte maior para a realização das entrevistas e a coleta das amostras. As escolas municipais selecionadas foram o CIEP Yuri Gagarin, da 4ª CRE (da AP3.1), no bairro de Bonsucesso e a Escola Desembargador Ney Palmeiro, na 7ª CRE (da AP4.0) no bairro de Jacarepaguá.

Nas duas escolas selecionadas 317 crianças escolares participaram do estudo, de ambos os sexos, com idades entre 8 e 10 anos. Elas foram convidadas a participar da pesquisa por meio de reunião para apresentação do projeto da pesquisa com os pais ou responsáveis, professores e alunos. As crianças aceitaram participar mediante a assinatura, pelos pais ou responsáveis, do termo de consentimento livre e esclarecido.

O trabalho de campo incluiu como entrevistadores alunos de graduação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), de acordo com a disponibilidade de horário. Estes alunos foram submetidos a treinamento do uso dos métodos da pesquisa antes da coleta dos dados.

Os procedimentos da pesquisa incluíram dois questionários e coleta de material biológico. Um questionário foi utilizado para a coleta de dados pessoais e demográficos referentes à criança. Outro continha informações sobre dados pessoais da mãe, do pai ou do responsável pela criança e dados sobre a família, o local de moradia e os hábitos alimentares da criança. O sangue capilar foi o material biológico colhido para a análise dos teores de mercúrio total. Estes questionários foram elaborados e testados pela equipe do estudo durante reuniões semanais com os pais e professores, com o objetivo de abordar variáveis de exposição, tais como: local, tempo de residência e condições de moradia e das proximidades; ocupação dos pais e eventualmente das crianças; hábitos alimentares e comportamentais; tabagismo; variáveis de confundimento, como: raça, faixa etária, renda familiar, escolaridade, sexo, uso de medicamentos, morbidade referida, e variáveis de desfecho, tais como: menarca, altura, peso e medidas antropométricas.

O questionário respondido pelas crianças continha dez questões sobre dados pessoais, dez questões sobre hábitos alimentares, duas sobre eventual tabagismo, oito sobre a ocupação dos moradores da casa, oito perguntas sobre as proximidades da moradia, visando algum tipo de poluição, oito sobre a moradia e duas sobre a menarca. O questionário sobre a família, respondido pelos responsáveis, continha quatro blocos de questões. O primeiro bloco foi composto por doze questões sobre dados dos pais, o segundo por quatro questões sobre a família, o terceiro por nove questões sobre a criança e o quarto, e último, com sete questões sobre a residência da criança.

A coleta de amostra de sangue capilar foi escolhida em detrimento da coleta do sangue venoso. O critério de escola levou em consideração ser este procedimento menos “invasivo” nas crianças e contou com a aquiescência dos pais ou responsáveis.

O material biológico foi coletado pela uma equipe composta por dez alunos do curso de Medicina devidamente treinados. A correta higienização das mãos com sabonete neutro e secagem com papel toalha foi feita antes do procedimento. A coleta do sangue capilar foi realizada, após a desinfecção com álcool em gel, do quarto quirodático da mão direita da criança e, posteriormente, perfurado com uma lanceta até a obtenção de 200 µL de sangue capilar. Para evitar a coagulação e, conseqüente perda do material, esse conteúdo foi agitado durante alguns minutos. O material coletado foi armazenado em freezer a -20°C.

A análise do material biológico coletado foi realizada no Laboratório de Toxicologia de Metais da Universidade de São Paulo (USP) de Ribeirão Preto, pelo método de espectrometria de massa acoplado a plasma indutivo. Após

o descongelamento, as amostras de sangue foram diluídas na proporção de 1:50, em tubo de polipropileno, com uma solução 0,5% (v/v) de ácido nítrico contendo 0,01% (v/v) de Triton X-100 e posteriormente analisadas.

Os dados coletados por meio dos dois questionários e teores de sangue capilar formaram duas bases de dados para análise exploratória através do programa SPSS versão 7.0. Antes das análises foram utilizados recursos para verificação da qualidade do banco de dados, como variáveis não preenchidas ou preenchidas incorretamente.

Foram calculadas estatísticas descritivas para as variáveis idade (8, 9 e 10 anos), sexo, cor da pele (branca, não branca, não informado), consumo de peixe (não, uma vez/semana). Medidas de tendência central e de dispersão foram obtidas para a concentração de mercúrio total no sangue. O teste não paramétrico de Mann-Whitney foi utilizado para comparar as médias da concentração de mercúrio total no sangue entre as duas escolas e entre as categorias das variáveis em cada escola sob a hipótese nula (H_0) de que as duas amostras têm distribuições idênticas, considerando um nível de significância de 5%.

Este estudo respeitou os procedimentos éticos da Declaração de Helsinque e da Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos e foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva (IESC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as características descritivas da população estudada. Na Escola CIEP Yuri Gagarin, no bairro de Bonsucesso (E1), participaram 99 escolares e na Escola Desembargador Ney Palmeiro (E2), em Jacarepaguá, 171 escolares. Destes 270 escolares participantes do estudo, não foi possível analisar o teor de mercúrio em 50 devido à quantidade insuficiente do material.

A idade dos escolares variou entre 8 a 10 anos, sendo que a média e mediana foram respectivamente 9,1 e 9,0 anos (DP=0,8 anos). O percentual de meninas (56,4%) foi um pouco superior aos meninos (43,6%). Cerca de 60,5% foram classificados como tendo cor de pele não branca. A maioria (90,9%) não tinha o hábito de comer peixe.

A Tabela 2 mostra os valores da concentração de mercúrio (µg/L) total no sangue, segundo escolas estudadas no Município do Rio de Janeiro, em 2009. Os valores médios e medianos foram maiores na E2 (1,01 e 0,84 µg/L, respectivamente) em comparação à E1 (0,63 e 0,32 µg/L, respectivamente). A E2 mostrou um nível máximo da concentração de mercúrio no sangue de 7,09 µg/L. Por sua vez, na E1, o valor

máximo foi de 2,91 µg/L. A média geométrica da concentração de mercúrio total no sangue dos participantes do estudo foi de 0,51 µg/L, sendo de 0,29 µg/L na E1 e 0,67 µg/L na E2.

A média da concentração de mercúrio total (µg/L) no sangue, segundo variáveis selecionadas, estão representadas na Tabela 3. Ao se comparar os níveis médios da concentração de mercúrio entre as duas escolas, nota-se que a E2 apresenta níveis mais elevados da concentração de mercúrio para todas as variáveis. Observa-se que os valores médios dos níveis da concentração de mercúrio na população total de escolares estudada foi menor nas crianças de 8 anos (0,83 µg/L) e mais elevado nas crianças de 9 anos (0,92 µg/L), do sexo masculino (0,95 µg/L), de cor de pele não branca (0,96 µg/L), que ingeriram peixe uma vez/semana (0,90 µg/L). É importante ressaltar que o maior nível foi encontrado entre as crianças que tinham cor de pele não branca (0,96 µg/L) e o menor nível entre as crianças de cor de pele branca (0,78 µg/L). Vale enfatizar que embora tenham ocorrido diferenças entre as duas escolas, em ambas, os teores de mercúrio estão muito abaixo do limite de 8 µg/L para pessoas não expostas recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS)¹³ ou 5,8 µg/L proposto por Mahaffey, Clickner e Jeffries¹⁴.

Reforçando esta afirmação, as variáveis contidas nos dois questionários aplicados não apresentavam resultados que pudessem apontar para um fator que poderia aumentar a exposição ao mercúrio, com destaque para a principal variável que indicaria maior exposição, ou seja, o consumo de peixe foi muito pequeno. Também para esta variável, os teores de mercúrio no sangue foram diferentes entre as escolas pelo teste estatístico de Mann-Whitney. Não só entre as crianças que não comeram peixe ($p=0,002$) quanto entre aquelas que comeram apenas uma vez na semana ($p=0,011$).

Na Tabela 4, encontram-se as médias e os intervalos de confiança da concentração de mercúrio total dos escolares participantes do presente estudo e de outros estudos em

Tabela 1. Características descritivas da população estudada. Rio de Janeiro, 2009

	n (n=220)	Distribuição relativa (%)
Idade (anos)		
8	59	26,8
9	72	32,7
10	89	40,5
Sexo		
Masculino	96	43,6
Feminino	124	56,4
Cor da pele		
Branca	81	36,8
Não branca	133	60,5
Não informado	6	2,7
Consumo de peixe		
Não	200	90,9
Uma vez/semana	20	9,1

Tabela 2. Medidas descritivas da concentração de mercúrio (µg/L) total no sangue segundo escolas estudadas. Rio de Janeiro, 2009

	Escola CIEP Yuri Gagarin (E1)	Escola Desembargador Ney Palmeiro (E2)	Total
Número de observações	71	149	220
Média aritmética	0,63	1,01	0,89
Desvio padrão	0,70	0,96	0,90
Média geométrica	0,29	0,57	0,51
Mediana	0,32	0,84	0,71
Mínimo	0,02	0,02	0,02
Máximo	2,91	7,09	7,09

Tabela 3. Média aritmética e desvio padrão da concentração de mercúrio (µg/L) total no sangue das crianças segundo variáveis selecionadas nas Escolas CIEP Yuri Gagarin e Desembargador Ney Palmeiro. Rio de Janeiro, 2009

	Média (µg/L) de mercúrio total e desvio padrão		
	Escola CIEP Yuri Gagarin (E1)	Escola Desembargador Ney Palmeiro (E2)	População total
Idade (anos)			
8	0,59 (0,72)	0,95 (0,84)	0,83 (0,82)
9	0,78 (0,71)	1,01 (0,89)	0,92 (0,82)
10	0,49 (0,66)	1,04 (1,06)	0,89 (1,00)
Sexo			
Masculino	0,75 (0,85)	1,07 (0,80)	0,95 (0,83)
Feminino	0,49 (0,47)	0,97 (1,04)	0,84 (0,94)
Cor da pele			
Branca	0,58 (0,68)	0,86 (0,74)	0,78 (0,73)
Não branca	0,65 (0,72)	1,12 (1,08)	0,96 (1,00)
Não informado	0,90 (-)	0,78 (0,36)	0,80 (0,33)
Consumo de peixe			
Não	0,65 (0,72)	0,99 (0,98)	0,88 (0,91)
Uma vez/semana	0,35 (0,39)	1,14 (0,67)	0,90 (0,70)

diferentes países publicados entre 1993 e 2010. Pode-se observar que os teores de mercúrio deste estudo são semelhantes a estes inquéritos internacionais.

Nos Estados Unidos, os estudos populacionais são realizados pelo *National Center for Health Statistics* (NCHS) do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC). O *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) avalia o status nutricional e de saúde da população civil e não institucionalizada, através da coleta de informações amplas sobre comportamentos relacionados à saúde e amostras para exames de laboratório. Um estudo no período de 2003 a 2006, com um total de 16.780 pessoas mediu a concentração de mercúrio no sangue. A população foi classificada por nove grupos de idade, gênero e raça. A média geométrica global foi de 0,83 µg/L¹⁵, semelhante aquelas obtidas no presente estudo.

Outros países estabeleceram sistemas de monitoramento de Saúde Ambiental, em nível nacional, tendo o monitoramento biológico um projeto desenvolvido dentro desse sistema. Na Alemanha, foi desenvolvido o *German Environmental Survey on Children* (GerES IV), um módulo do *German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents*. Nesse estudo realizado entre os anos de 2003 a 2006 foram medidos vários poluentes, dentre os quais o mercúrio no sangue. Essa amostra era composta por 1.552 participantes com idades variando entre 3 e 14 anos. Foi considerada a variável da frequência de consumo de peixe de no máximo três e mais de três vezes ao mês. A média da concentração de mercúrio no sangue, no total da amostra foi de 0,2 µg/L¹⁶.

No presente estudo, como citado anteriormente, o consumo de peixe foi bem menor. Entre os que consomem e os que não consomem peixe a média da concentração de mercúrio foi de 0,88 µg/L. Entre as crianças que comem peixe, correspondente a 9,1% dos participantes do estudo, a média de concentração de mercúrio foi de 0,90 µg/L.

O *Canadian Health Measures Survey* (CHMS) analisou o mercúrio e outros contaminantes na população canadense de 6 a 79 anos no período de 2007 a 2009, sendo a média geométrica de 0,69 µg/L. A concentração foi mais baixa nas

crianças e adolescentes em comparação com os adultos. Crianças entre 6 e 11 anos tiveram uma média geométrica de concentração de 0,27 µg/L, semelhante à média entre os de 12 a 19 anos que foi de 0,31 µg/L. A detecção do mercúrio total no sangue realizada pelo CHMS no período de 2007 e 2008 mostrou uma média geométrica de 0,31 µg/L para o mesmo grupo etário. O gênero não foi mencionado como um fator significante na amostra¹⁷.

Para detectar a concentração de chumbo, cádmio e mercúrio no sangue e na urina da população da República Tcheca, Batárióvá et al.¹⁸ coletaram amostras ao longo dos anos de 2000 a 2003. Para a detecção no sangue havia um total de 1.188 adultos, não expostos ocupacionalmente. Foram incluídas 333 crianças, entre meninos e meninas, moradores de uma área urbana. O nível médio mercúrio no sangue das crianças foi de 0,43 µg/L, e não foram observadas diferenças relacionadas ao sexo.

No presente estudo, cuja amostra das crianças participantes apresenta semelhanças à desse, a média de mercúrio no sangue dos meninos foi superior ao detectado nas meninas.

Uma comparação destes inquéritos internacionais e dos resultados do presente estudo evidencia diferenças expressivas quando comparadas com aqueles de pesquisas em áreas impactadas por este metal no Brasil. Como exemplo, pode-se citar uma pesquisa realizada no município de Cubatão (SP), com uma amostra de 224 crianças, com idades variando de 1 a 10 anos que detectou uma concentração média de mercúrio de 9,08 µg/L, ocorrendo uma diferença estatisticamente significante entre a concentração média de mercúrio no sangue de crianças consumidoras ou não de organismos aquáticos dos rios de Cubatão¹⁹. Outro estudo numa área urbana de Itaituba (PA), Dutra²⁰ comparou a concentração de mercúrio no sangue de 90 crianças, desde o nascimento até 8 a 10 anos de idade. A média da concentração de mercúrio ao nascer (através do cordão umbilical), aos 4 e 6 anos foi, respectivamente, de 14,0, 5,4 e 10,5 µg/L, indicando possível exposição das mães ao mercúrio metálico, através de poluição atmosférica advinda das lojas que comercializavam ouro.

Tabela 4. Média geométrica e intervalo de confiança da concentração de mercúrio total (µg/L) nos escolares participantes do estudo e outros estudos internacionais selecionados

Estudo, Ano, País	Média de mercúrio total (µg/L)	IC95%	Referências
Presente estudo, 2009, Brasil	0,51	–	–
Czech Republic, 2001–2003	0,43	1,19–2,02	Batárióvá et al. ¹⁸
GerES, 2003–2006, Alemanha	1,0	0,6–1,0	Wilhelm, Schulz e Schwenk ¹⁶
NHANES, 2003–2006, Estados Unidos	0,44	0,36–0,48	Caldwell et al. ¹⁵
CHMS, 2007–2008, Canadá	0,31	0,23–0,43	Wong e Lye ¹⁷

CONCLUSÃO

Estes resultados são semelhantes a outros inquéritos internacionais e, estão muito abaixo do limite de 8,0 µg/L recomendado pela OMS para populações não expostas ao mercúrio. Tendo em vista a necessidade de se priorizar a precaução, pelo menos para populações urbanas do Brasil, a utilização deste limite da OMS deve ser utilizada com cautela.

Uma das possíveis limitações deste estudo que poderia ser apontada seria a escolha de amostras de sangue em

detrimento de amostras de urina para avaliar exposição ao mercúrio metálico e inorgânico e cabelo para metilmercúrio, ambas de coleta menos invasiva e, principalmente, utilizadas com maior frequência no Brasil. Todavia, a grande vantagem da coleta de amostras de sangue capilar deve-se ao fato de ser menos invasiva que a venosa e, principalmente, este tipo de amostra pode servir para avaliar a exposição ao mercúrio em todas as suas formas, quer sejam: inorgânica, metálica e metilica.

REFERÊNCIAS

1. Apostoli P. Criteria for the definition of reference values for toxic metals. *Sci Total Environ.* 1992;120(1-2):23-37.
2. Kuno R, Roquetti MH, Umbuzeiro GA. Indicadores biológicos de exposição: ocupacional x ambiental. *Interfacehs.* 2009;4(1):1-13.
3. Hacon S, Farias RA, Barrocas P, Campos RC, Wasserman J, Argento R. Avaliação da exposição humana ao mercúrio na região norte de Mato Grosso – Amazônia Legal. *Cad Saúde Coletiva.* 2005;13(4):837-54.
4. Passos CJS, Mergler D. Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review. *Cad Saúde Pública.* 2008;24(Suppl 4):503-20.
5. Michigan Department of Community Health. Technical support document for a methylmercury reference dose as a basis for fish consumption screening values (FCSVs). Lansing: Department H.E.W. Office of Toxic Substance and Disease; 2009.
6. Selevan GS, Kimmel CA, Mendola P. Identifying critical windows of exposure for children's health. *Environ Health Perspect.* 2000;108(Suppl 3):451-5.
7. Bose-O'reilly S, Macarty KM, Steckling N, Lettmeier B. Mercury exposure and children's health. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care.* 2010;40(8):186-215.
8. Davidson PW, Myers GJ, Shamlaye CF, Cox C. Prenatal methyl mercury exposure from fish consumption and child development: a review of evidence and perspectives from the Seychelles Child Development Study. *Neurotoxicology.* 2006;27(6):1106-9.
9. Grandjean P, Budtz-Jørgensen E, Jørgensen PJ, Weihe P. Umbilical cord mercury concentration as biomarker of prenatal exposure to methylmercury. *Environ Health Perspect.* 2005;113(7):905-8.
10. Dórea JG, Marques RC, Brandão KG. Neonate exposure to thimerosal mercury from hepatitis B vaccines. *Am J Perinatol.* 2009;26(7):523-7.
11. Santos ECO, Câmara VM, Jesus IM, Brabo ES, Loureiro EC, Mascarenhas AF, et al. A contribution for the establishment of references values for total mercury levels in hair and fishes in Amazonia. *Environ Res.* 2002;90(1):6-11.
12. Kuno R. Valores de referência para chumbo, cádmio e mercúrio em população adulta da Região Metropolitana de São Paulo [tese]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina; 2010.
13. International Programme on Chemical Safety. Methylmercury (Environmental Health Criteria 101). Geneva: World Health Organization; 1990.
14. Mahaffey KR, Clickner RP, Jeffries RA. Adult women's blood mercury concentrations vary regionally in the United States: association with patterns of fish consumption (NHANES 1999-2004). *Environ Health Perspect.* 2009;117(1):47-53.
15. Caldwell KL, Mortensen ME, Jones RL, Caudill SP, Osterloh JD. Total blood mercury concentration in the U.S. population: 1999-2006. *Int J Hyg Environ Health.* 2009;212(6):588-98.
16. Wilhelm M, Schulz C, Schwenk M. Revised and new reference values for arsenic, cadmium, lead and mercury in blood or urine of children: basin for validation of human biomonitoring data in environmental medicine. *Int J Hyg Environ Health.* 2006;209(3):301-5.
17. Wong SL, Lye E. Lead, mercury and cadmium levels in Canadians. *Health Rep.* 2008;19(4):31-6.
18. Batáriová A, Spevácková V, Benes B, Cejchanová M, Smíd J, Cerná M. Blood and urine levels of Pb, Cd and Hg in the general population of the Czech Republic and proposed reference values. *Int J Hyg Environ Health.* 2006;209(4):359-66.
19. Santos Filho E, Silva RS, Sakuma AM, Scorsafava MA. Teores de chumbo e mercúrio em cabelo de crianças residentes em Cubatão, na região sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública.* 1993;27(2):81-6.
20. Dutra MDS. Efeitos da exposição pré-natal ao mercúrio no sistema auditivo periférico e central de crianças da área urbana de Itaituba, Estado do Pará. [tese]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Estudos em Saúde Coletiva; 2011.

Recebido em: 08/05/2013

Aprovado em: 12/06/2013