

# Manifestações emocionais e motoras de ribeirinhos expostos ao mercúrio na Amazônia

*Emotional and motor symptoms in riverside dwellers exposed to mercury in the Amazon*

José Maria Farah Costa Junior<sup>1</sup>, Abner Ariel da Silva Lima<sup>1</sup>, Dario Rodrigues Junior<sup>1</sup>, Eliana Dirce Torres Khoury<sup>1</sup>, Givago da Silva Souza<sup>1</sup>, Luiz Carlos de Lima Silveira<sup>1</sup>, Maria da Conceição Nascimento Pinheiro<sup>1</sup>

**RESUMO:** *Introdução:* A investigação dos impactos clínico-neurológicos associados às concentrações de exposição ao mercúrio em populações expostas é necessária na Amazônia. *Objetivo:* Analisar as manifestações emocionais e motoras de ribeirinhos expostos pela dieta nos municípios de Itaituba e Acará, ambos no Pará. *Método:* Foram coletadas amostras de cabelo para a determinação de mercúrio total (HgT), obtidos dados demográficos e sintomatológicos emocionais (depressão, ansiedade e insônia) e motores (parestesia, fraqueza muscular, desequilíbrio ao andar, tremor, dor nos membros e disartria). *Resultados:* A concentração mediana de HgT em Itaituba foi significativamente superior ( $p < 0,0001$ ) àquela em Acará. As manifestações emocionais foram identificadas em 26 (26,5%) participantes de Itaituba e em 24 (52,2%) em Acará. Com relação às queixas motoras específicas, em Itaituba ocorreram em 63 (64,3%) voluntários, sendo mais referidas a dor nos membros (36,7%), a parestesia (32,6%) e a fraqueza muscular (27,5%). No Acará, 33 (71,7%) participantes apresentaram manifestações motoras, com o maior número queixando de parestesia (54,3%), dor nos membros (52,2%) e tremor (34,8%). As concentrações médias de HgT em Itaituba naqueles com manifestações emocionais e com manifestações motoras estiveram acima do considerado tolerável (6 µg/g) pela Organização Mundial de Saúde. *Conclusão:* Os resultados revelaram que a concentração de mercúrio nas manifestações emocionais e motoras de Itaituba são maiores do que nos ribeirinhos do Acará. Novos estudos são necessários com a aplicação de testes convencionais qualitativos e/ou quantitativos específicos, assim como também a investigação de outros sinais clínicos.

**Palavras-chave:** Mercúrio. Ecossistema Amazônico. Exposição ambiental. Toxicidade. Intoxicação por mercúrio.

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Doenças Tropicais, Núcleo de Medicina Tropical, Universidade Federal do Pará – Belém, Pará (PA), Brasil.  
**Autor correspondente:** José Maria Farah Costa Junior. Laboratório de Toxicologia Humana e Ambiental. Avenida Generalíssimo Deodoro, 92, Nazaré, CEP: 66055-240, Belém, Pará, PA, Brasil. E-mail: farahjunior@hotmail.com

**Conflito de interesses:** nada a declarar – **Fonte de financiamento:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Projeto universal-Edital 14/2012, Processo: 79624/2012-7.

**ABSTRACT: Introduction:** The investigation of clinical and neurological impactations associated with exposure to mercury levels in exposed populations is necessary in the Amazon. **Objective:** To analyze emotional and motor symptoms of riverside dwellers exposed by diet in the municipalities of Itaituba and Acará, in Pará, Brazil. **Methods:** Hair samples were collected to assess the total mercury (HgT). Demographic data as well as emotional (depression, anxiety and insomnia) and motor (paresthesia, muscle weakness, loss of balance when walking, tremors, limb pain and dysarthria) symptomatology data were obtained. **Results:** Mean levels of HgT in Itaituba were significantly higher ( $p < 0.0001$ ) than in Acará. Emotional symptoms were identified in 26 (26.5%) participants from Itaituba and in 24 (52.2%) from Acará. Specific motor complaints in Itaituba occurred in 63 (64.3%) volunteers; the most frequently mentioned afflictions were limb pain (36.7%), paresthesia (32.6%) and muscle weakness (27.5%). In Acará, 33 (71.7%) participants had motor symptoms, the majority of which complained of paresthesia (54.3%), limb pain (52.2%) and tremors (34.8%). Average HgT levels in Itaituba in those with emotional and motor symptoms were above the tolerable levels (6  $\mu\text{g/g}$ ) determined by the World Health Organization. **Conclusion:** Results showed that mercury levels in emotional and motor symptoms in Itaituba are higher than in riverside dwellers in Acará. Further studies, including the application of specific qualitative and/or quantitative standard tests, as well as the investigation of other clinical signs are necessary.

**Keywords:** Mercury. Amazon ecosystem. Environmental exposure. Toxicity. Mercury poisoning.

## INTRODUÇÃO

O incidente ocorrido na Baía de Minamata, Japão, na década de 1960, de grande repercussão internacional, ilustra claramente o potencial tóxico do mercúrio como contaminante em pescado. A contaminação ambiental foi causada pelo despejo de subprodutos de uma indústria química diretamente na referida baía<sup>1</sup>. O caso forneceu importante acervo de informações sobre as manifestações clínicas e características epidemiológicas da intoxicação mercurial, servindo como um marco para a mobilização de segmentos organizados da sociedade civil em diferentes partes do mundo, inclusive no Brasil<sup>2</sup>.

Na Amazônia, diversos estudos monitoram as concentrações de exposição ao mercúrio tanto na população<sup>3-11</sup> quanto no pescado<sup>12-14</sup>, em virtude da região apresentar contaminação consequente das atividades garimpeira, da queimada de áreas florestais, pela presença de grandes reservatórios naturais e pela implantação de usinas hidroelétricas que provocam inundações, liberando o mercúrio do solo para a coluna d'água<sup>15</sup>.

O mercúrio (Hg) como contaminante de pescado determina uma forma de exposição não ocupacional, cuja concentração se dá na forma orgânica de metilmercúrio (MeHg). A toxicidade desse composto afeta principalmente o sistema nervoso, provocando disfunções musculares e nervosas que podem levar a danos irreversíveis ou fatais, conforme afirma Carta et al.<sup>16</sup>. Por esse motivo, a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera de risco ao sistema nervoso de adultos, concentrações de exposição ao Hg acima de 50  $\mu\text{g/g}$  em cabelo<sup>17</sup>.

Estudos demonstram que a exposição aguda ao MeHg pode provocar debilidade, fadiga, perda de peso, instabilidade emocional, confusão mental, distúrbios psiquiátricos, dificuldade

de concentração, amnésia, taquicardia, delírios, tonturas, incoordenação motora, parestesia, ataxia, surdez, tremor muscular, constrição do campo visual, coma e até morte<sup>18,19</sup>. Em contrapartida, a intoxicação crônica é caracterizada por distúrbio da sensibilidade nas extremidades, disartria, fraqueza muscular, irritabilidade, diminuição da atenção e memória, ansiedade, depressão, insônia, distúrbios de coordenação e equilíbrio, sinais motores que simulam esclerose lateral amiotrófica e também parecem aumentar o risco para doença cardiovascular<sup>20-22</sup>.

Na região amazônica, as comunidades ribeirinhas que se expõem ao Hg através da ingestão de alimentos contaminados desconhecem todos os impactos negativos à saúde que esse tipo de exposição pode provocar. Há evidências que as comunidades que consomem regularmente peixes na dieta apresentam concentrações de exposição ao Hg que oferecem riscos à saúde<sup>23</sup>. Com isso, as investigações acerca das manifestações clínicas, associando-as com as concentrações de exposição, têm sido alvo de pesquisas em populações expostas<sup>4,6,24</sup>. Uma vez que o diagnóstico da intoxicação por Hg deve se basear não somente nos achados epidemiológicos e nas concentrações elevadas de Hg no sangue ou em amostras de cabelo, mas também nos achados clínicos como afirmam Harada et al.<sup>25</sup> e Pinheiro et al.<sup>26</sup>.

Este estudo teve como objetivo analisar as manifestações emocionais e motoras de indivíduos expostos ao MeHg pela dieta, contribuindo para o início de um monitoramento epidemiológico, toxicológico e clínico desse grupo especial.

## MÉTODOS

### LOCAL DO ESTUDO

O estudo incluiu ribeirinhos de comunidades conhecidas como Barreiras e São Luiz dos Tapajós no município de Itaituba, Pará, e Furo do Maracujá, no município de Acará, Pará.

Localizado na região sudoeste do estado do Pará, o município de Itaituba está situado à margem esquerda do Rio Tapajós, fazendo limite com o estado do Amazonas. Possui como coordenadas geográficas 04° 16' 34" de latitude sul, e 55° 59' 06" de longitude oeste. Estima-se que sua população, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>27</sup>, encontra-se em 98.493 habitantes, correspondendo à população que faz parte da cidade e das comunidades distribuídas às margens do rio. Historicamente, esse município sofre influência da garimpagem de ouro.

O município de Acará faz parte da microrregião composta pelos municípios de Concórdia do Pará, Tomé Açu, Bujaru, Tailândia e Moju. Situa-se a 01° 57' 39" de latitude sul, e 48° 11' 48" de longitude oeste. É composto por uma população total estimada em 53.569 habitantes, os quais usam o pescado local como a principal fonte de proteína da dieta e parte da sobrevivência por meio da atividade extrativista básica pela colheita do açaí, sem registros conhecidos de atividades garimpeiras<sup>27</sup>.

## POPULAÇÃO DE ESTUDO

Participaram homens e mulheres entre 13 e 53 anos com residência permanente na comunidade há mais de 1 ano. Indivíduos que apresentaram doença musculoesquelética aguda nos membros superiores e/ou inferiores, com doença neurológica previamente diagnosticada e aqueles que tiveram exposição recente ao vapor de Hg foram excluídos.

## DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL

Para determinação de mercúrio total (HgT) foram colhidos aproximadamente 10 a 20 mg de cabelo de cada voluntário, que foram acondicionados em envelope de papel com identificação e encaminhados para análise no Laboratório de Toxicologia Humana e Ambiental do Núcleo de Medicina Tropical (NMT) da Universidade Federal do Pará (UFPA)<sup>28</sup>.

No laboratório, as amostras de cabelo foram enxaguadas com detergente neutro, lavadas intensamente com água deionizada para retirada do detergente e, ao final, lavadas com 3 mL de acetona, sendo secadas à temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram cortadas até a obtenção de microfragmentos em forma de pó<sup>28</sup>. Cerca de 10 mg foram utilizados entre camadas de carbonato de cálcio, hidróxido de cálcio e hidróxido de alumínio para ser analisada por espectrofotometria de absorção atômica com amalgamação em lâmina de ouro, utilizando um medidor de mercúrio automático denominado comercialmente como Mercury Analyzer (MA), modelo SP-3D da Nippon Corporation-Japão<sup>28</sup>.

A precisão das análises de HgT foi determinada por meio da quantificação em duplicata e a acurácia estabelecida a partir do padrão de referência internacional denominado IAEA 085. A reprodutibilidade foi demonstrada pela linearidade  $r = 1$ , por meio de uma curva de calibração constituída de 5 pontos (0, 10, 20, 50 e 100). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g/g}$ <sup>28</sup>.

Todas essas etapas seguiram as recomendações do fabricante do instrumento de análise (NIC Corporation)<sup>28</sup>, sendo utilizadas igualmente por Milhomem Filho<sup>29</sup>, Corvelo et al.<sup>9</sup>, Pinheiro et al.<sup>23</sup>, Costa Junior et al.<sup>10</sup> e Lima et al.<sup>11</sup>.

## DADOS DEMOGRÁFICOS E SINTOMATOLÓGICOS SUBJETIVOS

Os dados clínico-epidemiológicos registrados em formulário específico foram obtidos durante anamnese e exame clínico neurológico realizado por médico especialista em neurologia, em local reservado, no posto de saúde das comunidades, após o consentimento livre e esclarecido do participante. As variáveis demográficas incluíram sexo, idade, tempo de residência local e ocupação dos participantes. Quanto às variáveis clínicas, foram investigadas as manifestações emocionais como depressão, ansiedade e insônia, e as manifestações motoras, tais como parestesia, fraqueza muscular, desequilíbrio ao andar, tremor, dor nos membros e disartria. O significado de cada manifestação foi previamente explicado

para que o voluntário, ao ser interrogado, pudesse responder de maneira correta se apresentava ou não o sintoma indagado.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

As informações foram catalogadas em ficha protocolar para criação de tabelas e gráficos. Pelo pacote estatístico Bio Estat 5.0<sup>30</sup>, os dados foram analisados adotando  $\alpha = 0,05$  ou 5% com um intervalo de confiança de 95% (IC95%) para análise estatística de significância. Os resultados da concentração de HgT, por serem variáveis quantitativas contínuas, foram expressos por medidas de tendência central (média aritmética e mediana) e de dispersão (desvio padrão). Em contrapartida, os dados demográficos e sintomatológicos obtidos foram ajustados a partir da frequência e percentual pelo fato das variáveis serem classificadas como qualitativas nominais. Para a comparação das concentrações medianas de HgT entre os municípios, utilizou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney. Para analisar a medida de associação como razão de chances dos achados sintomatológicos emocionais e motores entre os municípios, foi utilizado o odds ratio (OR).

## ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa foi desenvolvida de acordo com as normas da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), Ministério da Saúde, Brasil, sendo aprovada pelo comitê de ética em pesquisa (CEP) do NMT da Universidade Federal do Pará (UFPA), mediante o protocolo nº 002/2011.

## RESULTADOS

Participou do estudo um total de 144 ribeirinhos, sendo 98 voluntários de Itaituba e 46 voluntários do Acará.

Em Itaituba, o maior número de ribeirinhos era do sexo feminino (76,5%); quanto à idade, maior frequência (34 ribeirinhos) foi observada no grupo de 24 a 35 anos (34,7%); 61 (62,3%) ribeirinhos residiam na localidade no mínimo há 15 anos; e a principal ocupação era do lar (42,9%). No Acará, o sexo masculino foi menos presente (39,1%); 30 (65,2%) representaram faixa etária acima de 24 anos; 17 (36,9%) tinham tempo de residência de 15 a 28 anos; e dos 46 ribeirinhos, 17 (37,0%) eram do lar, seguidos de 15 (32,6%) agricultores e somente 1 (2,2%) pescador (Tabela 1).

A concentração média de HgT nos municípios é apresentada na Tabela 2. As concentrações de HgT em Itaituba variaram de 0 a 41,8  $\mu\text{g/g}$ , com média de  $9,15 \pm 8,17 \mu\text{g/g}$ . Por outro lado, no Acará, a variação foi de 0 a 2,34  $\mu\text{g/g}$  em amostras de cabelo, com média de  $0,67 \pm 0,54 \mu\text{g/g}$ . Ao comparar as concentrações de HgT apresentadas pelas comunidades ribeirinhas, observa-se que houve uma diferença altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) entre os municípios avaliados (Tabela 2).

Tabela 1. Distribuição da população por sexo, faixa etária, tempo de residência e ocupação, segundo cada localidade.

Dados demográficos	Itaituba [n = 98 (%)]	Acará [n = 46 (%)]
Sexo		
Masculino	23 (23,5)	18 (39,1)
Feminino	75 (76,5)	28 (60,9)
Faixa etária (anos)		
13 --- 24	22 (22,4)	16 (34,8)
24 --- 35	34 (34,7)	13 (28,3)
35 --- 46	23 (23,5)	10 (21,7)
46 --- 57	19 (19,4)	7 (15,2)
Tempo de residência (anos)		
02 --- 15	37 (37,7)	13 (28,3)
15 --- 28	23 (23,5)	17 (36,9)
28 --- 41	25 (25,5)	11 (23,9)
41 --- 54	13 (13,3)	5 (10,9)
Ocupação		
Do lar	42 (42,9)	17 (37,0)
Pescador(a)	11 (11,2)	1 (2,2)
Agricultor(a)	7 (7,1)	15 (32,6)
Estudante	16 (16,3)	7 (15,2)
Outros	22 (22,5)	6 (13,0)

Tabela 2. Concentrações de mercúrio total em cabelo ( $\mu\text{g/g}$ ) apresentadas pelas comunidades ribeirinhas em cada município.

Variável	Itaituba [n = 98]	Acará [n = 46]	Valor p*
Mercúrio total ( $\mu\text{g/g}$ )			
Média $\pm$ DP	9,15 $\pm$ 8,17	0,66 $\pm$ 0,54	< 0,0001
Mediana	7,10	0,60	
Percentil 25	3,72	0,20	
Percentil 75	11,25	0,90	
Mínimo	0,00	0,00	
Máximo	41,80	2,34	

DP: desvio padrão; \*Mann-Whitney.

As queixas motoras foram mais frequentes do que as queixas emocionais em ambos os municípios. Na Tabela 3 podemos observar a frequência das manifestações emocionais em cada localidade. As manifestações emocionais foram identificadas em 26 (26,5%) ribeirinhos de Itaituba e em 24 (52,2%) de Acará. O grupo com somente insônia (9 ribeirinhos) foi o mais representativo (34,6%) em Itaituba, tendo um único caso com insônia e depressão (3,9%). Em contrapartida, no Acará, a maior representatividade (37,5%) foi observada no grupo com somente ansiedade (9 ribeirinhos), não sendo observados ribeirinhos somente com depressão. Dois ribeirinhos (7,7%) de Itaituba queixaram ter as três manifestações, enquanto que no Acará, tal fato não foi verificado. Ao comparar os grupos, houve diferença significativa entre aqueles somente com ansiedade e entre aqueles com insônia e ansiedade ( $p < 0,05$ ) com probabilidades maiores de chance em Acará. Entre aqueles somente com insônia (OR = 1,06; IC95% 0,31 – 3,64) houve uma forte associação com chances semelhantes de manifestação em ribeirinhos de Itaituba e Acará ( $p = 0,83$ ).

Com relação às queixas motoras específicas (Tabela 4), em Itaituba, ocorreram em 63 (64,3%) ribeirinhos, sendo as mais citadas: dor nos membros, parestesia e fraqueza muscular. Dos 32 casos (32,6%) observados com parestesia, 15 (15,3%) tinham tanto em membros superiores quanto inferiores; e a fraqueza muscular estava mais ligada aos membros inferiores. No Acará, a parestesia, a dor nos membros e o tremor foram as mais frequentes, em 33 (71,7%) ribeirinhos. O desequilíbrio ao andar, em ambas as localidades, foi a queixa menos frequente, não sendo observada em nenhum ribeirinho a presença de disartria. Comparando os dois municípios quanto às queixas subjetivas motoras, percebeu-se que houve significância estatística para parestesia, desequilíbrio ao andar e tremor ( $p < 0,05$ ), prevalecendo a probabilidade maior de chance em Acará.

Ao comparar as concentrações medianas de HgT entre os municípios daqueles com queixas (Tabela 5), foram observadas diferenças altamente significativas ( $p < 0,0001$ ) na

Tabela 3. Frequência das manifestações emocionais segundo cada localidade.

Manifestação	Itaituba [n = 26(%)]	Acará [n = 24(%)]	OR (IC95%)	Valor p
Somente insônia	9 (34,6)	4 (16,7)	1,06 (0,31 – 3,64)	0,83
Somente depressão	2 (7,7)	0 (0,0)	–	–
Somente ansiedade	5 (19,2)	9 (37,5)	0,22 (0,07 – 0,70)	0,01
Insônia + depressão	1 (3,9)	1 (4,2)	–	–
Insônia + ansiedade	5 (19,2)	8 (33,3)	0,25 (0,08 – 0,83)	0,04
Depressão + ansiedade	2 (7,7)	2 (8,3)	0,46 (0,06 – 3,36)	0,81
Insônia + depressão + ansiedade	2 (7,7)	0 (0,0)	–	–

OR: odds ratio; IC95%: intervalo de confiança de 95%.

Tabela 4. Frequência das manifestações motoras segundo cada localidade.

Manifestação	Itaituba [n = 98(%)]	Acará [n = 46(%)]	OR (IC95%)	Valor p
Parestesia	32 (32,6)	25 (54,3)	0,41 (0,20 – 0,83)	0,02
Parestesia MS	13 (13,3)	10 (21,7)	–	–
Parestesia MI	4 (4,1)	5 (10,9)	–	–
Parestesia MS + MI	15 (15,3)	10 (21,7)	–	–
Fraqueza muscular	27 (27,5)	15(32,6)	0,78 (0,37 – 1,68)	0,67
Fraqueza MS	9 (9,2)	3 (6,5)	–	–
Fraqueza MI	10 (10,2)	5 (10,9)	–	–
Fraqueza MS + MI	8 (8,2)	7 (15,2)	–	–
Desequilíbrio ao andar	3 (3,1)	6 (13,0)	0,21 (0,05 – 0,88)	0,05
Tremor	17 (17,3)	16 (34,8)	0,39 (0,18 – 0,88)	0,03
Dor nos membros	36 (36,7)	24 (52,2)	0,53 (0,26 – 1,08)	0,12
Disartria	0 (0,0)	0 (0,0)	–	–

OR: odds ratio; IC95%: intervalo de confiança de 95%; MS: membro superior; MI: membro inferior.

Tabela 5. Concentrações de mercúrio ( $\mu\text{g/g}$ ) daqueles com manifestações emocionais e motoras em cada localidade.

	Itaituba [n = 98]	Acará [n = 46]	Valor p*
<b>Mercúrio total (<math>\mu\text{g/g}</math>) – manifestação emocional</b>			
Média $\pm$ DP	7,38 $\pm$ 4,70	0,66 $\pm$ 0,57	< 0,0001
Mediana	6,65	0,60	
Percentil 25	4,07	0,18	
Percentil 75	9,15	0,89	
Mínimo	0,90	0,01	
Máximo	23,60	2,34	
<b>Mercúrio total (<math>\mu\text{g/g}</math>) – manifestação motora</b>			
Média $\pm$ DP	8,84 $\pm$ 7,11	0,64 $\pm$ 0,58	< 0,0001
Mediana	7,40	0,59	
Percentil 25	3,65	0,13	
Percentil 75	11,61	0,78	
Mínimo	0,02	0,00	
Máximo	32,50	2,34	

DP: desvio padrão; \*Mann-Whitney.



variação tanto no aspecto emocional quanto motor, prevalecendo concentrações médias de Hg maiores em Itaituba, principalmente naqueles com queixas motoras.

## DISCUSSÃO

Uma das vias de exposição ao Hg na Amazônia é a ingestão de alimentos contaminados, mais precisamente do pescado, que as comunidades ribeirinhas e pesqueiras utilizam como opção de cardápio alimentar. A concentração de Hg em amostras de cabelo é considerada o melhor bioindicador da exposição ao Hg oriundo da ingestão de alimentos contaminados<sup>17</sup>, sendo usualmente utilizado por diversos autores<sup>5,7-11,23,29</sup> para medir a exposição em longo prazo.

A escolha de diferentes localizações hidrográficas possibilita a identificação de variações nas regiões da exposição do Hg. Neste estudo, as concentrações de Hg em Itaituba foram significativamente superiores ( $p < 0,0001$ ) às de Acará. As comunidades ribeirinhas da região do Tapajós possuem um histórico de exposição em longo prazo, aproximadamente há duas décadas, sendo reconhecida pela atividade garimpeira de ouro sem controle<sup>5-8,26</sup>. Por outro lado, os ribeirinhos do Acará apresentaram baixas concentrações de HgT, o que pode ser explicado pela localização, distante de atividade garimpeira, e pelo consumo de pescado com baixas concentrações de HgT.

Houve uma prevalência de participantes mulheres em relação aos homens em ambos os municípios, assim como um número maior de ribeirinhos com faixa etária em idade reprodutiva, sugerindo que na região do Tapajós as exposições ao HgT oferecem risco pela relação entre mãe e feto. Baseado no risco materno-infantil associado à exposição ao Hg, é estabelecido um limite máximo de segurança de 10  $\mu\text{g/g}$  em amostras de cabelo<sup>17</sup>.

Em Itaituba, as concentrações de mercúrio variaram de 0 a 41,8  $\mu\text{g/g}$  com média de  $9,15 \pm 8,17 \mu\text{g/g}$ , estando acima do limite de segurança estabelecido para consumidores regulares de pescado<sup>31</sup>. Estudos recentes revelaram uma realidade semelhante. Vieira et al.<sup>32</sup>, nas comunidades ribeirinhas do Rio Madeira, Amazonas, se depararam com concentrações médias de 8,02  $\mu\text{g/g}$ ; Lima et al.<sup>11</sup> identificaram concentrações médias de 7,98  $\mu\text{g/g}$  em ribeirinhos residentes em vilas no Tapajós; Costa Junior et al.<sup>10</sup>, avaliando a evolução da exposição em comunidades ribeirinhas da região do Tapajós, identificaram concentrações médias abaixo de 10  $\mu\text{g/g}$  em 2012 e 2013; Pinheiro et al.<sup>23</sup>, avaliando a frequência de sinais e sintomas neurológicos em população ribeirinha na bacia do Tapajós, observaram variações das concentrações de mercúrio de 0,87 a 44,59  $\mu\text{g/g}$ .

É importante mencionar que médias de concentração superiores às encontradas neste estudo já foram notificadas por outros autores<sup>3-6,26,33</sup>, entretanto, em períodos em que as atividades garimpeiras eram intensas e as atividades educativas preventivas estavam se fortalecendo. Elevadas concentrações de Hg podem estar relacionadas tanto com a quantidade de consumo de pescado quanto com o tipo de pescado consumido pela população, assim como com a questão da falta de variação na dieta alimentar. Passos et al.<sup>33</sup>, ao avaliarem

efeitos do consumo de frutas sobre a relação entre o consumo de peixe e bioindicadores de mercúrio, concluíram que o consumo de fruta pode proporcionar um efeito protetor para a exposição ao Hg em ribeirinhos da Amazônia.

Insônia, depressão e ansiedade são sinais e sintomas característicos da intoxicação por Hg, sendo relatadas por Chuu<sup>21</sup> e Chang<sup>22</sup>. As manifestações emocionais foram identificadas em 26 (26,5%) ribeirinhos de Itaituba e em 24 (52,2%) em Acará. Comparando os locais, a diferença estatística ( $p < 0,05$ ) foi encontrada entre aqueles somente com ansiedade e entre aqueles com ansiedade e insônia. A frequência de indivíduos com esses resultados foi maior em Acará, sugerindo que a exposição ao Hg não é o fator causal, uma vez que nessa localidade as concentrações de Hg não se apresentaram elevadas.

Alterações psíquicas características do eretismo mercurial, como insônia, depressão e ansiedade, estiveram presentes nas comunidades expostas ao Hg; contudo, outros sinais clínicos como irritabilidade, melancolia, timidez, indecisão, dificuldade de concentração, embotamento intelectual e mudança de caráter e personalidade devem ser investigados para justificar tal síndrome clínica.

Com relação às queixas motoras, sintomas neurológicos semelhantes aos encontrados na doença de Minamata, no Japão, foram encontrados nesta pesquisa. Em Itaituba, área exposta ao Hg, as três queixas mais frequentes foram parestesia, dor nos membros e fraqueza muscular. Carta et al.<sup>16</sup> também descreveram os mesmos sintomas em ribeirinhos da bacia do Tapajós, que haviam apresentado concentrações de HgT no cabelo acima de 20 µg/g. A fadiga muscular também foi identificada por Lebel<sup>3</sup> ao investigar populações expostas na Amazônia, chegando à conclusão que existe correlação positiva entre a exposição ao metilmercúrio e anormalidades neurológicas.

O tremor identificado neste estudo em 17 ribeirinhos na região dos Tapajós foi achado por Auger<sup>24</sup> em aborígenes Cree adultos, no norte de Quebec, particularmente adultos jovens, sendo tal tremor associado com concentrações elevadas de metilmercúrio, porém abaixo de 50 µg/g. A disatria neste estudo não foi observada em nenhum dos grupos, entretanto, esteve presente nos resultados de Harada et al.<sup>6</sup> ao observarem vilas de pescadores do Rio Tapajós, no município de Itaituba.

Dois grandes desastres ambientais registraram inúmeros casos de intoxicação por metilmercúrio, os quais ocorreram no Iraque e na cidade de Minamata, no Japão. Em ambas as tragédias foram registrados casos de fraqueza muscular, parestesia, dores generalizadas e tremor<sup>34</sup>. No Iraque e no Japão, a exposição foi predominantemente aguda, resultante de elevadas concentrações de metilmercúrio. Neste estudo, as queixas motoras em Itaituba acontecem em comunidades onde a exposição vem ocorrendo em longo prazo e as concentrações de Hg estão abaixo do valor de risco aos sistema nervoso de adultos estabelecido pela OMS<sup>17</sup>. Portanto, a baixa frequência de manifestações neuromusculares entre os ribeirinhos do Tapajós pode ser explicada pela intensidade da exposição, que ainda não foi suficiente para causar o dano motor. Em contrapartida, a frequência de queixas motoras maiores no Acará sugerem não haver relação com o Hg, podendo as mesmas estarem relacionadas a outros fatores não avaliadas neste estudo.

Foram observadas concentrações médias de Hg maiores em Itaituba, principalmente naqueles com queixas motoras. Fato semelhante foi encontrado por Dolbec<sup>4</sup> ao estudar os efeitos do metilmercúrio nas funções motoras de populações da Amazônia, observando associação das manifestações neurocomportamentais com a exposição. Lebel<sup>3</sup>, ao avaliar os efeitos do metilmercúrio sobre a saúde de uma população ribeirinha de uma aldeia no Rio Tapajós, percebeu que houve uma tendência de implicações motoras de acordo com o aumento das concentrações de Hg no cabelo.

Os resultados deste estudo contribuem para a identificação de possíveis manifestações clínicas relacionadas à exposição, já que pouco se conhece sobre os impactos e os efeitos da exposição em longo prazo a baixas doses de metilmercúrio em adultos nas populações ribeirinhas expostas, conforme afirma Auger<sup>24</sup>. Fornecem também novas informações relevantes acerca da condição emocional e física da população participante, uma vez que os achados clínicos são importantes para o diagnóstico da intoxicação.

## CONCLUSÃO

Os resultados revelaram que a concentração de Hg nas manifestações emocionais e motoras de ribeirinhos de Itaituba, área com indícios de contaminação principalmente pela garimpagem de ouro, é maior do que nos ribeirinhos do Acará. A identificação dos achados clínicos com frequência maior de queixas motoras do que emocionais em Itaituba reafirma a questão da toxicidade do metilmercúrio em relação ao sistema nervoso central. Entretanto, novos estudos de acompanhamento são necessários, tornando importante o monitoramento das concentrações e englobando a investigação de outros sinais clínicos, já que a exposição ao Hg pode afetar vários outros sistemas.

As avaliações por meio de métodos subjetivos são ferramentas positivas para a identificação inicial das manifestações por intoxicação ao Hg, podendo ser uma forma alternativa para o acompanhamento e seguimento clínico. Contudo, métodos quantitativos ou qualitativos objetivos são necessários e essenciais para a confirmação dos achados clínicos.

A busca das concentrações de Hg, dos aspectos epidemiológicos e da condição clínica é fundamental para o fortalecimento das medidas avaliativas, preventivas e educativas em áreas com impacto da poluição ambiental, para que consequências como aquelas vistas na tragédia de Minamata, Japão, não afetem a saúde da população amazônica.

## REFERÊNCIAS

1. Azevedo FA. Toxicologia do mercúrio. São Carlos: Rima; 2003.
2. Gonçalves A, Ferrari I, Barbosa A, Serra O, Padovani CR, Brasileiro I, et al. Contaminação do mercúrio em populações de garimpos de ouro em área da Amazônia Legal: apurando o diagnóstico de realidade Kayapó. *Salusvita* 1999; 18(1): 37-52.
3. Lebel J, Roulet M, Mergler D, Lucotte M, Larribe F. Fish diet and mercury exposure in a riparian Amazonian population. *Water, Air, and Soil Pollution* 1997; 97(1-2): 31-44.
4. Dolbec J, Mergler D, Passos CJS, De Moraes SS, Lebel J. Methylmercury exposure affects motor performance of a riverine population of the Tapajós river, Brazilian Amazon. *Int Arch Occup Environ Health* 2000; 73(3): 195-203.

5. Pinheiro MCN, Guimarães GA, Nakanishi J, Oikawa T, Vieira JL, Quaresma M, et al. Avaliação da contaminação mercurial mediante análise do teor de Hg total em amostras de cabelo em comunidades ribeirinhas do Tapajós, Pará, Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2000; 33(2): 181-4.
6. Harada M, Nakanishi J, Yasoda E, Pinheiro MCN, Oikawa T, Guimaraes GA, et al. Mercury pollution in the Tapajós river basin, Amazon. Mercury level of head hair and health effects. *Environ Int* 2001; 27(4): 285-90.
7. Pinheiro MCN. Exposição mercurial e defesas antioxidantes em mulheres ribeirinhas da Amazônia. [Tese de Doutorado]. Belém: Universidade Federal do Pará; 2005.
8. Pinheiro MCN, Farripas SSM, Oikawa T, Costa CA, Amoras WW, Vieira JLF, et al. Temporal Evolution of exposure to mercury in riverside communities in the Tapajós Basin, from 1994 to 2010. *Bull Environ Contam Toxicol* 2012; 89(1): 119-24.
9. Corvelo TCO, Oliveira EAF, Parijós AM, Oliveira CSB, Loiola RSP, Araújo AA, et al. Monitoring mercury exposure in reproductive aged women inhabiting the Tapajós river basin, Amazon. *Bull Environ Contam Toxicol* 2014; 93(1): 42-6.
10. Costa Junior JMF, Lima AAS, Rodrigues Junior D, Silva MCF, Souza GS, Silveira LCL, et al. Avaliação dos níveis de exposição ao mercúrio em comunidades ribeirinhas da região do Tapajós, no período de 2012-2014. *Rev Pesq Saúde* 2015; 14: 29-34.
11. Lima ASS, Santos GFS, Silva MCF, Neto EFMP, Costa Junior JMF, Souza GS, et al. Exposição ao mercúrio por meio de dieta de pescado em comunidades ribeirinhas do estado do Pará. *Rev Pesq Saúde* 2015; 14: 22-28.
12. Dorea J, Barbosa A, Ferrari Í, De Souza J. Mercury in hair and fish consumed by riparian women of the Rio Negro, Brazil. *Int J Environ Health Res* 2003; 13: 239-48.
13. Oliveira RC, Dórea JG, Bernardi JV, Bastos WR, Almeida R, Manzatto ÂG. Fish consumption by traditional subsistence villagers of the Rio Madeira (Amazon): impact on hair mercury. *Ann Hum Biol* 2010; 37(5): 629-42.
14. da Silva Rabito I, Bastos WR, Almeida R, Anjos A, de Holanda ÍBB, Galvão RCF, et al. Mercury and DDT exposure risk to fish-eating human populations in Amazon. *Environ Int* 2011; 37(1): 56-65.
15. Veiga MM, Hinton J, Lilly C. Mercury in the Amazon: a comprehensive review with special emphasis on bioaccumulation and bioindicators. *Proc NIMD (National Institute for Minamata Disease) Forum/99* 1999; 19-39.
16. Carta P, Flore C, Alinovi R, Ibba A, Tocco MG, Aru G, et al. Sub-clinical neurobehavioral abnormalities associated with low level of mercury exposure through fish consumption. *Neurotoxicology* 2003; 24(4-5): 617-23.
17. World Health Organization. IPCS Environ Health Criteria 101: Methylmercury. Geneva: International Programme on Chemical Safety; 1990.
18. Ekino S, Ninomiya T, Imamura K, Susa M. Methylmercury causes diffuse damage to the somatosensory cortex: how to diagnose Minamata disease. *Seishin Shinkeigaku Zasshi* 2007; 109(5): 420-37.
19. Murata K, Dakeishi M, Shimada M, Satoh H. Assessment of intrauterine methylmercury exposure affecting child development: messages from the newborn. *Tohoku J Exp Med* 2007; 213(3): 187-202.
20. World Health Organization. Recommended health-based limits in occupational exposure to heavy metals. Geneva: WHO; 1980.
21. Chuu YY, Liu SH, Lin-shiau S. Differential neurotoxic effects of methylmercury and mercuric sulfide in rats. *Toxicology Lett* 2007; 169(2): 109-20.
22. Chang JW, Pai MC, Chen HL, Guo HR, Su HJ, Lee CC. Cognitive function and blood methylmercury in adults living near a deserted chloralkali factory. *Environ Res* 2008; 108(3): 334-9.
23. Pinheiro MCN, Costa CA, Amoras WW, Silva MCF, Costa Junior JMF, Domingues MM, et al. Manifestações neurológicas em ribeirinhos expostos ao mercúrio na bacia do Tapajós. *Rev Pesq Saúde* 2015; 14: 7-13.
24. Auger N, Kofman O, Kosatsky T, Armstrong B. Low-level methylmercury exposure as a risk factor for neurologic abnormalities in adults. *Neurotoxicology* 2005; 26(2): 149-57.
25. Harada M, Fujino T, Oorui T, Nakachi S, Nou T, Kizaki T, et al. Follow up study of mercury pollution in indigenous tribe reservations in the Province of Ontario, Canada, 1975-2002. *Bull Environ Contam Toxicol* 2005; 74(4): 689-97.
26. Pinheiro MCN, Oikawa T, Vieira JLF, Gomes MSV, Guimarães GDA, Crespo-López ME, et al. Comparative study of human exposure to mercury in riverside communities in the Amazon region. *Braz J Med Biol Res* 2006; 39(3): 411-4.
27. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php> (Acessado em: 4 de outubro de 2015).
28. Nippon Instruments Corporation. Instruction Manual for Mercury SP-3D. Japan: Nippon; 1997.
29. Milhomem Filho EO. Avaliação da exposição ao mercúrio em famílias de pescadores em Imperatriz, Maranhão. [Dissertação de Mestrado]. Belém: Universidade Federal do Pará; 2012.

30. Ayres M, Ayres MJ, Ayres DL, Santos ASS. *Biostat 3.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Sociedade Civil Mamirauá: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; 2003.
31. World Health Organization. *Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure*. Geneva: WHO; 2008.
32. Vieira SM, de Almeida R, Holanda IB, Mussu MH, Galvão RC, Crispim PT, et al. Total and methyl-mercury in hair and milk of mothers living in the city of Porto Velho and in villages along the Rio Madeira, Amazon, Brazil. *Int J Hyg Environ Health* 2013; 216(6): 682-9.
33. Passos CJS, Mergler D, Fillion M, Lemire M, Mertens F, Guimarães JRD, et al. Epidemiologic confirmation that fruit consumption influences mercury exposure in riparian communities in the Brazilian Amazon. *Environ Res* 2007; 105(2): 183-93.
34. Harada M. *Minamata disease*. Tokyo: Kumamoto Nichinichi Shinbun Culture & Information Center; 2004.

Recebido em: 06/03/2016

Versão final apresentada em: 09/09/2016

Aprovado em: 28/11/2016