

# Prevalência e fatores associados à exposição ao mercúrio em comunidades ribeirinhas na Amazônia Ocidental Brasileira

*Prevalence and factors associated with mercury exposure in riverside communities in the Brazilian Western Amazon*

*Prevalencia y factores asociados a la exposición al mercurio en las comunidades de ribeirina en la Amazonía occidental brasileña*

**Vanessa Alves Mendes<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0003-2284-5082

**Débora Aparecida da Silva Santos<sup>II</sup>**

ORCID: 0000-0003-1862-7883

**Edson dos Santos Farias<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0002-5031-4441

**Dario Pires de Carvalho<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0001-7211-1082

**Wanderley Rodrigues Bastos<sup>I</sup>**

ORCID: 0000-0002-2105-9947

<sup>I</sup>Fundação Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, Rondônia, Brasil.

<sup>II</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Fundação de Apoio e Desenvolvimento. Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

## Como citar este artigo:

Mendes VAM, Santos DAS, Farias ES, Carvalho DP, Bastos WR. Prevalence and factors associated with mercury exposure in riverside communities in the Brazilian Western Amazon. Rev Bras Enferm. 2020;73(Suppl 5):e20200100. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0100>

## Autor Correspondente:

Vanessa Alves Mendes

E-mail: [vanessaa.mendes03@gmail.com](mailto:vanessaa.mendes03@gmail.com)



EDITOR CHEFE: Antonio José de Almeida Filho

EDITOR ASSOCIADO: Ana Fátima Fernandes

**Submissão:** 07-04-2020

**Aprovação:** 19-06-2020

## RESUMO

**Objetivo:** verificar a prevalência da exposição ao mercúrio e identificar seus possíveis fatores associados em duas comunidades ribeirinhas da bacia do Rio Madeira da Amazônia Ocidental Brasileira. **Método:** estudo transversal composto por 95 crianças e adolescentes. Foram mensuradas as seguintes variáveis: ciclo de idade, frequência à escola, Bolsa Família, número de irmãos, refeições, consumo de peixe, estatura por idade. A regressão logística binária foi utilizada para verificar relações entre a exposição ao mercúrio e seus possíveis fatores associados. **Resultados:** a prevalência geral de exposição ao mercúrio foi de 46,3%; para crianças, 35,4%; para adolescentes, 57,4%. Os fatores associados foram consumo de peixe ( $OR_a=1,84$ ;  $IC_{95\%} 1,56-2,16$ ), ciclo de idade ( $OR_a=2,50$ ;  $IC_{95\%} 1,09-5,7$ ), presença de parasitas ( $OR_a=1,22$ ;  $IC_{95\%} 1,02-2,71$ ) e baixa estatura ( $OR_a=1,32$ ;  $IC_{95\%} 1,05-2,02$ ). **Conclusão:** a prevalência de exposição ao mercúrio em crianças e adolescentes ribeirinhos foi considerada preocupante, com associação ao consumo de peixe, adolescência, ter parasita e baixa estatura. **Descritores:** Crianças; Adolescentes; Mercúrio; Fatores de Risco; Exposição Ambiental.

## ABSTRACT

**Objective:** to verify mercury exposure prevalence and identify its possible associated factors in two riverside communities in the Madeira River basin of the Western Brazilian Amazon. **Method:** a cross-sectional study comprising 95 children and adolescents. Age cycle, school attendance, Bolsa Família, number of siblings, meals, fish consumption, height by age were measured. Binary logistic regression was used to verify relationships between mercury exposure and its possible associated factors. **Results:** the general prevalence of mercury exposure was 46.3%; children, 35.4%; and adolescents, 57.4%. Associated factors were fish consumption ( $OR_a=1.84$ ;  $CI_{95\%} 1.56-2.16$ ), age cycle ( $OR_a=2.50$ ;  $CI_{95\%} 1.09-5.7$ ), parasites ( $OR_a=1.22$ ;  $CI_{95\%} 1.02-2.71$ ), and short stature ( $OR_a=1.32$ ;  $CI_{95\%} 1.05-2.02$ ). **Conclusion:** mercury exposure prevalence in riverside children and adolescents was considered worrying, with association with fish consumption, adolescence, parasites, and short stature. **Descriptors:** Child; Adolescent; Heavy Metal; Risk Factors; Environmental Exposure.

## RESUMEN

**Objetivo:** verificar la prevalencia de exposición al mercurio e identificar sus posibles factores asociados en dos comunidades ribereñas en la cuenca del Río Madeira en la Amazonía occidental de Brasil. **Método:** estudio transversal compuesto por 95 niños y adolescentes. Se midieron las siguientes variables: ciclo de edad, asistencia a la escuela, Bolsa Família, número de hermanos, comidas, consumo de pescado, talla por edad. La regresión logística binaria se utilizó para verificar las relaciones entre la exposición al mercurio y sus posibles factores asociados. **Resultados:** la prevalencia general de exposición al mercurio fue del 46,3%; para niños, 35,4%; para adolescentes, 57,4%. Los factores asociados fueron consumo de pescado ( $OR_a=1.84$ ;  $IC_{95\%} 1.56-2.16$ ), ciclo de edad ( $OR_a=2.50$ ;  $IC_{95\%} 1.09-5.7$ ), presencia de parásitos ( $OR_a=1.22$ ;  $IC_{95\%} 1.02-2.71$ ) y baja estatura ( $OR_a=1.32$ ;  $IC_{95\%} 1.05-2.02$ ). **Conclusión:** la prevalencia de exposición al mercurio en niños y adolescentes ribereños se consideró preocupante, con una asociación con el consumo de pescado, la adolescencia, los parásitos y la baja estatura. **Descriptor:** Niños; Adolescentes; Mercurio; Factores de Riesgo; Exposición a Riesgos Ambientales.

## INTRODUÇÃO

A presença de mercúrio (Hg) na região Amazônica é reconhecida desde a década de 80, quando o processo de garimpo de ouro teve suas atividades intensificadas<sup>(1-2)</sup>. Vários estudos<sup>(3-4)</sup> apontam que o uso e ocupação desordenado do solo amazônico, com desmatamentos e queimadas, vem contribuindo para a liberação de Hg para os ecossistemas aquáticos.

Ao entrar nas águas dos grandes rios amazônicos, sua forma química é alterada de Hg inorgânico para orgânica, o metilmercúrio (MeHg)<sup>(5)</sup>. Esse processo é chamado de metilação e ocorre gradativamente, promovido por ação fotoquímica e, principalmente, por ação dos microorganismos anaeróbicos<sup>(6)</sup>. Devido às características lipofílicas, o MeHg tende a se bioacumular e biomagnificar no tecido muscular dos peixes ao longo da cadeia trófica<sup>(3)</sup>.

Isso torna a ingestão de peixes o principal meio de contaminação humana para a forma química mais tóxica do mercúrio (MeHg)<sup>(7-9)</sup>. Aproximadamente 95% do MeHg é absorvido pelo trato gastrointestinal, com capacidade de ultrapassar barreiras hematoencefálicas e placentárias, podendo causar danos irreversíveis ao desenvolvimento<sup>(10)</sup>. Sua toxicologia, com característica principal em danos ao sistema nervoso central, vem sendo bem relatada pela literatura científica internacional.

Diversos estudos<sup>(11-15)</sup> têm avaliado a exposição humana ao Hg às comunidades ribeirinhas da região amazônica. Essas comunidades têm relação direta entre o distanciamento das cidades com consumo de pescado, pois o peixe é a sua principal fonte de proteína<sup>(7,12)</sup>. Comunidades ribeirinhas de importantes afluentes do Rio Amazonas (Rios Negro, Tapajós e Madeira) apresentam elevadas concentrações de mercúrio, tornando-se as mais expostas no mundo. O isolamento geográfico e a baixa renda familiar são características de destaque nas concentrações de mercúrio nessas áreas<sup>(6,15)</sup>.

Foram encontradas concentrações médias de Hg superiores ao recomendado pela Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), limitada em 7,0 mg.g<sup>-1</sup>, na quantificação em amostras de cabelo<sup>(16)</sup>. Há casos que superam em mais de 10 vezes esse valor limite da OPAS<sup>(9)</sup>.

Essa exposição tem sido objeto de preocupação em virtude dos riscos de manifestação dessa toxicidade nessas populações, em especial os grupos com vulnerabilidade, como crianças e mulheres em idade fértil<sup>(14)</sup>. Sobretudo, por ser bem conhecido, a exposição ao MeHg em longo prazo pode causar problemas no desenvolvimento motor, disfunção visual e estresse oxidativo<sup>(9,15)</sup>.

Portanto, é importante o desenvolvimento de pesquisas, com diferentes abordagens metodológicas, para avaliar os níveis de exposição e as alterações metabólicas e elucidar seus possíveis fatores associados. Estudos com esse viés devem agregar informações laboratoriais e sociodemográficas, com o objetivo de relacionar diferentes variáveis que permitam que indicadores *proxy* possam contribuir para uma melhor compreensão da exposição e seus efeitos à saúde.

Este estudo torna-se relevante por abordar as peculiaridades regionais, como isolamento geográfico, elevado consumo de pescado, baixa renda familiar, falta de informação, inexistência de saneamento básico e restrição no acesso aos serviços de saúde<sup>(17)</sup>,

fornecendo informações epidemiológicas importantes para monitorar e avaliar a exposição ao Hg e os potenciais efeitos de sua toxicologia a esses dos grupos de ribeirinhos. Dessa forma, deve-se subsidiar órgãos públicos de saúde no conhecimento do estilo de vida das comunidades do Baixo Rio Madeira e com dados da exposição do mercúrio, para fomentar a discussão com autoridades de saúde quanto à implementação de estratégias de vigilância em saúde à população amazônica.

## OBJETIVO

Verificar a prevalência da exposição ao mercúrio e identificar seus possíveis fatores associados em duas comunidades ribeirinhas da bacia do Rio Madeira da Amazônia Ocidental Brasileira.

## MÉTODOS

### Aspectos éticos

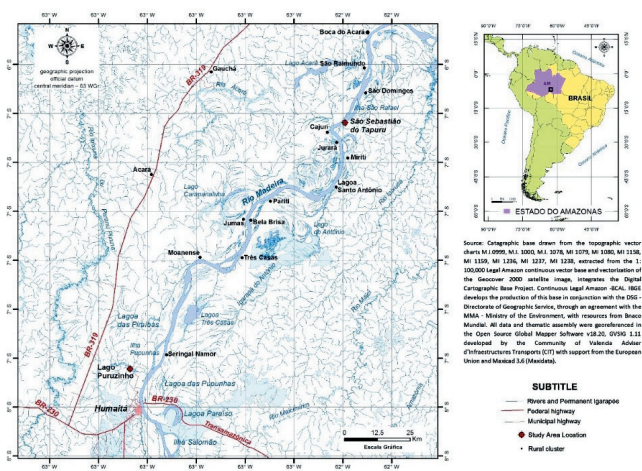
Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade Federal de Rondônia. Antes da coleta de dados e das amostras, todos os indivíduos que aceitaram participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), sendo necessário assinatura das mães acordando sua participação, autorizando a participação dos filhos. Além desses, os indivíduos com faixa etária >12 a <18 anos precisaram assinar o Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE). Os participantes foram abordados e orientados sobre os objetivos da pesquisa, com balanço de benefícios e malefícios.

### Desenho, período e local de estudo

Trata-se de um estudo de delineamento de corte transversal, não probabilístico por conveniência, norteado no referencial STROBE. Realizado em duas comunidades ribeirinhas da bacia do Rio Madeira no estado do Amazonas, AM, Lago do Puruzinho e São Sebastião do Tapurú, no período de abril e agosto de 2017. A escolha por essas áreas levou em consideração as elevadas concentrações de mercúrio no cabelo dos ribeirinhos em estudos realizados na região<sup>(12-13)</sup>.

O Lago do Puruzinho é considerado uma comunidade semi isolada, localizada a 13 km a jusante do município de Humaitá, AM, cerca de 40 minutos utilizando a voadeira (embarcação movida a motor). Por ser mais próxima da zona urbana, os moradores possuem maior acesso aos bens e serviços. Além disso, todas as famílias, exceto uma, possuem energia elétrica.

A comunidade de São Sebastião do Tapurú é uma comunidade isolada, pois está localizada cerca de 120 km da área urbana, com o barco como o único meio de transporte possível em navegação, de aproximadamente 12 horas. A pesca e a agricultura (plantação de banana da terra, mandioca) são recursos de fonte de renda e de subsistência da dieta dos ribeirinhos. Alguns moradores trabalham nas dragas de extração de ouro, no período de águas baixas da região, que ocorre entre agosto e outubro. A energia elétrica das residências é fornecida por geradores, mas não são todas as famílias que possuem o equipamento.



Fonte: Laboratório Biogeoquímica Ambiental Wolfgang Christian Pfeiffer/ UNIR.

**Figura 1** - Área de estudo evidenciando as localidades ribeirinhas do Puruzinho e do Tapuru no Baixo Rio Madeira, Amazônia, Brasil, São Sebastião do Tapuru - latitude 6°31'53,54" S longitude 62°19' 35,61" W e Lago do Puruzinho - latitude 7°22'14,31" S e longitude 63°03'32,71" W

### População; critérios de inclusão e exclusão

A população dessas duas comunidades foi de, aproximadamente, 250 pessoas entre adultos e crianças. Foram incluídos, neste estudo, crianças de dois a nove anos e adolescentes de 10 a 19 anos incompletos<sup>(18)</sup>. A amostra foi composta por 95 participantes, sendo 48 crianças e 47 adolescentes, dos quais 32 residiam no Lago do Puruzinho e 63 em São Sebastião do Tapuru. A participação foi voluntária, com assinatura do TCLE pelos responsáveis, bem como o TALE pelos adolescentes. Foram excluídas as crianças e adolescentes que não moram nas comunidades visitadas.

### Protocolo do estudo

A coleta de dados foi realizada no local de residência dos ribeirinhos por meio de um formulário, que contemplou perguntas abertas e fechadas elaboradas pelos próprios pesquisadores referentes aos aspectos demográficos, socioeconômicos e de consumo alimentar.

A coleta da amostra biológica foi por meio do cabelo, cortado pela pesquisadora treinada, com tesoura inox, livre de contaminação, na região occipital próximo ao couro cabeludo. As amostras foram agrupadas e colocadas em um envelope rotulado e levada ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da Fundação Universidade Federal de Rondônia. Posteriormente, foram lavadas com EDTA (0,01%), secas durante a noite a 50°C, pesadas (peso seco 0,035g) e digeridas com 5 mL de HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1) e 4 mL de 5% de KMnO<sub>4</sub>. A digestão aconteceu a 70°C por 40 minutos. A determinação do Hg total nas amostras digeridas foi realizada de acordo com Bastos et al.<sup>(18-19)</sup>, seguida pela redução do vapor de Hg elementar determinada pelo sistema de espectrometria de absorção atômica a vapor frio, com sistema de injeção de fluxo (FIMS CVAAS). A precisão e a exatidão das determinações Hg foram asseguradas pelo uso de amostras em duplicatas de material certificado de referência (*International Agency Energy Atomic IAEA - 086*), com recuperações de 107%. A avaliação de risco à exposição ao mercúrio seguiu as diretrizes da OPAS<sup>(20)</sup> de exposição humana (< 7.0 mg.kg<sup>-1</sup>).

A avaliação de parasitose intestinal foi realizada por meio de amostras de fezes coletadas em frascos esterilizados, transportada em tempo hábil e mantida em recipiente refrigerado ao laboratório de análises clínicas credenciadas, Labiomed, Porto Velho, RO. A classificação foi feita de forma qualitativa considerando a presença ou não de ovos ou parasitas, independentemente da quantidade.

As crianças e os adolescentes foram avaliados por meio do peso e da estatura corporal. O peso foi mensurado por meio de uma balança eletrônica portátil, com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 0,1 kg, modelo JGS 22, de marca Bleurer<sup>®</sup> (Alemanha). A estatura foi mensurada com antropômetro, marca Indaiá<sup>®</sup>, com precisão de 0,1 cm e aferição obrigatória na posição decúbito dorsal para as crianças com idade < 24 meses. Para a aferição da estatura de crianças com idade igual ou maior de 24 meses, foi utilizado o antropômetro portátil da marca Altura Exata<sup>®</sup>, com precisão de 0,1 cm.

Com base nas medidas de peso e estatura corporal, determinou-se o cálculo do índice de massa corporal/idade (IMC)=peso (kg)/m<sup>2</sup>. Para a classificação do estado nutricional das crianças e adolescentes, foi utilizado o escore z, com auxílio do programa ANTHRO (WHO Anthro, Geneva, Switzerland) para as crianças menores de 5 anos e ANTHRO PLUS para a faixa etária de 5 a 19 anos. Os pontos de corte do escore z, correspondentes ao IMC para idade, foram classificados de acordo com: risco para baixo peso (< escore z - 1); eutrofia (> escore z=-1 e < escore z=+1); risco para sobrepeso (> escore z=+1 e < escore z=+2). O indicador estatura/idade foi classificado como: risco de baixa estatura (< escore z - 1); estatura adequada (> escore z=-1 e < escore z=+2), recomendados pela OMS<sup>(21)</sup>.

A variável de desfecho foi a exposição do mercúrio, com a presença de risco maior ou igual 7,0 mg.kg<sup>-1</sup>, conforme diretrizes da OPAS<sup>(20)</sup>. As variáveis relacionadas aos fatores predisponentes foram: sexo (masculino e feminino), idade (crianças de dois a nove anos, adolescentes de 10 a 19 anos<sup>(18)</sup>), número de irmãos (menor ou igual a dois e maior que dois irmãos), frequência na escola (sim ou não), participação no Bolsa Família (beneficiado ou não beneficiado), consumo de peixe (menor que duas vezes por semana e maior ou igual a duas vezes por semana), quantidade de refeições ao dia (menos de três e mais ou igual a três refeições), presença de parasitas intestinais (ausência ou presença), estatura para a idade (risco de baixa estatura ou estatura adequada) e IMC (risco de baixo peso, adequado e excesso de peso)<sup>(21)</sup>.

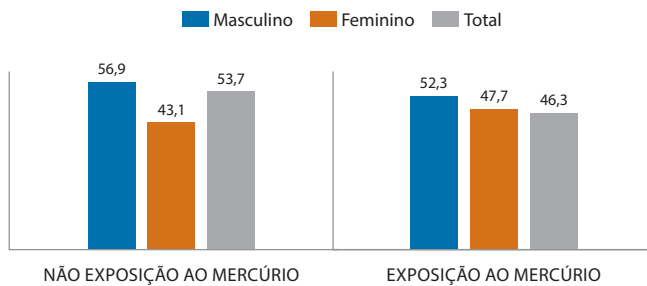
### Análise dos dados e estatística

A entrada de dados foi feita no programa Excel. Posteriormente, foram transferidos para o pacote estatístico IBM SPSS<sup>®</sup>, versão 20.0 (IBM Corp., Armonk, Estados Unidos). As associações entre as variáveis independentes foram testadas com o pacote estatístico Stata MP<sup>®</sup>, versão 11.0 (StataCorp., College Station, Estados Unidos). O Teste Qui-Quadrado para heterogeneidade (variáveis categóricas) e de tendência linear (variáveis ordinais) foi utilizado para comparar a prevalência de exposição ao mercúrio maior ou igual 7,0 mg.kg<sup>-1</sup> entre as categorias das variáveis independentes. Considerou-se, para o estudo, o nível de significância de 5%. Para avaliar a associação bruta (OR<sub>b</sub>) e ajustada (OR<sub>a</sub>) de exposição ao mercúrio (0= ausência de risco e a presença de risco=1) com as variáveis sociodemográficas, do consumo de peixe e enteroparasitose, utilizou-se a regressão binária. A significância das variáveis

do modelo foi avaliada pelo Teste de Wald para heterogeneidade e tendência linear, quando adequado. Foram consideradas, para elaboração do modelo multivariável, as variáveis com valor de  $p < 0,20$  na análise bruta, sendo todas mantidas no modelo final.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 95 ribeirinhos, divididos em dois grupos, com média geral de idade entorno de  $9,96 \pm 4,80$ . A média de idade para o grupo das crianças ( $n=48$ , 50,5%) foi de  $6,05 \pm 3,09$  e dos adolescentes ( $n=47$ , 49,5%), de  $13,96 \pm 2,28$ .



Nota:  $p > 0,05$  Qui-Quadrado.

**Figura 2** - Prevalência (%) da exposição do mercúrio com a ausência de exposição menor  $7,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  e presença a exposição o maior ou igual  $7,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  em duas comunidades ribeirinhas (Puruzinho e Tapurú) por sexo, localizada na Amazônia Ocidental Brasileira no município de Humaitá, estado do Amazonas

**Tabela 1** - Prevalência (%) da exposição ao mercúrio maior ou igual  $7,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  versus as variáveis independentes de duas comunidades ribeirinhas (Puruzinho e Tapurú) localizadas na Amazônia Ocidental Brasileira, no município de Humaitá, Amazônia, Brasil

Variáveis	n (%)	n	%	p
Ciclo da idade				0,017*
Crianças	48 (50,5)	17	35,4	
Adolescentes	47 (49,5)	27	57,4	
Comunidades				0,172*
Puruzinho	32 (33,7)	15	46,9	
Tapurú	63 (66,3)	29	46,0	
Frequenta a escola				0,168*
Sim	60 (63,2)	28	46,7	
Não	35 (36,8)	16	16,8	
Bolsa Família				0,201*
Beneficiado	76 (80,0)	35	46,1	
Não beneficiado	19 (20,0)	9	9,5	
Irmãos				0,049
$\leq 2$ irmãos	42 (44,2)	22	52,4	
$> 2$ irmãos	53 (55,8)	22	41,5	
Refeições				0,046*
$< 3$ refeições diárias	28 (29,5)	13	46,4	
$\geq 3$ refeições diárias	67 (70,5)	38	56,7	
Consumo de peixe				0,001*
$< 2$ vezes/semana	12 (12,6)	5	41,7	
$\geq 2$ vezes/semana	83 (87,4)	39	47,0	
Parasitas				0,011*
Ausência	65 (68,4)	29	44,6	
Presença	30 (31,6)	15	50,0	
Estatura/idade				0,047*
Risco de baixa Estatura	41 (43,2)	22	53,7	
Estatura adequada	54 (56,8)	22	40,7	
IMC/idade				0,387**
Risco de baixo peso	10 (10,5)	5	50,0	
Adequado	70 (73,7)	33	47,1	
Risco de excesso de peso	15 (15,8)	6	40,0	

Nota: \*Teste Qui-Quadrado para heterogeneidade; \*\*Teste Qui-Quadrado para tendência linear.

No gráfico (Figura 2), é apresentada a prevalência geral de exposição ao mercúrio em torno de 46,3%, com predomínio para as crianças e adolescentes pertencentes ao sexo masculino (52,3%).

A maioria são crianças (50,5%), moradores da comunidade do Tapurú (66,3%), que frequentam a escola (63,2%), beneficiados do Bolsa Família (80,0%), possuem mais de dois irmãos (55,8%), com consumo maior ou igual a três refeições diárias (70,5%), consumo de peixe mais de duas vezes por semana (87,4%), com ausência de parasitas (68,4%), estatura adequada (56,8%) e IMB adequado (73,7%) (Tabela 1).

As variáveis que apresentaram maiores prevalências (%) de exposição ao contato com o mercúrio foram adolescentes (57,4%), da comunidade Puruzinho (46,9%), que frequentavam a escola (46,7%), beneficiados pelo Bolsa Família (46,1%), com menos ou igual a dois irmãos (52,4%), consomem igual ou mais de três refeições diárias (56,7%), consomem peixe igual ou mais de duas vezes por semana (47,0%), com presença de parasitas (50,0%), risco de baixa estatura (53,7%) e risco de baixo peso (50,0%) (Tabela 1).

Na análise ajustada, apresentada na Tabela 2, mantiveram-se associadas positivamente à ocorrência de exposição: os adolescentes com 1,5% mais chance de exposição ao Hg (OR=2,50 - IC<sub>95%</sub> 1,09; 5,75), consumo de peixe igual ou mais de duas vezes por semana (0,84) (OR=1,84 - IC<sub>95%</sub> 1,56; 2,16), presença de parasitas (0,22) (OR=1,22 - IC<sub>95%</sub> 1,02; 2,71) e risco de baixa estatura para idade (0,32) (OR=1,32 - IC<sub>95%</sub> 1,05; 2,02).

**Tabela 2** - Regressão logística múltipla e ajustada para exposição ao mercúrio maior ou igual  $7,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  e fatores associados em crianças e adolescentes de duas comunidades ribeirinhas (Puruzinho e Tapurú) localizadas na Amazônia Ocidental Brasileira no município de Humaitá, Amazônia, Brasil

Variáveis	OR <sub>b</sub>	IC <sub>95%</sub>	p	OR <sub>a</sub>	IC <sub>95%</sub>	p
Consumo de peixe						
$< 2$ vezes/semana	1			1		
$\geq 2$ vezes/semana	1,87	1,60–2,19	<0,001*	1,84	1,56–2,16	<0,001*
Ciclo da idade						
Crianças	1			1		
Adolescentes	2,46	1,08–5,63	0,033*	2,50	1,09–5,75	0,031*
Parasitas						
Ausência	1			1		
Presença	1,24	1,04–2,95	0,011*	1,22	1,02–2,71	0,017*
Estatura/idade						
Risco de baixa estatura	1,68	1,09–3,82	0,001*	1,32	1,05–2,02	0,002*

Nota: \*Teste de Wald para heterogeneidade; \*\*Teste de Wald para tendência linear. IC: Intervalo de Confiança.

## DISCUSSÃO

Este estudo descreve os possíveis fatores associados à exposição ao mercúrio de crianças e adolescentes em comunidades ribeirinhas da região amazônica brasileira. Os resultados evidenciam que a exposição ao mercúrio é fator de preocupação na população estudada.

A prevalência geral encontrada foi de 46,3% de concentração de mercúrio acima de  $7,0 \text{ mg.kg}^{-1}$  em cabelo humano, conforme as diretrizes da OPAS<sup>(20)</sup>. Esse resultado revela um problema de saúde pública, por expor essa população ao risco de intoxicação por mercúrio. O isolamento geográfico e inexistência de recursos de saúde são problemáticas enfrentadas pelas comunidades ribeirinhas da região amazônica.

As populações tradicionais de subsistência da região amazônica são descritas como perfil único da exposição humana ao mercúrio, devido ao alto consumo de peixe (406 g/dia)<sup>(12)</sup>. Apesar das mudanças no desenvolvimento econômico das comunidades ribeirinhas<sup>(22)</sup>, com a implantação de programas governamentais, como o Bolsa Família<sup>(23)</sup>, o peixe ainda é a principal fonte de proteína das famílias e o principal meio de exposição ao MeHg para os ribeirinhos<sup>(7)</sup>. Os resultados do presente estudo apontam que consumir o peixe mais de duas vezes por semana está associado ( $OR_a=1,84$ ;  $IC_{95\%}: 1,56-2,16$ ) a maior exposição ao mercúrio nas comunidades ribeirinhas da região amazônica<sup>(14,24)</sup>.

Na Amazônia, o mercúrio presente no solo de forma natural é transportado para as bacias dos grandes rios da região, bioacumula-se no tecido muscular do peixe<sup>(23)</sup>, de modo que aumenta a concentração de metilmercúrio, conforme a posição mais elevada na cadeia trófica<sup>(5)</sup>. Estudo realizado no Rio Madeira, com 84 espécies estudadas, expressa que os níveis de metilmercúrio foram encontrados em altas concentrações nas espécies de peixes com hábito alimentar carnívoros e piscívoros<sup>(8)</sup>. Por isso, entender o consumo de peixe nessas populações tradicionais é de grande relevância para o entendimento da contaminação de mercúrio e seus possíveis efeitos adversos à saúde<sup>(25)</sup>.

O peixe é uma das subsistências principal de consumo familiar. O consumo de peixe não deve ser desaconselhado para a dieta dos ribeirinhos<sup>(24)</sup>, e é sugerida a substituição dos peixes de hábito alimentar carnívoros, que apresentam maiores concentrações de mercúrio, por peixes não carnívoros, que apresentam níveis de concentrações que causam menos danos à saúde<sup>(8)</sup>.

A prática alimentar do consumo de peixe é um problema menor, quando comparado com a inexistência de atendimento à saúde e doenças endêmicas, características da região amazônica<sup>(24)</sup>.

Em relação ao ciclo de idade, os adolescentes mostraram maior prevalência de exposição ao mercúrio de 57,4% e *Odds Ratio* ( $OR_a=2,50$ ;  $IC_{95\%}: 1,09-5,75$ ). Hacon et al.<sup>(7)</sup> organizaram os indivíduos em três grupos, sendo pré-escolares (0 a 5 anos), crianças (6 a 15 anos), adultos de ambos os sexos (> 16 anos). O grupo de adolescentes também apresentou concentrações médias de mercúrio maiores do que das crianças.

Talvez uma das possíveis explicações seja a transição alimentar, que tem acontecido nas comunidades ribeirinhas da região<sup>(26)</sup>. A mudança no hábito alimentar é mais perceptível nas crianças favorecidas por programas governamentais (Bolsa Família), que favorecem a aquisição de outros tipos de alimentos<sup>(23)</sup>, diminuindo o consumo diário do peixe. Enquanto isso, os adolescentes estão mais expostos ao consumo do peixe, por diversos motivos: autonomia com a própria alimentação, a pesca como meio de sobrevivência e contato maior com áreas de garimpo.

A presença de parasitas nas comunidades ribeirinhas mostrou associação significativa com a exposição de mercúrio, cerca de 22%. O resultado foi menor do que no estudo realizado em ribeirinhos na província de Xieng Khouang, que apontou prevalência de 41,2%<sup>(27)</sup>, e maior, ao comparar com estudos nacionais realizados no Nordeste, com taxa de prevalência de 15,73%<sup>(28)</sup> e de 18% no Sul do país<sup>(29)</sup>.

É muito frequente a presença de enteropatógenos em população ribeirinha na Amazônia, comumente estão associados a fatores, como hábitos irregulares de higiene pessoal, cuidados no preparo e a forma de consumo dos alimentos<sup>(30)</sup>, ausência de saneamento básico<sup>(17)</sup>. A transmissão desses agentes acontece via oral-fecal,

com alimentos ou água contaminados com ovos e cistos dos parasitas<sup>(30)</sup>. Essa exposição deixa crianças e adolescentes ribeirinhos mais vulneráveis a ter comprometimentos sérios para os desenvolvimentos cognitivo e físico<sup>(31)</sup>, devido aos transtornos gastrointestinais de má absorção de nutrientes<sup>(30)</sup>.

Esses fatores são destacados<sup>(32)</sup> como importantes para que as crianças não atinjam seu crescimento satisfatório, já que as mesmas convivem com acesso limitado aos cuidados de saúde.

Em relação à baixa estatura, os jovens ribeirinhos apresentaram 32% de risco de baixa estatura com exposição ao mercúrio, classificada como grave pela OMS<sup>(33)</sup>. Esse resultado é semelhante ao encontrado (35,8%) em menores de 5 anos no município de Jordão, estado do Acre<sup>(34)</sup>, e muito maior na prevalência (9,6%) encontrada em menores de 5 anos no estado no Maranhão<sup>(35)</sup>.

A prevalência de baixa estatura na região Norte também é maior, quando comparada na literatura internacional. Um estudo na Jordânia<sup>(36)</sup> apontou prevalência de 4,9%. Esses achados podem ter sido decorrentes de um longo período histórico de escassez de alimentos, falta de assistência ao pré-natal, esquema vacinal inadequado. Além disso, caracteristicamente, as mães de baixa estatura apresentaram  $\leq 146,4$  cm, o que explicaria a baixa estatura das crianças e adolescentes. Somado a isso, as crianças são beneficiadas pelo programa de transferência de renda, Bolsa Família, o que condiciona uma atenção maior quanto à imunização, acompanhamento do peso infantil, além de subsidiar aquisição de mais produtos para o consumo<sup>(37)</sup>.

Um estudo do estilo de vida das comunidades ribeirinhas também descreve que há uma rede de proteção familiar direcionada para as crianças, as quais são priorizadas para o consumo de proteínas<sup>(26)</sup>.

O valor significativo de baixa estatura é explicado apenas por 20%. Alguns estudos realizados na Amazônia<sup>(32,37)</sup> já investigaram a relação dos escores z com as concentrações de mercúrio, porém não houve associação significativamente entre os dois. Os fatores foram influenciados por fatores socioeconômicos e materno-infantis do que pela exposição ao do mercúrio por meio do peixe<sup>(32)</sup>.

Os resultados desta pesquisa contribuem para o monitoramento da exposição ao mercúrio dessas comunidades isoladas, que, devido à dificuldade de acesso, possui aspectos importantes que precisam ser identificados para que a construção de estratégias de controle e prevenção sejam melhoradas para essas populações tradicionais.

### Limitações do estudo

As limitações desta pesquisa estão relacionadas à causalidade reversa, por se tratar de um estudo transversal. O questionário de frequência aplicado às mães sobre o consumo de peixe exigia que lembrassem do consumo da semana anterior, o que pode subestimar ou não refletir, de fato, o hábito de consumo alimentar de peixe.

### Contribuições do estudo para área da enfermagem, saúde ou política pública

A presença de mercúrio nos ecossistemas amazônicos é amplamente discutida no meio científico. Os achados desse estudo fornecem subsídios para identificar características importantes, como o estilo de vida, a alimentação e exposição a contaminantes (Hg) de risco para a saúde da população ribeirinha da região.

Os resultados são importantes para identificar e implementar estratégias que possam melhorar a atenção à saúde, prevenir intoxicações e melhorar a qualidade de vida dessa população.

## CONCLUSÃO

A prevalência de exposição ao mercúrio das crianças e adolescentes das comunidades ribeirinhas foi considerada preocupante (46,3%). Consolidaram-se como fatores associados ao desfecho de exposição ao mercúrio o consumo de peixe com frequência maior ou igual a duas vezes por semana, ser adolescente, presença de parasitas e risco à baixa estatura.

Os fatores associados denotam a vulnerabilidade e as dificuldades vivenciadas pelas comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira. É preciso implementação de políticas públicas com foco na sustentabilidade socioambiental, com controle de monitoramento dos níveis de exposição ao mercúrio, principalmente em crianças e adolescentes, respeitando o direito de essas populações de permanecerem em seus territórios, com autonomia sociocultural e política.

## FOMENTO

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –CNPq.

## REFERÊNCIAS

1. Milhomem Filho EO, Oliveira CSB, Silveira LCL, Cruz TM, Souza GS, Costa Jr JMF, et al. A ingestão de pescado e as concentrações de mercúrio em famílias de pescadores de Imperatriz (MA). *Rev Bras Epidemiol.* 2016;19(1):14-25. doi: 10.1590/1980-5497201600010002
2. Marinho JS, Lima MO, Santos ECO, Jesus IM, Pinheiro MCN, Alves CN, et al. Mercury speciation in hair of children in three communities of the Amazon, Brazil. *Bioed Res Int.* 2014;945963. doi: 10.1155/2014/945963
3. 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):426. doi: 10.1007/s00128-014-1279-5.
4. Freita JSF, Lacerda ECB, Silva ICV, Rodrigues Jr MD, Bonci DMO, Corte MIT, et al. Estudo transversal para avaliar a associação da visão colorida com a concentração de mercúrio em crianças de comunidades ribeirinhas da Amazônia Brasileira. *Neuro Toxicology.* 2018;65:60-67. doi: 10.1016/j.neuro.2018.02.006
5. Who Health Organization (WHO). Methylmercury in Environmental Health Criteria. International Programme on Chemical Safety [Internet]. 1990 [cited 2019 Nov 21];118(1):144. Available from: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/29413/EHC101MIMcry.pdf?sequence=1>
6. Faial K, Deus R, Deus S, Neves R, Jesus I, Santos E, et al. Avaliação dos níveis de mercúrio em cabelos de habitantes ribeirinhos do rio Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil: consumo de peixe como possível rota de exposição. *J Trace Elem Med Biol.* 2015;30:60-76. doi:10.1016/j.jtemb.2014.10.009
7. Hacon S, Dórea JG, Fonseca MF, Oliveira BA, Mourão DS, Ruiz CMV, Gonçalves RA, Mariani CF, Bastos WR. The influence of changes in lifestyle and mercury exposure in riverine populations of the Madeira River (Amazon Basin) near a hydroelectric project. *Int J Environ Res Saúde Pública.* 2014;11(3):2437-55. doi: 10.3390/ijerph110302437
8. Bastos WR, Dórea JG, Bernardi JVE, Lauthartte LC, Mussly MH, Lacerda LD, Malm O. Mercury in fish of the Madeira river (temporal and spatial assessment), Brazilian Amazon. *Environ Res.* 2015;140(1):191-7. doi: 10.1016/j.envres.2015.03.029
9. Arrifano GPF, Martín-Doimeadios RCR, Jiménez-Moreno M, Ramírez-Mateos V, Da Silva NFS, Souza-Monteiro JR, et al. Large-scale projects in the amazon and human exposure to mercury: the case-study of the Tucuruí Dam. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2018;147(1):299-305. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.08.048
10. Who Health Organization (WHO). Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals [Internet]. 2008 [cited 2019 Nov 21];1-180. Available from: <https://www.who.int/foodsafety/publications/risk-mercury-exposure/en/>
11. Bastos WR, Gomes JPO, Oliveira RC, Almeida R, Nascimento EL, Bernardi JVE, et al. Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil. *Sci. total environ.* 2006;368(1):344-351. doi:10.1016/j.scitotenv.2005.09.048
12. Oliveira RC, Dórea JG, Bernardi JV, Bastos WR, Almeida R, Manzatto AG. Fish consumption by traditional subsistence villagers of the Rio Madeira (Amazon): impact on hair mercury. *Ann Hum Biol.* 2010;37(5):629-642. doi: 10.3109/03014460903525177
13. Lino AS, Kasper D, Guida YS, Thomaz JR, Malm O. Mercúrio e selênio em peixes do rio Tapajós na Amazônia brasileira: uma avaliação da exposição humana. *J Trace Elem Med Biol.* 2018;48:196-201. doi: 10.1016/j.jtemb.2018.04.012
14. Marques RC, Abreu L, Bernardi JV, Dórea JG. Traditional living in the Amazon: extended breastfeeding, fish consumption, mercury exposure and neurodevelopment. *Ann Hum Biol.* 2016;43(4):360-70. doi: 10.1080/03014460.2016.1189962
15. Carvalho LVB, Hacon SS, Vega CM, Vieira JA, Larentis AL, Mattos RCO, et al. Oxidative stress levels induced by mercury exposure in Amazon juvenile populations in Brazil. *Int J Environ Res Saúde Pública.* 2019;16(15):2682. doi: 10.3390/ijerph16152682
16. Castro NSS, Oliveira ML. Hair as a biomarker of long term Mercury exposure in Brazilian Amazon: a systematic review. *Int J Environ Res Saúde Pública.* 2018;15(3):500. doi: 10.3390/ijerph15030500

17. Gama ASM, Fernandes TG, Parente RCP, Secoli SR. Inquérito de saúde em comunidades ribeirinhas do Amazonas, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2018;34(2):e00002817. doi: 10.1590/0102-311x00002817
18. Who Health Organization. Young People's Health - a Challenge for Society. Report of a WHO Study Group on Young People and Health for All. Technical Report Series [Internet]. 1986 [cited 2019 Nov 22];731. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41720>.
19. Bastos WR, Rebelo MF, Fonseca MF, Almeida R, Maln O. Um estudo descritivo do mercúrio em peixes da bacia do Rio Madeira, Amazônia, Brasil. *Acta Amaz*. 2008;38(3):421-30. doi: 10.1590/S0044-59672008000300006
20. Organización Paramericana de la salud. Cooperación técnica entre Brasil, Bolivia y Colombia: teoría y práctica para el fortalecimiento de la vigilancia de salud de poblaciones expuestas a mercurio [Internet]. 2011 [cited 2019 Nov];101. Available from: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/31069>
21. Onis MD, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organization* [Internet]. 2007 [cited 2019 Nov];85:660-7. doi: 10.2471/blt.07.043497
22. Silva AB, Andrade Filha TG, Benevides KMM, Silva DM, Rodrigues PMA, Silva SC, et al. Cultura dos povos originários da floresta amazônica na gestação e no puerpério: uma revisão de escopo sob o ponto de vista da segurança alimentar e nutricional. *Saúde Debate*. 2019;43(123):1219-39. doi: 10.1590/0103-1104201912319
23. Santos TMD, Silva SSDC, Koller SH. Avaliação de Beneficiárias Ribeirinhas da Amazônia sobre o Programa Bolsa Família. *Psicol Teor Pesqui*. 2017;33:3341. doi: 10.1590/0102.3772e3341
24. Hacon SS, Dórea JG, Fonseca MF, Oliveira BA, Mourão DS, Ruiz CM, et al. The Influence of changes in lifestyle and mercury exposure in riverine populations of the Madeira River (Amazon Basin) near a hydroelectric project. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(3):2437-55. doi: 10.3390/ijerph110302437
25. World Health Organization. Mercury and Health: fact sheet [Internet]. 2017[cited 2019 Nov 20];361. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>.
26. Da-Glória P, Piperata BA. Modos de vida dos ribeirinhos da Amazônia sob uma abordagem biocultural. *Ciênc Cult*. 2019;71(2):45-51. doi: 10.21800/2317-66602019000200014
27. Chai JY1, Sohn WM, Jung BK, Yong TS, Eom KS, Min DY. Intestinal helminths recovered from humans in Xieng Khouang Province, Lao PDR with a particular note on Haplorchis pumilio infection. *Korean J Parasitol*. 2015;53(4):439. doi: 10.3347/kjp.2015.53.4.439
28. Silva JDR, Rocha TJM. Frequência de helmintos segundo os dados do programa de controle da esquistossomose no município de Xexéu, Pernambuco. *J Health Biol Sci*. 2019;7(3):253-7. doi: 10.12662/2317-3076jhbs.v7i3.2245.p253-257.2019
29. Antunes AS, Libardoni KSDB. Prevalência de enteroparasitoses em crianças de creches do município de Santo Ângelo, RS. *Rev Contexto Saúde*. 2017;17(32):144-56. doi: 10.21527/2176-7114.2017.32.144-156
30. Moraes LJR, Andrade LS, Farias CBP, Pinto LC. Prevalência de anemia associada a parasitoses intestinais no território brasileiro: uma revisão sistemática. *Rev Pan-Amazônica Saúde*. 2019;10:e201900098. doi: 10.5123/s2176-6223201900098
31. Menezes Jr RC, Lima Jr CAA, Marinho IG, Braga KHM, Nascimento RO, Calandrini TDSS, et al. Enteroparasitoses, anemia e estado nutricional de uma população ribeirinha no estado do Amapá. *Rev. Eletrônica Acervo Saúde* [Internet]. 2020 [cited 2019 Dec 02];12(5):e2841-e2841. Available from: <https://www.acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/2841/1690>
32. Cunha MPL, Marques RC, Dórea JG. Influence of Maternal Fish Intake on the Anthropometric Indices of Children in the Western Amazon. *Nutrients*. 2018;10(9):1146. doi: 10.3390/nu10091146
33. Orellana JDY, Marrero L, Alves CLM, Ruiz CMV, Hacons SS, Oliveira MW, et al. Associação de baixa estatura severa em crianças indígenas Yanomami com baixa estatura materna: indícios de transmissão intergeracional. *Ciênc Saúde Colet*. 2019;24(5):1875-83. doi: 10.1590/1413-81232018245.17062017
34. Araújo TS, Oliveira CSM, Muniz PT, Silva-Nunes M, Cardoso MA. Desnutrição infantil em um dos municípios de maior risco nutricional do Brasil: estudo de base populacional na Amazônia Ocidental Brasileira. *Rev Bras Epidemiol*. 2016;19(3):554-66. doi: 10.1590/1980-5497201600030007
35. Lopes AF, Frota MTBA, Leone C, Szarfarc SC. Perfil nutricional de crianças no estado do Maranhão. *Rev Bras Epidemiol*. 2019;22:e190008. doi: 10.1590/1980-549720190008
36. Zayed AA, Beano AM, Haddadin FI, Radwan SS, Allauzy SA, Alkhayyat MM, et al. Prevalence of short stature, underweight, overweight, and obesity among school children in Jordan. *BMC Public Health*. 2016;16(1):1040. doi: 10.1186/s12889-016-3687-4
37. Ferreira AA, Welch JR, Cunha GM, Júnior CCEA. Physical growth curves of indigenous Xavante children in Central Brazil: results from a longitudinal study (2009-2012). *Ann Hum Biol*. 2016;43(4):293-303. doi: 10.1080/03014460.2016.1195445