

## **Impacto do consumo de peixes contaminados por mercúrio na saúde humana em habitantes da Amazônia brasileira: revisão sistemática**

### **Impact of consumption of mercury-contaminated fish on human health in inhabitants of the Brazilian Amazon: systematic review**

DOI:10.34119/bjhrv6n4-089

Recebimento dos originais: 13/06/2023

Aceitação para publicação: 13/07/2023

#### **Maria Sinamor Barauna Nunes**

Graduanda em Farmácia

Instituição: Centro Universitário Fametro

Endereço: Av. Constantino Nery, 3204, Chapada, Manaus - AM, CEP: 69050-000

E-mail: mariasinamor5@gmail.com

#### **Sirlei Santos da Silva**

Graduanda em Farmácia

Instituição: Centro Universitário Fametro

Endereço: Av. Constantino Nery, 3204, Chapada, Manaus - AM, CEP: 69050-000

E-mail: sirleisantossilva665@gmail.com

#### **Raimundo Nonato Pinto da Silveira**

Graduando em Farmácia

Instituição: Centro Universitário Fametro

Endereço: Av. Constantino Nery, 3204, Chapada, Manaus - AM, CEP: 69050-000

E-mail: raimundonps66@gmail.com

#### **Renan da Silva Almeida**

Graduando em Farmácia

Instituição: Centro Universitário Fametro

Endereço: Av. Constantino Nery, 3204, Chapada, Manaus - AM, CEP: 69050-000

E-mail: renan.almeida3110@gmail.com

#### **Anne Cristine Gomes de Almeida**

Doutora em Doenças Tropicais e Infecciosas pela Universidade do Estado do Amazonas

Instituição: Centro Universitário Fametro

Endereço: Av. Constantino Nery, 3204, Chapada, Manaus - AM, CEP: 69050-000

E-mail: anne.almeida@fametro.edu.br

#### **RESUMO**

**INTRODUÇÃO:** A disponibilidade do mercúrio no meio ambiente pode levá-lo a sofrer reações químicas e transformar-se em metilmercúrio. Na Amazônia Brasileira, o consumo de pescados contaminados por mercúrio configura-se uma das principais fontes de exposição para a população e, por conseguinte, eventuais riscos à saúde. **OBJETIVO:** Este estudo tem por objetivo identificar os principais efeitos negativos para a saúde resultantes da exposição humana ao mercúrio, apontando os agentes responsáveis pela poluição por mercúrio e descrevendo os principais efeitos decorrentes do consumo de peixes contaminados por mercúrio. **METODOLOGIA:** Foi realizada uma revisão sistemática da literatura científica, de

acordo com os critérios PRISMA, baseada em artigos publicados entre 2012 e 2022, em língua portuguesa, inglesa e espanhola, disponíveis nas seguintes bases de dados: Pubmed, Scielo (Scientific Electronic Library Online) e BVS. **RESULTADOS:** Os 13 artigos analisados possibilitaram verificar a dimensão da contaminação por mercúrio na Amazônia e seus prejuízos para a saúde do homem, dentre os quais destacam-se a bioacumulação de Hg, contaminação de peixes em áreas dominadas pelo garimpo de ouro e doenças causadas pela exposição direta e através do consumo de peixes contaminados. **CONCLUSÃO:** O alto consumo de pescado contaminado por mercúrio e exposição direta e prolongada a esse metal, por habitantes das imediações de áreas onde predomina a extração de minério e pelos próprios agentes envolvidos com o seu manuseio, resulta em elevadas concentrações de Hg no cabelo e no sangue, manifestações neurológicas e casos de anemia.

**Palavras-chave:** mercúrio, intoxicação, contaminação, Amazônia Legal, consumo de pescado.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Being available in the environment, mercury can be transformed into methylmercury through chemical reactions. In the Brazilian Amazon, the consumption of fish contaminated by mercury is one of the main sources of exposure for the population and, therefore, potential health risks. **OBJECTIVET:** This study aims to identify the main negative health effects resulting from human exposure to mercury, pointing out the agents responsible for mercury pollution and describing the main effects resulting from the consumption of fish contaminated by mercury. **METHODS:** A systematic review of the scientific literature was carried out, according to the PRISMA criteria, based on articles published between 2012 and 2022, in Portuguese, English and Spanish, available in the following databases: Pubmed, Scielo (Scientific Electronic Library Online) and VHL. **RESULTS:** The 13 articles analyzed made it possible to verify the extent of mercury contamination in the Amazon and its damage to human health, among which the bioaccumulation of Hg, contamination of fish in areas dominated by gold mining and diseases caused by direct exposure stand out and through consumption of contaminated fish. **CONCLUSIONS:** The high consumption of mercury-contaminated fish and direct and prolonged exposure to this metal, by inhabitants of areas where ore extraction predominates and by the agents involved in its handling, results in high concentrations of Hg in hair and blood, neurological manifestations and cases of anemia.

**Keywords:** mercury, intoxication, contamination, Legal Amazon, fish consumption.

## 1 INTRODUÇÃO

O mercúrio é um elemento químico encontrado naturalmente no meio ambiente, conhecido por seu potencial tóxico na forma de metilmercúrio (MeHg), sendo capaz de bioacumular nos organismos e biomagnificar nos diversos níveis da cadeia alimentar (HACON, 2014). O uso inadequado e exagerado desse metal na extração artesanal e ilegal de ouro, não somente tem aumentado suas concentrações, bem como alterado ecossistemas, principalmente no ambiente aquático (CASTILLOS et al., 2015).

Na Amazônia, uma das principais vias de exposição ao mercúrio ocorre justamente pelo consumo de alimentos contaminados, mais precisamente o pescado (COSTA JUNIOR et al.,

2016). Na composição alimentar humana, os peixes constituem altos valores proteicos. O consumo de peixe contribui para uma nutrição saudável, dado o seu alto teor de nutrientes essenciais (ou seja, vitaminas e minerais) e ácidos graxos poliinsaturados (por exemplo, ômega-3 e ômega-6). Não obstante, representam uma das principais fontes de ingestão de metais para o homem via cadeia alimentar (LIMA et al., 2015; VASCONCELLOS et al., 2021).

Quando nos sistemas aquáticos, o Hg pode sofrer alterações por bactérias e ser biotransformado em MeHg – uma das formas mais tóxicas para humanos, atingindo assim os principais predadores através de sua bioacumulação e biomagnificação na cadeia alimentar. Apesar da biomagnificação, esta pode ser compreendida como o aumento nos níveis de contaminantes por ingestão de alimentos (CASTILHOS et al., 2015 Apud Bruggeman 1982).

Reitera-se que o mercúrio tem sido amplamente utilizado na mineração de ouro e despejado na natureza sem nenhum critério. Neste respeito, a mineração artesanal de ouro (também denominada garimpos) pode ser considerada uma das atividades econômicas mais nocivas no que tange à poluição por mercúrio na Amazônia. Esta prática tem contribuído para a contaminação de peixes. Certamente, a frequência no consumo de peixe constitui fator significativo na avaliação dos riscos à saúde advindos da contaminação por mercúrio (VASCONCELLOS et al., 2021).

Os riscos resultantes da exposição humana ao mercúrio estão relacionados com a presença de efeitos neurotóxicos e comprometimento dos sistemas nervoso central e do cardiovascular (ANJOS et al. 2016; VASCONCELLOS et al. 2021). Reitera-se ainda manifestações neurológicas e presença de sintomas tais como: cefaleia, fadiga, tontura, alteração de memória, insônia, tristeza, ansiedade, medo, agressividade, adormecimento nas mãos, náuseas/vômitos e parestesias (KHOURY et al., 2013). Estudo recente aponta para a associação entre exposição ao Hg e de anemia (VIANNA et al., 2022).

Em suma, o que se pretende com este trabalho é investigar os principais impactos resultantes da exposição ao mercúrio, melhorando a vigilância e possibilitando conteúdo teórico proveitoso, que norteie medidas de monitoração das concentrações desse metal no meio ambiente, na região Amazônia Brasileira, no intuito de minimizar ou evitar o aparecimento de complicações a médio e longo prazo na saúde das pessoas que consomem peixes provenientes de áreas com maiores concentrações desse metal.

Diante disso, o presente estudo teve o objetivo de identificar os principais efeitos para a saúde resultantes da exposição humana ao mercúrio. De modo a alcançar o objetivo geral, foram traçados como objetivos específicos: Identificar os impactos da exposição ao mercúrio na saúde humana; apontar os principais agentes e práticas responsáveis pela contaminação por mercúrio

e descrever os principais efeitos decorrentes do consumo de peixes contaminados por mercúrio por populações habitantes da Amazônia Legal brasileira.

## 2 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura científica, a qual aborda fatores relacionados à exposição ao mercúrio e seus possíveis efeitos para a saúde. Foram considerados para a revisão, artigos publicados entre 2012 e 2022, em língua portuguesa, inglesa e/ou espanhola, disponíveis nas bibliotecas virtuais: Pubmed, SciELO (*Scientific Eletronic Library Online*) e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde).

As buscas foram conduzidas com base nas seguintes palavras-chave: Mercúrio; Pescados; Riscos; Contaminação; Consumo; Saúde; Amazônia. Em cada base de dados, foi usado a seguinte combinação de termos: “mercúrio ou metilmercúrio”, “pescados e consumo e mercúrio”, “mercúrio e contaminação”, “mercúrio e riscos”, “mercúrio e saúde”, “Amazônia e mercúrio” para as bases BVS e SciELO e para a base dados Pubmed: “Mercury” OR “Methylmercury”, “fish and consumption and mercury”, “mercury and risks”, “mercury and contamination”, “mercury and health”.

Foram selecionados artigos científicos com correspondência ao tema da presente pesquisa, sendo aplicados os seguintes filtros para otimizar a busca: estudos de prevalência e incidência; fatores de risco; ensaio clínico e período de publicação de 2012 a 2022. Publicações que não estavam em formato de artigo, consistiam em revisões da literatura, revisões bibliográficas, fugiam da temática principal proposta ou que não estavam dentro do intervalo de tempo pré-definido, foram excluídas.

Após a seleção dos artigos, foi realizada a leitura de títulos e resumos para última verificação quanto aos critérios e posterior inclusão no trabalho, sendo realizado fichamento com os pontos relevantes de cada publicação. Os principais resultados e contribuições foram utilizados para a redação do corpus desta revisão.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

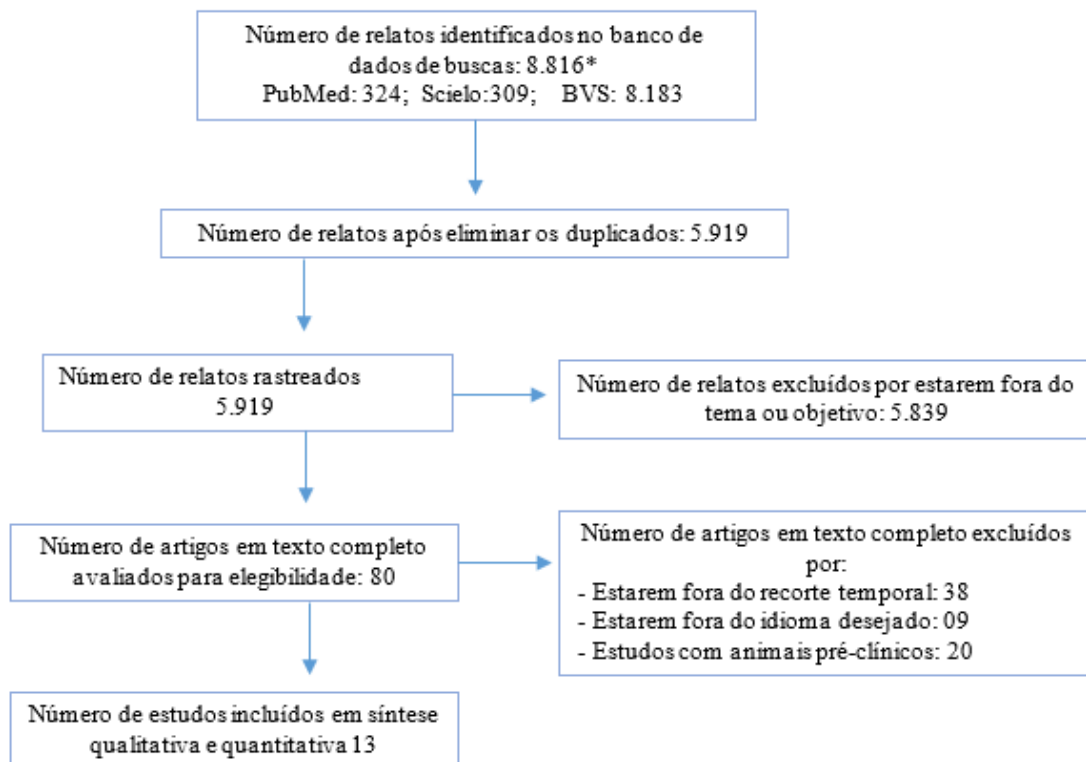
A partir dos critérios estabelecidos foram encontrados 324 artigos na base de dados Pubmed, 309 na Scielo e 8.183 na BVS, os quais foram submetidos a verificação preliminar e posterior inclusão quando atendido todos os critérios. Destes foram considerados 13 para leitura integral e análise completa, com a finalidade de coletar informações relevantes para a elaboração deste artigo (**Figura 1**).

As publicações selecionadas para compor esta revisão foram organizadas e dispostas na Tabela 1 conforme a descrição a seguir: Autor e ano de publicação; título; tipo de estudo; objetivo e conclusão. Após a análise dos artigos selecionados foram definidas as categorias percorridas a seguir: principais agentes e práticas responsáveis pela contaminação por mercúrio na Amazônia; Quantidade de Mercúrio liberado na Amazônia nos últimos anos; bioacumulação de mercúrio, contaminação de peixes e os riscos para a saúde; impactos causados pelo mercúrio à saúde.

### 3.1 PRINCIPAIS AGENTES E PRÁTICAS RESPONSÁVEIS PELA CONTAMINAÇÃO POR MERCÚRIO NA AMAZÔNIA

O mercúrio pode ser encontrado na natureza em três formas distintas sendo estas: forma inorgânica, metálica e orgânica (VIANNA et al., 2022). Em suas conclusões acerca do tema, Siqueira e Aprile (2012) mencionam que as duas fontes principais de Hg no ecossistema Amazônico são as fontes naturais e as antrópicas. A primeira está relacionada a eventos tectônicos que motivaram a formação da bacia sedimentar juntamente com manifestações vulcânicas sobre o oceano, enquanto que a segunda, está diretamente associada ao processo de produção de amálgama e à quantidade de mercúrio utilizado na atividade garimpeira.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 1 – Resumo das informações dos principais artigos selecionados através da busca nas bases de dados.

Autor (ano da pub.)	Título	Tipo de Estudo	Objetivo	Conclusão
<b>Anjos et al. (2016)</b>	Bioaccumulation of methylmercury in fish tissue from the Roosevelt River, Southwestern Amazon basin.	Estudo observacional	Analisar a concentração de metilmercúrio (MeHg) em tecidos de peixes do rio Roosevelt.	Apenas peixes carnívoros exibiram concentrações de MeHg acima do limite determinado pela OMS para consumo humano. O estudo também demonstrou que a bioacumulação do MeHg no tecido dos peixes ocorre na seguinte ordem decrescente: carnívoro > detritívoro > frugívoro.
<b>Bose-O'Reilly et al. (2017)</b>	Signs and symptoms of mercury-exposed gold miners.	Estudo transversal	Mesclar e analisar dados de diferentes projetos, para identificar sinais e sintomas de exposição crônica ao mercúrio inorgânico.	Intoxicação crônica por mercúrio, com tremor, ataxia e outras alterações neurológicas sintomas juntamente com uma elevada carga corporal de mercúrio foi clinicamente diagnosticado em pessoas expostas em pequena escala artesanal áreas de mineração.
<b>Costa Junior et al. (2018)</b>	Teores de mercúrio em cabelo e consumo de pescado de comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira, região do Tapajós.	Estudo transversal	Avaliar os níveis de exposição na região do Tapajós, identificando também a frequência de ingestão de pescado.	Índices elevados de mercúrio total foram observados somente naqueles com alto consumo de pescado em ambos anos. Ressalta-se a importância da continuação do monitoramento dos níveis de exposição em humanos.
<b>Lima et al. (2015)</b>	Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil.	Estudo observacional	Determinar as concentrações dos metais Cd, Cr, Cu, Pb, Zn e Hg no tecido muscular de peixes da bacia do rio Cassiporé (Estado do Amapá) e ambiente, visando avaliar os riscos de contaminação.	As concentrações de Cu e Zn no músculo dos peixes não implicam em risco para as pessoas e os próprios organismos. As altas concentrações de Cd e Pb nas espécies <i>P. squamosissimus</i> e <i>P. compressa</i> , reflete a ação da atividade garimpeira na liberação de metais nos corpos hídricos da região estudada. Fato, sustentado também em decorrência das altas concentrações, acima dos limites tolerados pela legislação, de Cr e Hg nos peixes, bem como, alta concentração de todos os metais na coluna d'água.
<b>Matos et al. (2018)</b>	Assessment of mercury contamination in Brycon falcatus (Characiformes: Bryconidae) and human health risk by consumption of this fish	Estudo observacional	Analisar a presença e concentrações de mercúrio total (HgT) no músculo, fígado e brânquias do peixe <i>B. falcatus</i> .	Os tecidos hepático e muscular apresentaram níveis semelhantes de THg, seu significado e interpretação devem ser realizados de forma independente. Em relação ao consumo do <i>B. falcatus</i> , concluiu-se que as concentrações de



	from the Teles Pires River, Southern Amazonia.			THg estão dentro do limite recomendado para quem tem menores índices de consumo da região estudada. O risco de efeitos deletérios à saúde humana podem existir naqueles que têm um maior consumo de <i>B. falcatus</i> porque o consumidor será exposto a cargas mais altas de mercúrio.
<b>Montaña et al. (2021)</b>	The cost of gold: Mercury contamination of fishes in a Neotropical river food web.	Estudo transversal	Avaliar as concentrações de mercúrio (Hg) em peixes que constituem importantes pescarias de subsistência em afluentes minerados e não minerados no médio rio Mazaruni.	Resultados mostraram que peixes de corpo médio a grande comumente consumidos pela população local continham valores de Hg que excedem os critérios da OMS e representam uma preocupação para a saúde das comunidades ribeirinhas ao longo do rio Mazaruni.
<b>Sakurai et al. (2012)</b>	Hair-to-blood ratio and biological half-life of mercury: experimental study of methylmercury exposure through fish consumption in humans.	Estudo experimental	Reavaliar a relação cabelo/sangue e a meia-vida biológica do metilmercúrio.	A relação cabelo-sangue de MeHg com base em estudos anteriores parece ser subestimada. A meia-vida bruta pode ser preferível à recalculada por causa da praticabilidade e incertezas do nível de fundo, embora a última meia-vida possa se aproximar da convencional.
<b>Siqueira e Aprile (2012)</b>	Distribuição de mercúrio total em sedimentos da Plataforma Continental Amazônica – Brasil.	Estudo observacional	Determinar os níveis de Hg total no sedimento de fundo, e assim contribuir como matriz ambiental indicadora para o plano geral de gerenciamento costeiro na região norte do Brasil.	A maior adsorção do mercúrio possivelmente pode estar associada ao aumento dos teores de compostos (óxidos e hidróxidos) de ferro, alumínio, manganês e os minerais primários e secundários formadores das rochas da bacia amazônica.
<b>Vasconcellos et al. (2021)</b>	Health Risk Assessment of Mercury Exposure from Fish Consumption in Munduruku Indigenous Communities in the Brazilian Amazon.	Estudo observacional	Avaliar o risco à saúde atribuído ao consumo de pescado por comunidades indígenas Munduruku na região do Médio Tapajós.	Os peixes coletados nos rios que cortam o Sawré Muybu - Terras Indígenas possuem concentrações de mercúrio com potencial de prejudicar a saúde da população Munduruku, principalmente mulheres em idade reprodutiva e crianças.
<b>Vianna et al. (2022)</b>	Exposição ao mercúrio e anemia em crianças e adolescentes de seis comunidades da Amazônia Brasileira.	Análise secundária de estudos transversais incluindo 1.318 indivíduos, divididos em dois grupos segundo a influência do garimpo	Avaliar a associação entre anemia e exposição ao Hg na população infanto-juvenil de seis comunidades ribeirinhas da Amazônia Brasileira.	O estudo mostrou elevados níveis de Hg, principalmente no grupo A, e que essa substância pode ser um possível fator de risco para anemia. Além disso, as áreas geográficas pareceram modificar esse efeito, apontando

---

(grupo A sob influência,  
e grupo B sem  
influência).

para influência de outros fatores, fato que  
deve ser melhor avaliado.

---

Fonte: Elaborado pelos autores.



Do ponto de vista de Costa Junior et al. (2018), a poluição ambiental na região do Tapajós, município de Itaituba/PA é resultante tanto do despejo de mercúrio metálico devido a extração de ouro, bem como de outras fontes que contaminaram os ecossistemas aquáticos. Neste sentido, Montaña et al. (2021) considera como maiores fontes de Hg de origem antropogênica no meio ambiente, emissões de mercúrio, desmatamento, erosão devido a agricultura e mineração de ouro artesanal de pequena e média escala.

Segundo Vianna et al. (2022), a exposição ao Hg pelos habitantes da região central da bacia do Rio Tapajós, pode estar relacionada com a intensiva atividade de garimpo de ouro naquela região, desmatamento, queimadas, erosão do solo, represamento de rios e dieta. Algo similar ocorre no Estado do Amapá, mais precisamente na bacia do rio Cassiporé, onde está situada uma importante área de exploração mineral, sendo reconhecido o descontrole e impacto da atividade garimpeira no local (LIMA et al., 2015).

Outrossim, estudo realizado por Milhomem et al. (2016), aponta que a região do rio Madeira, afluyente que passa pelos estados de Rondônia e do Amazonas também é fortemente impactada pela atividade garimpeira. Em contrapartida, no norte de Mato Grosso, onde situa-se a bacia do rio Teles Pires, região marcada anteriormente pelas intensas atividades de exploração de ouro e, em anos mais recentes, transcorrida a substituição de tal atividade pela agricultura e pecuária, nota-se altas concentrações de mercúrio no solo (MATOS et al., 2018).

### 3.2 QUANTIDADE DE MERCÚRIO LIBERADO NA AMAZÔNIA NOS ÚLTIMOS ANOS

Dados do Inventário Nacional de Emissões de Mercúrio (MMA, 2018) apontaram que cerca de 18,5 e 221,5 toneladas de mercúrio foram lançadas no meio ambiente no ano de 2016. Segundo o jornal El País, estima-se que nos anos de 2019 e 2020 tenham sido usados 100 toneladas de mercúrio na extração ilegal de ouro e, por conseguinte, despejado nas águas amazônicas (EL PAÍS, 2021). Um grupo de estudos concluiu que garimpeiros ilegais emitem anualmente mais de 30 toneladas de mercúrio nos rios da Amazônia (CAMEP, 2013).

### 3.3 BIOACUMULAÇÃO DE MERCÚRIO, CONTAMINAÇÃO DE PEIXES E OS RISCOS PARA A SAÚDE

Na Amazônia, grande parte da população de baixa renda, encontra na pesca seu meio de sobrevivência, seja para consumo próprio – sendo muitas vezes a única proteína de qualidade acessível, seja para o comércio local (COSTA JUNIOR et al., 2018). Deste modo, a exposição da população ao Hg, em especial indígenas e ribeirinhos, é algo que demanda preocupação,

levando em conta a grande quantidade de peixes consumidos dos rios, que por sua vez são contaminados com mercúrio (MILHOMEN FILHO et al., 2016).

À vista disso, a principal via de absorção da forma metálica do mercúrio ocorre através da inalação dos vapores de Hg, quase sempre originária de amálgamas dentais e do garimpo de ouro (VIANNA et al. 2022). De acordo com Montaña et al. (2021), na mineração artesanal o mercúrio é usado para amalgamação e, após realizado o processo de fusão, o Hg passa a ser liberado na atmosfera ou descartado como rejeito de mineração diretamente no solo e na água.

Deve-se salientar que a disponibilidade do mercúrio inorgânico Hg em ambientes aquáticos, é passível a várias transformações químicas e facilmente pode sofrer metilação (MeHg), biotransformando-se em metilmercúrio – forma altamente tóxica para o organismo humano (ANJOS et al., 2016; SIQUEIRA; APRIL, 2012). O metilmercúrio sofre bioacumulação e biomagnificação em redes tróficas, a saber, transferências cumulativas de MeHg entre os consecutivos níveis de consumo da cadeia alimentar, o pode resultar em altas concentrações de Hg em espécies de peixes (COSTA JUNIOR et al., 2018; MONTAÑA et al., 2021).

Lima et al. (2015) apontam que espécies de peixes que ocupam o topo da cadeia alimentar aquática, ou seja, os predadores, apresentam as maiores concentrações de Hg. Os resultados da sua pesquisa realizada na bacia do rio Cassiporé, situada na porção norte do Estado do Amapá, demonstram que os níveis de Hg estão acima da Concentrações Máximas Permitidas (CMP). Em desacordo, Matos et al. (2018) esclarecem que as concentrações de Hg total em determinada espécie analisada estão abaixo do limite recomendado pela OMS. Contudo, os riscos não são descartados caso haja consumo superior a 340 g/dia.

O consumo desta proteína promove vários benefícios para a saúde, pois muitas espécies possuem alto teor de nutrientes (vitaminas e minerais) e são ricas em ácidos graxos. No entanto, estudo realizado por Vasconcellos et al. (2021) em comunidades indígenas Mundukuru, no estado do Pará, revelou que os peixes coletados nos rios daquela região, apresentam concentrações significativas de mercúrio. Foram estimadas taxas maiores do que 1,0 µg MeHg/g indicando que a ingestão de mercúrio está acima dos limites e com potencial de prejudicar a saúde, sobretudo de crianças e mulheres em idade reprodutiva.

Outros estudos anteriores discutem a relação cabelo/sangue mediante exposição ao metilmercúrio e demonstraram que o alto consumo de peixe contaminado eleva as concentrações de Hg no sangue total e no cabelo (SAKURAI et al., 2012; COSTA JUNIOR et al., 2018). Em análise similar realizada por Milhomen Filho et al. (2016), a qual utilizou amostras de pescado e de cabelo de ribeirinhos, na comunidade Beira Rio, pertencente ao município de Imperatriz,

no Maranhão, uma área não impactada pela mineração de ouro, observou-se baixos níveis de exposição ao mercúrio atrelados ao consumo de peixes.

De modo geral, a absorção da forma orgânica (metilmercúrio), é facilitada pela dieta, especialmente através da ingestão elevada de pescado contaminado (VIANNA et al., 2022). Entende-se, portanto, que o consumo de peixes contaminados, bem como outros organismos aquáticos, torna-se a principal via de exposição humana a esta substância tóxica, sobretudo para populações ribeirinhas, que tem o peixe como importante fonte proteica (VASCONCELLOS et al., 2021).

### 3.4 IMPACTOS CAUSADOS PELO MERCÚRIO À SAÚDE

Os efeitos e gravidade da exposição ao mercúrio, dependem de fatores tais como: tempo de exposição, forma química, via de absorção, volume da dose, idade, dentre outros (VIANNA et al. 2022). Quanto ao diagnóstico da intoxicação mercurial e os possíveis riscos à saúde, estes se sustentam com base em descobertas epidemiológicas, dados clínicos ou através da verificação de elevadas concentrações de mercúrio no sangue ou em amostras de cabelo (KHOURY et al., 2013; COSTA JUNIOR et al., 2018). Cabe inferir que os danos neurológicos resultantes dessa exposição são provavelmente irreversíveis (SCHUTZMEIER et al., 2018).

A pesquisa de Khoury et al. (2013) com homens e mulheres entre 13 e 53 anos de idade, com residência permanente na região da bacia do Rio Tapajós e do baixo Tocantins, no Estado do Pará, apresenta como sintomas subjetivos da intoxicação por mercúrio, os quais foram identificados com frequência na população estudada: adormecimento nas mãos, ansiedade, agressividade, cefaleia, alteração de memória, insônia, parestesias, náuseas/vômitos, fadiga, tontura, tristeza e medo. Além disso, dentre os distúrbios relacionados ao equilíbrio, o exame neurológico convencional destacou o fenômeno da marcha alterada.

Em outro momento, a análise transversal de dados de diferentes projetos, verificou que a exposição ao mercúrio em áreas de mineração ocasiona o aumento dos níveis de mercúrio no cabelo e no sangue dos que habitam tais áreas e eleva ainda mais os níveis nos indivíduos que trabalham diretamente manuseando esse metal, seja como garimpeiros ou queimadores de amálgama. Em virtude à gravidade da exposição, os participantes do estudo desenvolveram sintomas neurológicos típicos de intoxicação crônica por mercúrio, tais como tremor, ataxia dentre outros (BOSE-O'REILLY et al., 2017; SCHUTZMEIER et al., 2018).

Em estudo recente, os resultados obtidos por Vianna et al. (2022), que avaliou 1.318 indivíduos na região central da bacia do Rio Tapajós e a jusante da foz do mesmo rio, no estado do Pará, revelam que mais de um quarto dos indivíduos estudados (27,1%), apresentaram

anemia no hemograma, ao passo que também se observou níveis de Hg no cabelo acima dos limites recomendados. Este fato salienta uma possível associação entre presença de Hg no cabelo e anemia nos indivíduos estudados, sendo que as crianças menores de cinco anos, requerem atenção especial por serem consideradas o grupo mais prevalente. Além do mais, há evidências que as hemácias sejam um dos alvos principais do mercúrio, com possíveis efeitos deletérios.

#### **4 CONCLUSÃO**

O alto consumo de pescado contaminado por mercúrio na Amazônia e a exposição direta e prolongada a esse metal, por habitantes das imediações de áreas onde predomina a extração de minério e pelos próprios agentes envolvidos com o seu manuseio, resulta em elevadas concentrações de Hg no cabelo e no sangue, alterações neurológicas e casos de anemia. Diante disso, medidas de monitoramento das concentrações desse metal, associada a avaliações clínicas, prevenção e controle, no intuito de minimizar os efeitos da exposição ao mercúrio à saúde, são mais do que nunca urgente e necessário.

## REFERÊNCIAS

- ANJOS, M. R. et al. Bioaccumulation of methylmercury in fish tissue from the Roosevelt River, Southwestern Amazon basin. **Rev. Ambient. Água**, v. 11, n. 3, 2016.
- BOSE-O'REILLY, S. et al. Signs and symptoms of mercury-exposed gold miners. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, v. 30, n. 2, p. 249-269, 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Inventário nacional de emissões de mercúrio. 2018.
- BRUGGEMAN, W. A. Hydrophobic interactions in the aquatic environment. **In: Hutzinger O (ed) The handbook of environmental chemistry**, v. 2, p. 205, 1982.
- CASTILLOS, Z. C. et al. Human exposure and risk assessment associated with mercury contamination in artisanal gold mining areas in the Brazilian Amazon. **Environ Sci Pollut Res**. v. 22, p. 11255-11264, 2015.
- CAMEP. Measuring the Impact of Mercury from Artisanal Gold Mining in the Peruvian Amazon: results from the Carnegie Amazon Mercury Ecosystem Project (CAMEP). Carnegie Science. 2013.
- COSTA JUNIOR, J. M. F. et al. Teores de mercúrio em cabelo e consumo de pescado de comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira, região do Tapajós. **Ciências e saúde coletiva**, v. 23, n. 3, p. 805-812, 2018.
- EL PAÍS. ILHA, F. Explosão do garimpo ilegal na Amazônia despeja 100 toneladas de mercúrio na região. Disponível em: <https://brasil.elpais.com>. 2021. Acessado em maio de 2023.
- HACON, S. S. 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**, v. 11, v. 3. 2014.
- KHOURY, E. D. T. et al. Manifestações neurológicas em ribeirinhos de áreas expostas ao mercúrio na Amazônia brasileira. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 11, p. 2307-2318. 2013.
- LIMA, D. P. et al. Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, p. 405-414, 2015.
- MATOS, L. S. et al. Assessment of mercury contamination in Brycon falcatus (Characiformes: Bryconidae) and human health risk by consumption of this fish from the Teles Pires River, Southern Amazonia. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 1, p. 1-12, 2018.
- MILHOMEM FILHO, E. O. et al. A ingestão de pescado e as concentrações de mercúrio em famílias de pescadores de Imperatriz (MA). **Revista Brasileira de epidemiologia**, v. 19, n. 1. p. 14-25, 2016.
- MONTAÑA, C. G. et al. The cost of gold: Mercury contamination of fishes in a Neotropical river food web. **Neotropical Ichthyology**, v. 19, n. 3, 2021.

SAKURAI, K. Y. et al. Hair-to-blood ratio and biological half-life of mercury: experimental study of methylmercury exposure through fish consumption in humans. **The Journal of Toxicological Sciences**, v. 37, n. 1, p. 123-130, 2012.

SCHUTZMEIER, P. et al. Efficacy of N,N'-bis-(2-mercaptoethyl) isophthalamide on mercury intoxication: a randomized controlled trial. **Environmental Health**, v. 17, n. 1, 2018.

SIQUEIRA, C. W.; APRILE, F. M. Distribuição de mercúrio total em sedimentos da Plataforma Continental Amazônica – Brasil. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 2, p. 259-268, 2012.

SOARES, J. L. F. et al. Bioacumulação de Mercúrio Total (Hg) e hábitos alimentares de peixes da bacia do Rio Negro, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 102-106, 2016.

VASCONCELLOS, A. C. S. et al. Health Risk Assessment of Mercury from Fish Consumption in Mundurucu Indigenous Communities in the Brazilian Amazon. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, 2021.

VIANNA, A. S. et al. Exposição ao mercúrio e anemia em crianças e adolescentes de seis comunidades da Amazônia Brasileira. **Ciências e saúde coletiva**, v. 27, n. 5, p. 1859-1871, 2022.