



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ - UFOPA
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA - ISCO
BACHARELADO EM SAÚDE COLETIVA - BSC**

ERIVALDO YORI MUNDURUKU

**RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE MERCÚRIO E O PERFIL
SOCIODEMOGRÁFICO DOS RIBEIRINHOS DO BAIXO TAPAJÓS: UMA
ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA**

**SANTARÉM – PA
2025**

ERIVALDO YORI MUNDURUKU

**RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS DE MERCÚRIO E O PERFIL
SOCIODEMOGRÁFICO DOS RIBEIRINHOS DO BAIXO TAPAJÓS: UMA
ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso – TCC II, apresentado ao Instituto de Saúde Coletiva – ISCO, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como requisito básico para a conclusão do Curso de Bacharelado em Saúde Coletiva - BSC.

Orientador (a): Prof.^a Dra. Heloísa do Nascimento de Moura Meneses

Coorientador (a): Amanda Luyta Monteiro da Mota

**SANTARÉM – PA
2025**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

M965r Mundurucu, Erivaldo Yori

Relação entre os níveis de mercúrio e o perfil sociodemográfico dos ribeirinhos do Baixo Tapajós: uma análise epidemiológica. / Erivaldo Yori Mundurucu. - Santarém, 2025.

28 p.

Inclui bibliografias.

Orientadora: Heloísa do Nascimento de Moura Meneses.

Coorientadora: Amanda Luyta Monteiro da Mota.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Saúde Coletiva, Bacharelado em Saúde Coletiva.

1. Mercúrio. 2. Ribeirinhos. 3. Amazônia. 4. Saúde Pública. 5. Exposição Ambiental. I. Meneses, Heloísa do Nascimento de Moura, *orient.* II. Mota, Amanda Luyta Monteiro da, *coorient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 553.454

Bibliotecária - Documentalista: Cátia Alvarez – CRB/2 843



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA
COORDENAÇÃO ACADÊMICA
Fone (093) 2101-4933 / Email: coordenacaoacademica.isco@ufopa.edu.br

ATA DE DEFESA DE TCC

Aos 11 de março de 2025, às 14:00 horas, foi convocada e formada a banca examinadora composta de três professores e/ou autoridades nesta Universidade, abaixo nominados, para o exame do trabalho escrito, apresentação oral do Trabalho de Conclusão de Curso-TCC, elaborado pelo acadêmico Erivaldo Yori Munduruku, cujo título é “Relação entre os Níveis de Mercúrio e o Perfil Sociodemográfico dos Ribeirinhos do Baixo Tapajós: Uma Análise Epidemiológica”. Foi concedido o tempo máximo de 20 minutos para o acadêmico fazer a exposição oral do trabalho, atribuindo-se outros 30 minutos para arguições. Após a apresentação foram feitas as arguições ao acadêmico, visando a avaliação e crédito na disciplina. Concluídas as arguições, a banca passou à deliberação sobre a avaliação, considerando os seguintes critérios: Qualidade Técnica do Trabalho; Domínio do Conteúdo; Qualidade na Exposição Oral; Clareza e Coerência dos Objetivos da Pesquisa, Problemática, Métodos e Formas de Intervenção; e Referencial Teórico, Resultados e Bibliografia. Após a deliberação, concluída à presente banca de exame de TCC, trabalho foi considerado:

- Aprovado (nota \geq 6,0).
 Reprovado (nota $<$ 6,0).

Professor (a)	Função	Nota (0 a 10)
Dr. ^a Marina Smidt Celere Meschede	Membro	8,9
MSc. Cristiano Gonçalves Morais	Membro	8,5
	Média	8,7

A entrega da versão final do TCC, com as devidas alterações apontadas pela Banca Examinadora, deverá ocorrer no prazo de 15 (quinze) dias após defesa.

Assinaturas dos membros da banca

Presidente - Helena N. M. Mendes

Membro - Cristiano Gonçalves Morais

Membro - Marina S. C. Meschede

Santarém, 11 de março de 2025

RESUMO

A exposição mercurial é um grave problema de saúde pública e coletiva na região da Bacia do Tapajós, Pará, Brasil. O estudo teve como objetivo descrever os níveis de mercúrio e associá-los com variáveis sociodemográficas, como idade, sexo, raça/etnia e escolaridade, identificando grupos mais vulneráveis à exposição ao metal. Foram coletadas amostras de sangue de 49 participantes que residem em comunidades ribeirinhas da região do Baixo Tapajós e o nível de Hg foi quantificado utilizando a técnica de espectrometria de absorção atômica. Os resultados mostraram que 83,7% dos participantes apresentaram níveis de mercúrio acima do limite considerado seguro pela Organização Mundial da Saúde (10 µg/L). A análise revelou que a exposição ao mercúrio foi maior entre indivíduos acima de 60 anos, mulheres e moradores da comunidade de Parauá. Esses dados destacam a necessidade de políticas públicas eficazes e intervenções locais para mitigar os impactos da exposição por mercúrio nessas comunidades.

Palavras-chave: Mercúrio, Ribeirinhos, Amazônia, Saúde Pública, Exposição Ambiental.

ABSTRACT

Mercury exposure is a serious public and collective health problem in the Tapajós Basin region, Pará, Brazil. The study aimed to describe mercury levels and associate them with socio-demographic variables such as age, gender, race/ethnicity and schooling, and to identify groups more vulnerable to exposure to the metal. Blood samples were collected from 49 participants living in riverine communities in the Lower Tapajós region, and Hg levels were quantified using atomic absorption spectrometry. The results showed that 83.7% of the participants had mercury levels above the limit considered safe by the World Health Organization (10 µg/L). The analysis showed that mercury exposure was higher in people over 60 years of age, women and residents of the Parauá municipality. These data highlight the need for effective public policies and local interventions to mitigate the effects of mercury exposure in these communities.

Keywords: Mercury, Riverine Communities, Amazon, Public Health, Environmental Contamination.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3 OBJETIVOS	14
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS	14
4.1 Delineamento do Estudo.....	15
4.2 Participantes	15
4.4 Coleta e Análise de Amostras de Sangue	16
4.5 Análise Mercurial	16
4.6 Ferramentas de Análise Estatística	16
4.7 Critérios de Inclusão e Exclusão	16
4.8 Análise Estatística.....	17
4.9 Aspectos Éticos	17
5 RESULTADOS	18
6 DISCUSSÃO	24
7 CONCLUSÃO	25
8 REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A exposição por mercúrio (Hg) é um problema ambiental e de saúde pública global, com raízes históricas, remotamente com a mineração de metais preciosos no interior da Amazônia. Durante séculos, o mercúrio foi amplamente utilizado em processos de extração de ouro, levando à liberação deste metal tóxico no ambiente. No Brasil, no século XVIII, especialmente na Amazônia, a questão da exposição por mercúrio se intensificou durante o ciclo do ouro, e mais recente no governo Bolsonaro, com a diminuição da fiscalização ambiental, a exploração ilegal do ouro na Amazônia se intensificou, além disso, o governo propôs e defendeu legalizar o garimpo em terras indígenas. No entanto, as práticas de atividades garimpeiras e a utilização descontrolada de mercúrio em regiões de mineração tem causado uma série de danos ambientais, como a devastação ambiental, desmatamento, poluição de rios, além de outros impactos negativos para as comunidades tradicionais. Regiões como o Baixo Tapajós sofrem atualmente os impactos dessa poluição, com efeitos prejudiciais sobre as populações indígenas e ribeirinhas (MALM, 1998; CRESPO-LOPEZ et al., 2021; MODELLI; MURAD, 2022).

No contexto epidemiológico e ambiental, o mercúrio é reconhecido por seu potencial de bioacumulação e biomagnificação na cadeia alimentar, o que pode gerar impactos graves na saúde das populações humanas que dependem dos recursos aquáticos para sua subsistência. Considerando que a exposição ao mercúrio ocorre principalmente por meio do consumo de peixes contaminados, sendo uma das principais preocupações para comunidades ribeirinhas da Amazônia. Estima-se que grande parte da população da região do Baixo Tapajós esteja exposta a níveis elevados de mercúrio, o que pode resultar em efeitos neurotóxicos, imunotóxicos e danos irreversíveis ao sistema nervoso (HOSHINO et al., 2015; SANTOS-SACRAMENTO et al., 2021).

A nível global, como no caso de Minamata, no Japão, ocorrido em meados da década de 1950, é considerado um dos exemplos mais conhecidos de intoxicação por mercúrio em grande escala. Naquela década, a exposição resultante do mercúrio provocou milhares de casos de doenças graves, impactando diretamente a percepção global sobre os riscos associados ao mercúrio. Similarmente, esse fato ocorre na Amazônia, segundo estudos realizados por pesquisadores da Fiocruz, UFOPA liderados pelo grupo de pesquisa LEPIMOL, indicam que os níveis de mercúrio entre os moradores ribeirinhos podem atingir níveis semelhantes aos registrados em Minamata e outras regiões seriamente impactadas por esse metal pesado (HARADA, 1995; MENESES et al., 2022).

O impacto do mercúrio nas populações amazônicas é intensificado pelas vulnerabilidades socioeconômicas dessas comunidades, que dependem quase exclusivamente do pescado como principal fonte de renda e alimentação. Pesquisas recentes apontam que, as populações ribeirinhas do Baixo Tapajós, no que diz respeito aos níveis de mercúrio nos peixes e na população são preocupantes. A exposição é um fator determinante na vulnerabilidade dessas populações, que, além de enfrentar dificuldades de acesso aos serviços de saúde adequados, estão sujeitos a um ambiente constantemente insalubre e poluído (PASSOS & MERGLER, 2008; MENESES et al., 2022).

A exposição por mercúrio nas comunidades de Parauá e Solimões é particularmente preocupante, devido à ausência de monitoramento dos órgãos ambientais, especificamente em áreas de maior concentração de garimpo, como nas terras indígenas no alto tapajós, para que sejam realizadas um conjunto de medidas efetivas voltadas para minimizar impactos negativos. Apesar dos esforços da Convenção de Minamata, que visa reduzir as emissões globais de mercúrio, a implementação dessas políticas enfrenta obstáculos significativos em áreas de difícil acesso, como o interior da Amazônia. A fiscalização deficiente e a falta de iniciativas governamentais de longo prazo tornam a situação dessas populações ainda mais crítica (SILVA et al., 2013; CRESPO-LOPEZ et al., 2023).

No que diz respeito da análise epidemiológica da exposição por mercúrio, sob uma perspectiva conceitual, requer a aplicação de métodos quantitativos para determinar a relação entre os níveis de exposição e as consequências para a saúde. No contexto da Amazônia, onde a exposição é predominantemente associada ao consumo de peixes contaminados, estudos epidemiológicos têm se concentrado em identificar padrões de vulnerabilidade em grupos sociodemográficos específicos deste estudo, como idade, sexo, raça/etnia e escolaridade entre outros têm se mostrado fatores importantes na determinação de grupos mais suscetíveis à intoxicação por mercúrio (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017; CRESPO-LOPEZ et al., 2021).

Em termos comparativos, a exposição ao mercúrio em populações ribeirinhas da Amazônia está entre as mais altas do mundo. No entanto, o Brasil enfrenta dificuldades semelhantes a outras nações em desenvolvimento, onde as políticas ambientais são insuficientes para conter os efeitos da exposição. Em contraste, países como a Suécia conseguiram reduzir significativamente os níveis de mercúrio em suas populações indígenas através de políticas ambientais rigorosas e monitoramento contínuo. Esses exemplos ilustram a relevância de uma estratégia sólida e unificada para a redução da exposição por mercúrio (BJÖRNBERG et al., 2005; BORGES et al., 2022).

No Brasil, os desafios para a epidemiologia ambiental são extensas e englobam, além do desafio de um monitoramento constante, a resistência de alguns setores da sociedade à aplicação de medidas de controle mais estritas. A Amazônia, devido às suas singularidades geográficas e socioeconômicas, apresenta desafios logísticos consideráveis para a implementação de políticas ambientais efetivas. Além disso, a exposição contínua com o mercúrio compromete seriamente a saúde das futuras gerações, o que torna essencial a implementação de estratégias de saúde pública que possam prevenir e amenizar os danos causados por este metal tóxico (BOISCHIO & HENSHEL, 2000; LEAL-NAZARÉ et al., 2024).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo descrever os níveis de mercúrio total nas amostras de sangue dos moradores das comunidades ribeirinhas de Parauá e Solimões, correlacionando esses níveis com variáveis sociodemográficas. Ao identificar grupos populacionais mais vulneráveis e destacar as diferenças geográficas na exposição ao mercúrio, espera-se fornecer subsídios para a elaboração de políticas públicas efetivas que possam atenuar os impactos da exposição e melhorar a qualidade de vida dos grupos populacionais (HACON et al., 2020; PERINI et al., 2024).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Exposição por Mercúrio e Fontes de Exposição na Amazônia

O mercúrio é amplamente reconhecido como um metal tóxico, cujo uso nas atividades de garimpo, especialmente nos processos de amalgamação do ouro, essa prática tem causado sérias preocupações ambientais e de saúde pública. A principal fonte de exposição por mercúrio na região é a utilização desse metal na extração do ouro, onde o mercúrio separa o ouro de outros materiais, como ferro e esmeril encontrados no solo. Durante esse processo, grandes quantidades de mercúrio são liberadas nos rios, contaminando os ecossistemas aquáticos (MALM, 1998). Além disso, o mercúrio existente no solo e na vegetação pode ser transportado através da erosão e lixiviação, o que intensifica ainda mais a dispersão ambiental do mercúrio (BORGES et al., 2022).

Estudos realizados na Amazônia nas últimas décadas têm mostrado altos níveis de mercúrio em populações indígenas e ribeirinhas. Um dos primeiros relatos de exposição significativa por mercúrio na região ocorreu nos anos 90, com a identificação de elevados níveis de mercúrio no sangue e no cabelo de ribeirinhos e indígenas expostos ao metal (PASSOS &

MERGLER, 2008). Essas pesquisas revelam que, além das atividades de mineração, outros fatores, como a queima de biomassa e a utilização imprópria de solos agrícolas, também influenciam na liberação de mercúrio na atmosfera (CRESPO-LOPEZ et al., 2021).

2.2 Mecanismos de Exposição ao Mercúrio em Populações Ribeirinhas

O principal mecanismo de exposição ao mercúrio em populações ribeirinhas é o consumo de peixes contaminados. Devido ao processo de bioacumulação e biomagnificação, o metilmercúrio (MeHg), a forma mais tóxica de mercúrio, onde acumula-se nos tecidos dos peixes ao longo da cadeia alimentar, atingindo níveis elevados nos grandes predadores aquáticos (peixes carnívoros), que são comumente consumidos pelas populações ribeirinhas (HOSHINO et al., 2015). Essa dinâmica faz com que a pesca se torne uma das principais fontes de exposição ao mercúrio nessas comunidades.

A susceptibilidade das populações ribeirinhas à exposição ao mercúrio é intensificada por suas condições socioeconômicas. Muitas dessas comunidades dependem quase exclusivamente do pescado como fonte de alimentação, o que eleva a sua exposição a níveis elevados de mercúrio (MENESES et al., 2022). Além disso, a falta de acesso básico aos serviços de saúde adequados, a pouca informação sobre os riscos associados ao mercúrio, contribui para que os moradores dessas áreas continuem expostos de forma crônica ao metal.

2.3 Impactos do Mercúrio na Saúde Humana

Os impactos do mercúrio na saúde humana são amplamente documentados, com destaque para seus efeitos neurotóxicos, especialmente em populações que consomem regularmente peixes contaminados. O mercúrio afeta diretamente o sistema nervoso central (SNC), resultando em sintomas como tremores, dificuldades motoras e cognitivas, além de danos irreversíveis no desenvolvimento neurológico de crianças expostas durante a gestação (CRESPO-LOPEZ et al., 2021). Outros efeitos adversos incluem problemas renais, distúrbios cardiovasculares e complicações no sistema imunológico (SANTOS-SACRAMENTO et al., 2021).

O limite de segurança para a concentração de mercúrio no sangue, estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), é de 10 µg/L. Este parâmetro serve como referência para avaliar a exposição humana ao Hg, um metal altamente tóxico, causando efeitos diversos na saúde pública. Segundo a OMS, "a exposição ao mercúrio pode causar danos ao sistema

nervoso, digestivo e imunológico, além de ser particularmente perigosa para mulheres grávidas, fetos e crianças" (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007). No entanto, em muitas regiões da Amazônia, os níveis de mercúrio observados nas amostras de sangue das populações ribeirinhas excedem esse valor, sugerindo uma exposição contínua e prejudicial (HACON et al., 2020).

2.4 Perfil Sociodemográfico e Susceptibilidade à Exposição Mercurial

Estudos demonstram que fatores sociodemográficos, como idade, sexo, etnia e nível de escolaridade, influenciam significativamente os níveis de exposição ao mercúrio. Grupos mais vulneráveis, como crianças e gestantes, tendem a apresentar maiores níveis de mercúrio devido à bioacumulação e à maior susceptibilidade fisiológica (LEAL-NAZARÉ et al., 2024). Além disso, a dependência de recursos naturais locais, como o pescado, é um fator crítico que agrava a exposição a esse metal pesado em populações de baixo nível educacional (MENESES et al., 2022).

Pesquisas conduzidas na Amazônia indicam que as populações indígenas e ribeirinhas, que têm modos de vida mais dependentes da pesca, estão entre os grupos mais vulneráveis à intoxicação por mercúrio. As diferenças de exposição entre homens e mulheres também têm sido documentadas, as mulheres, particularmente gestantes, correm riscos mais altos devido à transferência de mercúrio durante a gestação e o aleitamento (HOSHINO et al., 2015).

2.5 Estudos de Monitoramento de Mercúrio no Sangue

O monitoramento dos níveis de mercúrio em populações expostas é realizado por meio de análises de sangue, cabelo e urina. A coleta de sangue é uma das técnicas mais utilizadas para medir os níveis de mercúrio total, enquanto o cabelo é frequentemente usado para monitorar a exposição crônica ao metilmercúrio (MeHg), devido à capacidade do metal de se acumular nos fios capilares (PASSOS & MERGLER, 2008). Estudos realizados no Brasil, especialmente na Amazônia mostram que os níveis de mercúrio no sangue das populações ribeirinhas são frequentemente elevados, refletindo a exposição crônica ao metal.

Exemplos de monitoramento em comunidades ribeirinhas na Amazônia revelam que os níveis de mercúrio no sangue podem variar amplamente, dependendo da proximidade das atividades de mineração e do consumo de peixe contaminado (MENEZES et al., 2022). Tais monitoramentos são fundamentais para a implementação de intervenções de saúde pública.

2.6 Bioacumulação e Biomagnificação do Mercúrio na Cadeia Alimentar

O mercúrio tende-se a acumular nos organismos aquáticos através dos processos de bioacumulação e biomagnificação. No ambiente aquático, o mercúrio inorgânico é transformado em metilmercúrio (MeHg) por meio de processos biológicos, e este se acumula nos tecidos dos peixes. À medida que os peixes menores são consumidos por predadores maiores, o metilmercúrio é transferido e se concentra em níveis mais altos na cadeia alimentar (CRESPO-LOPEZ et al., 2023). Isso faz com que peixes predadores, como o tucunaré, surubim entre outros, apresentam níveis elevados de mercúrio, representando um risco significativo para as populações que consomem esses peixes.

O consumo regular de peixe contaminado é, portanto, a principal fonte de exposição ao mercúrio para as populações ribeirinhas da Amazônia. Estudos mostram que os hábitos alimentares estão diretamente relacionados à gravidade da exposição ao mercúrio nessas comunidades (PASSOS & MERGLER, 2008). Além disso, a falta de informação sobre os riscos associados ao consumo excessivo de peixes contaminados contribui para que a exposição permaneça elevada (HOSHINO et al., 2015).

2.7 Políticas Públicas e Intervenções para Redução da Exposição por Mercúrio

No que diz respeito a diversas políticas públicas, tanto nacionais quanto internacionais, foram implementadas para reduzir a exposição por mercúrio. A Convenção de Minamata, adotada em 2013, é um marco importante no controle global das emissões de mercúrio, buscando proteger a saúde humana e o meio ambiente. No Brasil, a implementação dessas políticas enfrenta desafios significativos, especialmente na Amazônia, onde a fiscalização é limitada e o garimpo ilegal é uma prática amplamente difundida (SILVA et al., 2013).

Projetos locais na Amazônia têm buscado mitigar os efeitos da exposição por mercúrio, com foco em programas de educação ambiental, monitoramento de peixes e intervenções de saúde pública. No entanto, a eficácia dessas iniciativas é limitada pela falta de recursos e pela dificuldade de acesso às áreas mais remotas (CRESPO-LOPEZ et al., 2023).

2.8 Desafios e Perspectivas para a Redução da Exposição ao Mercúrio na Amazônia

Os desafios para a redução da exposição ao mercúrio na Amazônia são inúmeros. A vasta extensão territorial, a baixa densidade populacional e a falta de infraestrutura dificultam o monitoramento eficaz da exposição por mercúrio (BOISCHIO & HENSHEL, 2000). Além disso, a dependência econômica das atividades de garimpo e do pescado impede a adoção de medidas restritivas sem comprometer a subsistência das comunidades locais.

Perspectivas futuras incluem o desenvolvimento de estratégias integradas de saúde pública e sustentabilidade ambiental, com foco em intervenções de longo prazo que possam reduzir a dependência de atividades economicamente insustentáveis e diminuir a exposição ao mercúrio (LEAL-NAZARÉ et al., 2024). A continuidade de estudos sobre os impactos do mercúrio na saúde e no meio ambiente é essencial para preencher as lacunas de conhecimento e desenvolver soluções efetivas e eficazes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar os níveis de mercúrio total e descrever o perfil sociodemográfico de moradores das comunidades ribeirinhas, Parauá e Solimões, do Baixo Tapajós, Pará, Brasil.

3.2 Objetivos Específicos

1. Descrever os níveis de mercúrio total nas amostras de sangue dos moradores das comunidades ribeirinhas de Parauá e Solimões, identificando a prevalência de alta exposição com base nos critérios estabelecidos pela OMS.
2. Analisar as variáveis sociodemográficas (idade, sexo, raça/etnia e escolaridade) em relação aos níveis de mercúrio total, identificando grupos populacionais mais vulneráveis à exposição.
3. Comparar os níveis de mercúrio total entre os moradores das comunidades de Parauá e Solimões, destacando as diferenças geográficas na exposição ao mercúrio.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este estudo, de caráter transversal, descritivo e quantitativo, foi desenvolvido com o objetivo de analisar os níveis de mercúrio total (HgT) no sangue de moradores de duas

comunidades ribeirinhas do Baixo Tapajós, Parauá e Solimões, localizadas no município de Santarém, Estado do Pará, Brasil. A pesquisa foi realizada pelo Laboratório de Epidemiologia Molecular (LEpiMol/UFOPA) entre os meses de julho e agosto de 2022. A amostra foi composta por 49 participantes, selecionados de forma intencional, com base em critérios de residência nas comunidades em questão e consentimento para participar do estudo.

4.1 Delineamento do Estudo

O estudo seguiu uma abordagem quantitativa e descritiva, visando à avaliação da prevalência de exposição ao mercúrio e à correlação dessa exposição com variáveis sociodemográficas. O desenho descritivo permitiu a caracterização da exposição a partir de um conjunto limitado de variáveis que incluiu idade, sexo, raça/etnia, nível de escolaridade e local de residência.

4.2 Participantes

Os participantes foram recrutados nas comunidades de Parauá e Solimões, onde obtivemos um total de 49 voluntários que concordaram participar da pesquisa, os moradores selecionados eram maiores de 18 anos e residentes fixos das comunidades ribeirinhas, sendo excluídos aqueles que apresentaram doenças crônicas graves que poderiam interferir na análise dos dados ou que estavam em tratamento para condições que envolvessem a exposição a metais pesados fora do contexto local. Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

4.3 Coleta de Dados

A coleta de dados sociodemográficos foi realizada através de um questionário semiestruturado, que foi aplicado individualmente pelos pesquisadores durante visitas a campo. O questionário continha perguntas relacionadas à idade, sexo, raça/etnia, escolaridade e histórico de residência nas comunidades de Parauá e Solimões. Essas variáveis foram escolhidas devido à sua relevância na identificação de grupos de maior vulnerabilidade à exposição mercurial, conforme sugerido por estudos anteriores (MENESES et al., 2022; PASSOS & MERGLER, 2008).

4.4 Coleta e Análise de Amostras de Sangue

Além dos dados sociodemográficos, foram coletados 5 mL de sangue venoso em tubo Vacutainer® com anticoagulante EDTA, a coleta foi realizada por uma equipe capacitada de profissionais de saúde, seguindo os protocolos de biossegurança e transporte de material biológico da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas, em seguida as amostras de todos os 49 participantes, foram armazenadas no Laboratório de Epidemiologia Molecular (LEpiMol), onde foi realizada a análise dos níveis de Hg.

4.5 Análise Mercurial

Os níveis de Hg total foram medidos a partir do método de espectrometria de absorção atômica e cada amostra foi medida em duplicata. As medidas foram feitas no equipamento DMA-80 Direct Mercury Analyzer (Milestone), de acordo com as recomendações do fornecedor. Conforme descrito em Meneses et al. (2022), a exatidão dos resultados foi determinada usando uma curva de calibração com materiais de referência certificados (CRM) (Seronorm™ Trace Elements Whole Blood, Billingstad, Noruega). Foram considerados expostos todos os participantes cujos níveis de Hg total no sangue ultrapassaram 10µg/L (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017).

4.6 Ferramentas de Análise Estatística

Para a análise estatística dos dados, foram utilizados os softwares **Microsoft Excel**, para a organização inicial dos dados e geração de tabelas e descrever o perfil sociodemográfico. O uso dessa ferramenta permitiu realizar uma análise descritiva detalhada e confiável dos níveis de mercúrio no sangue em relação às variáveis sociodemográficas da população estudada.

4.7 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos no estudo todos os moradores das comunidades de Parauá e Solimões que consentiram em participar, tinham 18 anos ou mais e não apresentavam condições de saúde que interferissem na análise dos níveis de mercúrio. Os critérios de exclusão incluíram a presença de doenças graves não relacionadas à exposição mercurial, tratamento médico com exposição conhecida a metais pesados e a recusa em assinar o TCLE. Esses critérios foram

estabelecidos para garantir que os resultados refletissem a exposição ambiental ao mercúrio na população ribeirinha.

4.8 Análise Estatística

Os dados sociodemográficos foram analisados utilizando-se estatísticas descritivas, como frequências e percentuais, para caracterizar o perfil da população estudada. A análise estatística foi realizada utilizando o software Microsoft Excel. Os dados foram organizados em tabelas descritivas, nas quais foram calculadas medidas como média, mediana, desvio-padrão, valores mínimos e máximos. Essas estatísticas foram utilizadas para descrever os níveis de mercúrio no sangue dos participantes, considerando diferentes variáveis, como comunidade, faixa etária, sexo, raça/etnia e escolaridade.

As comparações entre os grupos de alta e baixa exposição ao Hg foram baseadas na categorização segundo o limite de segurança estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (10 µg/L). Todas as análises foram apresentadas em formato tabular, sem a utilização de gráficos, para facilitar a interpretação dos resultados.

Embora o estudo não tenha incluído análises estatísticas inferenciais mais complexas, o Excel proporcionou uma abordagem robusta para a descrição dos dados e para a organização das tabelas utilizadas neste trabalho.

4.9 Aspectos Éticos

O estudo foi realizado de acordo com a Resolução 466 de 2012 do Conselho Nacional de Saúde e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, sob o número de parecer 5.866.695 e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), conforme as diretrizes éticas para pesquisa com seres humanos. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e sobre os possíveis riscos e benefícios de sua participação. Além disso, foi garantida a confidencialidade dos dados individuais coletados, e os resultados das análises foram comunicados aos participantes por meio de relatórios individuais, com orientações sobre como proceder caso fossem identificados níveis elevados de mercúrio no sangue.

5 RESULTADOS

O estudo incluiu um total de 49 participantes, distribuídos entre as comunidades de Parauá (63,3%) e Solimões (36,7%). Os níveis de HgT no sangue foram analisados em todos os participantes, provenientes das comunidades estudadas. A análise geral revelou que, para Parauá, os níveis de mercúrio no sangue apresentaram uma média de 26,00 µg/L (desvio-padrão 20,9), com valores variando de 4,2 µg/L a 96,2 µg/L, enquanto em Solimões, a média foi de 22,7 µg/L (desvio-padrão 14,7), com valores entre 4,3 µg/L e 59,4 µg/L. Entre todos os participantes, 83,7% apresentaram níveis de Hg acima do limite de segurança estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de 10 µg/L, sendo classificados como de alta exposição (≥ 10 µg/L), com uma média geral de 29,8 µg/L (desvio-padrão 20,8), com os valores variando entre 10,1 e 96,2 µg/L, enquanto 16,3% foram categorizados como de baixa exposição (< 10 µg/L), apresentando uma média de 6,7 µg/L (desvio-padrão 2,2 µg/L), com valores variando de 4,2 µg/L a 9,7 µg/L. Hipoteticamente, os indivíduos de baixa exposição residem em áreas mais distantes das fontes de exposição e apresentam uma dieta menos dependente de peixes (Tabela 1).

No que diz respeito à faixa etária, a partir da análise e interpretação dos níveis de Hg, os participantes com mais de 60 anos que representa 30,6%, apresentaram os maiores níveis médios de Hg ($27,4 \pm 22,0$ µg/L), possivelmente devido à exposição cumulativa ao longo da vida, já que estão há mais tempo sujeitos a fontes de exposição ambiental, como o consumo de peixes contaminados e a proximidade de áreas de garimpo. Em contraste, os menores níveis médios foram registrados na faixa de 18 a 20 anos (9,1 µg/L). No grupo de 21 a 40 anos, os níveis médios foram de $20,1 \pm 11,4$ µg/L, seguidos da faixa etária de 41 a 60 anos ($22,3 \pm 14,8$ µg/L).

Em relação ao sexo dos participantes, 71,4% eram do sexo feminino, enquanto 28,6% eram do sexo masculino. Os níveis médios de Hg foram maiores nas mulheres ($26,5 \pm 20,8$ µg/L) em comparação aos homens ($22,3 \pm 14,8$ µg/L). Essa diferença pode ser explicada por fatores como a maior dependência das mulheres em relação ao consumo de peixes, devido ao seu papel na alimentação familiar, além de uma possível maior susceptibilidade fisiológica à bioacumulação de mercúrio em tecidos corporais.

Os participantes autodeclarados indígenas representaram 63,3% da amostra total e apresentaram níveis médios de Hg de $24,5 \pm 18,4$ µg/L, com valores variando de 4,2 µg/L a 89,6 µg/L, com 77,4% classificados como alta exposição, como consta na (Tabela 3). Participantes autodeclarados pardos, que compuseram 30,6% da amostra ($n = 15$), apresentaram

níveis médios semelhantes, de $23,3 \pm 12,1$ $\mu\text{g/L}$, com 93,3% também em alta exposição contido na (Tabela 3). Já os participantes autodeclarados brancos, apesar de representarem apenas 6,1% da amostra, apresentaram os maiores níveis médios de Hg ($33,6 \pm 20,8$ $\mu\text{g/L}$), sendo todos os casos classificados como alta exposição.

Ao analisar os níveis de exposição ao mercúrio segundo o grau de escolaridade, observou-se que os participantes com ensino fundamental incompleto apresentaram os maiores níveis médios de mercúrio ($30,8 \pm 20,8$ $\mu\text{g/L}$). Os participantes com ensino médio completo e superior completo apresentaram níveis mais baixos, com médias de 21,6 $\mu\text{g/L}$ e 7,4 $\mu\text{g/L}$, respectivamente. As categorias ensino médio incompleto e superior incompleto tiveram médias de 22,3 $\mu\text{g/L}$ e 14,9 $\mu\text{g/L}$, respectivamente (Tabela 1). Esses resultados sugerem uma relação inversa entre o nível de escolaridade e a exposição ao mercúrio, possivelmente devido ao maior acesso à informação e diversificação alimentar entre aqueles com maior grau de instrução.

Tabela 1. Níveis gerais de mercúrio no sangue por variáveis demográficas e exposição, região do baixo Tapajós, 2025.

Variáveis	Nível de Hg (ug/L) Total no sangue						
	n	%	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Comunidade (n = 49)							
Parauá	31	63,3	26,0	18,2	20,87	4,2	96,2
Solimões	18	36,7	22,7	17,9	14,7	4,3	59,4
Exposição (n = 49)							
Baixa exposição	8	16,3	6,7	6,4	2,2	4,2	9,7
Alta exposição	41	83,7	29,8	24,4	20,8	10,1	96,2
Faixa etária (n = 49)							
18 a 20 anos	1	2,0	9,1	9,1	0,0	9,1	9,1
21 a 40 anos	15	30,6	20,1	16,9	11,4	4,3	49,3
41 a 60 anos	18	36,7	22,3	17,5	14,8	4,2	59,4
mais de 60 anos	15	30,6	27,4	22,0	20,8	5,6	96,2
Sexo (n = 49)							
Feminino	35	71,4	26,5	20,1	20,8	4,3	96,2
Masculino	14	28,6	22,3	17,5	14,8	4,2	59,4
Raça/etnia (n = 49)							
Indígena	31	63,3	24,5	18,1	18,4	4,2	89,6
Branco	3	6,1	33,6	27,1	20,8	13,2	96,2
Pardo	15	30,6	23,3	21,9	12,1	9,7	57,8
Escolaridade (n = 49)							
Ens. Fund. Compl	5	10,2	28,7	27,6	5,8	21,9	38,8

Ens. Fund. Incompl	16	32,7	30,8	25,2	20,8	10,7	96,2
Ens. Méd. Compl	16	32,7	21,6	18,1	10,9	8,1	49,3
Ens. Méd. Incompl	6	12,2	22,3	17,5	14,8	4,2	59,4
Superior Compl	3	6,1	7,4	7,6	2,2	4,3	10,1
Superior Incompl	3	6,1	14,9	14,2	6,2	5,1	26,6

A análise dos níveis de mercúrio nas comunidades Parauá e Solimões revelou diferenças importantes em relação à exposição, faixa etária, sexo, raça/etnia e escolaridade. Na comunidade Parauá, 93,5% dos participantes apresentaram alta exposição ao Hg, com níveis médios de $30,3 \pm 20,8$ $\mu\text{g/L}$. Em contrapartida, na comunidade Solimões, o percentual de alta exposição foi menor (66,7%), com uma média de $25,6 \pm 14,2$ $\mu\text{g/L}$, com valores entre 10,1 $\mu\text{g/L}$ e 59,4 $\mu\text{g/L}$. A baixa exposição também foi mais prevalente em Solimões, com média de 7,0 $\mu\text{g/L}$, enquanto Parauá apresentou média de 4,8 $\mu\text{g/L}$.

Em relação à faixa etária, os maiores níveis médios de Hg em Parauá foram encontrados em indivíduos com mais de 60 anos, com média de 27,4 $\mu\text{g/L}$, desvio-padrão de 20,8 $\mu\text{g/L}$, mínimo de 5,6 $\mu\text{g/L}$ e máximo de 96,2 $\mu\text{g/L}$. Já em Solimões, os valores mais elevados ocorreram entre pessoas de 41 a 60 anos, com média de 25,1 $\mu\text{g/L}$, desvio-padrão de 14,2 $\mu\text{g/L}$, mínimo de 9,7 $\mu\text{g/L}$ e máximo de 59,4 $\mu\text{g/L}$. Essa diferença indica que, enquanto em Parauá os idosos são mais expostos, em Solimões a maior exposição está concentrada em adultos de meia-idade.

Na análise por sexo, observou-se que, em Parauá, as mulheres apresentaram os maiores níveis médios de Hg, com média de 27,4 $\mu\text{g/L}$, desvio-padrão de 20,8 $\mu\text{g/L}$, mínimo de 5,6 $\mu\text{g/L}$ e máximo de 96,2 $\mu\text{g/L}$. Por outro lado, em Solimões, os homens apresentaram níveis médios mais altos, com média de 25,1 $\mu\text{g/L}$, desvio-padrão de 14,2 $\mu\text{g/L}$, mínimo de 9,7 $\mu\text{g/L}$ e máximo de 59,4 $\mu\text{g/L}$. Essas diferenças podem estar relacionadas às atividades culturais ou ocupacionais específicas de cada comunidade.

Quanto à raça/etnia, em Parauá, os participantes brancos tiveram os maiores níveis médios de Hg, com média de 33,6 $\mu\text{g/L}$, desvio-padrão de 20,8 $\mu\text{g/L}$, mínimo de 13,2 $\mu\text{g/L}$ e máximo de 96,2 $\mu\text{g/L}$, seguidos pelos pardos (24,9 $\mu\text{g/L}$) e indígenas (24,5 $\mu\text{g/L}$). Já em Solimões, os indígenas apresentaram os maiores níveis médios, com média de 22,7 $\mu\text{g/L}$, desvio-padrão de 14,7 $\mu\text{g/L}$, mínimo de 4,3 $\mu\text{g/L}$ e máximo de 59,4 $\mu\text{g/L}$. Em Solimões, não houve participação de indivíduos brancos.

Por fim, a escolaridade demonstrou influência nos níveis de exposição. Em Parauá, os maiores níveis médios foram registrados entre indivíduos com ensino fundamental incompleto, com média de 33,6 $\mu\text{g/L}$, desvio-padrão de 20,8 $\mu\text{g/L}$, mínimo de 13,2 $\mu\text{g/L}$ e máximo de 96,2

$\mu\text{g/L}$. Já em Solimões, os maiores níveis médios foram encontrados entre aqueles com ensino médio incompleto, com média de $33,0 \mu\text{g/L}$, desvio-padrão de $12,9 \mu\text{g/L}$, mínimo de $17,1 \mu\text{g/L}$ e máximo de $59,4 \mu\text{g/L}$ (Tabela 2). Esses resultados sugerem que pessoas com menor escolaridade, possivelmente envolvidas em atividades de maior risco, apresentam maior exposição ao mercúrio.

De maneira geral, a comunidade Parauá apresentou níveis médios mais elevados, maior variabilidade nos resultados (desvios-padrão mais altos) e valores extremos superiores em comparação com Solimões. Esses dados apontam para uma maior vulnerabilidade da comunidade Parauá, reforçando a necessidade de intervenções específicas para mitigar os riscos associados à exposição ao mercúrio.

Tabela 2. Níveis de mercúrio no sangue por comunidade (Parauá e Solimões) e variáveis demográficas, região do baixo Tapajós, 2025.

Variáveis	Nível de Hg ($\mu\text{g/L}$) total no sangue							
	n	%	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	
Exposição								
Baixa exposição	2	6,5	4,8	4,7	0,7	4,2	5,6	
Alta exposição	29	93,5	30,3	24,8	20,8	10,5	96,2	
Faixa etária								
18 a 20 anos	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
21 a 40 anos	8	25,8	23,9	22,1	10,4	10,8	49,3	
41 a 60 anos	8	25,8	21,4	17,1	13,8	4,2	59,1	
mais de 60 anos	15	48,4	27,4	22,0	20,8	5,6	96,2	
Sexo								
Feminino	23	74,2	27,4	22,0	20,8	5,6	96,2	
Masculino	8	25,8	21,4	17,1	13,8	4,2	59,1	
Parauá (n = 31)	Raça/etnia							
	Indígena	15	48,4	24,5	18,1	18,4	4,2	89,6
	Branco	3	9,7	33,6	27,1	20,8	13,2	96,2
	Pardo	13	41,9	24,9	22,2	11,8	10,8	57,8
	Escolaridade							
	Ens. Fund. Compl	4	12,9	28,7	27,6	5,8	21,9	38,8
	Ens. Fund. Incompl	13	41,9	33,6	27,1	20,8	13,2	96,2
	Ens. Méd. Compl	9	29,0	23,1	22,0	10,6	10,5	49,3
	Ens. Méd. Incompl	3	9,7	9,8	10,5	3,3	4,2	14,6
	Superior Compl	1	3,2	5,6	5,6	0,0	5,6	5,6
Superior Incompl	1	3,2	26,6	26,6	0,0	26,6	26,6	
Exposição								

	Baixa exposição	6	33,3	7,0	7,2	2,1	4,3	9,7
	Alta exposição	12	66,7	25,6	22,1	14,2	10,1	59,4
	Faixa etária							
	18 a 20 anos	1	5,6	9,1	9,1	0,0	9,1	9,1
	21 a 40 anos	7	38,9	11,8	11,4	4,0	4,3	18,2
	41 a 60 anos	10	55,6	25,1	22,0	14,2	9,7	59,4
	mais de 60 anos	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sexo							
	Feminino	12	66,7	15,8	14,6	7,2	4,3	28,6
	Masculino	6	33,3	25,1	22,0	14,2	9,7	59,4
Solimões (n = 18)	Raça/etnia							
	Indígena	16	88,9	22,7	17,9	14,7	4,3	59,4
	Branco	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pardo	2	11,1	17,7	16,1	6,4	9,7	28,6
	Escolaridade							
	Ens. Fund. Compl	1	5,6	28,6	28,6	0,0	28,6	28,6
Ens. Fund. Incompl	3	16,7	14,2	14,5	2,6	10,7	18,2	
Ens. Méd. Compl	7	38,9	11,7	10,9	2,1	8,1	14,6	
Ens. Méd. Incompl	3	16,7	33,0	28,3	12,9	17,1	59,4	
Superior Compl	2	11,1	7,4	7,6	2,2	4,3	10,1	
Superior Incompl	2	11,1	6,0	5,6	1,1	5,1	7,2	

Os resultados da análise comparativa entre os níveis de mercúrio por baixa e alta exposição destacam diferenças importantes relacionadas à comunidade, faixa etária, sexo, raça/etnia e grau de escolaridade. Na comunidade Parauá, 59,2% dos participantes apresentaram alta exposição, com uma média de 26,0 µg/L, desvio-padrão de 20,9 µg/L, valores mínimos de 4,2 µg/L e máximos de 96,2 µg/L, enquanto 4,1% registraram baixa exposição. Já na comunidade Solimões, 24,5% dos participantes apresentaram alta exposição, com uma média de 22,7 µg/L, desvio-padrão de 14,7 µg/L, valores mínimos de 4,3 µg/L e máximos de 59,4 µg/L, enquanto 12,2% apresentaram baixa exposição.

Em relação à faixa etária, os níveis de Hg foram mais elevados em indivíduos acima de 60 anos, com 28,6% apresentando alta exposição e uma média de 27,4 µg/L, desvio-padrão de 20,8 µg/L, mínimo de 5,6 µg/L e máximo de 96,2 µg/L. A faixa de 41 a 60 anos também se destacou, com 32,7% de alta exposição, média de 22,3 µg/L, desvio-padrão de 14,8 µg/L, mínimo de 4,2 µg/L e máximo de 59,4 µg/L. Já na faixa de 21 a 40 anos, 22,5% apresentaram alta exposição, com média de 20,1 µg/L, desvio-padrão de 11,4 µg/L, mínimo de 4,3 µg/L e máximo de 49,3 µg/L.

Quanto ao sexo, as mulheres foram as mais afetadas, com 59,2% apresentando alta exposição, média de 26,5 µg/L, desvio-padrão de 20,8 µg/L, mínimo de 4,3 µg/L e máximo de

96,2 µg/L. Entre os homens, 24,5% registraram alta exposição, com média de 22,3 µg/L, desvio-padrão de 14,8 µg/L, mínimo de 4,2 µg/L e máximo de 59,4 µg/L.

A análise por raça/etnia revelou que os indígenas foram o grupo com maior proporção de alta exposição (49,0%), apresentando média de 24,5 µg/L, desvio-padrão de 18,4 µg/L, mínimo de 4,2 µg/L e máximo de 89,6 µg/L. Entre os pardos, 28,6% tiveram alta exposição, com média de 23,3 µg/L, desvio-padrão de 12,1 µg/L, mínimo de 9,7 µg/L e máximo de 57,8 µg/L. Já os brancos, apesar de representarem apenas 6,1% dos participantes, apresentaram os maiores níveis médios, com média de 33,6 µg/L, desvio-padrão de 20,8 µg/L, mínimo de 13,2 µg/L e máximo de 96,2 µg/L.

No que se refere ao grau de escolaridade, indivíduos com ensino fundamental incompleto apresentaram os maiores níveis de alta exposição (32,7%), com média de 30,8 µg/L, desvio-padrão de 20,8 µg/L, mínimo de 10,7 µg/L e máximo de 96,2 µg/L. Participantes com ensino médio completo registraram média de 21,6 µg/L, desvio-padrão de 10,9 µg/L, mínimo de 8,1 µg/L e máximo de 49,3 µg/L. Aqueles com ensino superior completo apresentaram os menores níveis, com média de 7,4 µg/L, desvio-padrão de 2,2 µg/L, mínimo de 4,3 µg/L e máximo de 10,1 µg/L (Tabela 3).

De forma geral, os resultados evidenciam que a exposição ao Hg é maior na comunidade Parauá, em idosos, mulheres, indígenas e pessoas com menor escolaridade. Esses achados reforçam a necessidade de estratégias específicas de intervenção para mitigar os riscos em grupos mais vulneráveis.

Tabela 3. Comparação dos níveis de mercúrio segundo baixa e alta exposição e características sociodemográficas, região do baixo Tapajós, 2025.

Variáveis	Baixa Exposição		Alta Exposição		n = 49	Nível de Hg (ug/L) Total no sangue				
	n	%	n	%		Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Comunidade										
Parauá	2	4,1	29	59,2	31	26,0	18,2	20,9	4,2	96,2
Solimões	6	12,2	12	24,5	18	22,7	17,9	14,7	4,3	59,4
Faixa etária										
18 a 20 anos	1	2,0	0	0,0	1	9,1	9,1	0,0	9,1	9,1
21 a 40 anos	4	8,2	11	22,5	15	20,1	16,9	11,4	4,3	49,3
41 a 60 anos	2	4,1	16	32,7	18	22,3	17,5	14,8	4,2	59,4
mais de 60 anos	1	2,0	14	28,6	15	27,4	22,0	20,8	5,6	96,2
Sexo										

Feminino	6	12,2	29	59,2	35	26,5	20,1	20,8	4,3	96,2
Masculino	2	4,1	12	24,5	14	22,3	17,5	14,8	4,2	59,4
Raça										
Indígena	7	14,3	24	49,0	31	24,5	18,1	18,4	4,2	89,6
Branco	0	0,0	3	6,1	3	33,6	27,1	20,8	13,2	96,2
Pardo	1	2,0	14	28,6	15	23,3	21,9	12,1	9,7	57,8
Grau de Escolaridade										
Ens. Fund. Compl	0	0,0	5	10,2	5	28,7	27,6	5,8	21,9	38,8
Ens. Fund. Incompl	0	0,0	16	32,7	16	30,8	25,2	20,8	10,7	96,2
Ens. Méd. Compl	3	6,1	13	26,5	16	21,6	18,1	10,9	8,1	49,3
Ens. Méd. Incompl	1	2,0	5	10,2	6	22,3	17,5	14,8	4,2	59,4
Superior Compl	2	4,1	1	2,0	3	7,4	7,6	2,2	4,3	10,1
Superior Incompl	2	4,1	1	2,0	3	14,9	14,2	6,2	5,1	26,6

6 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicam uma alta exposição ao mercúrio nas populações ribeirinhas de Parauá e Solimões, com 83,7% dos participantes apresentando níveis de mercúrio no sangue superiores ao limite de 10 µg/L estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como seguro para a saúde. Esses dados corroboram estudos prévios realizados em regiões similares da Amazônia, que apontam níveis preocupantes de exposição devido à atividade de mineração e à dependência do pescado como principal fonte alimentar (PASSOS & MERGLER, 2008; MENESES et al., 2022).

Um dos principais achados foi a relação entre a idade e os níveis de mercúrio, com participantes mais velhos (61 anos ou mais) apresentando os níveis mais elevados. Esse fenômeno pode ser explicado pela bioacumulação ao longo da vida, especialmente em populações que têm uma dieta rica em peixes, principal fonte de metilmercúrio (CRESPO-LOPEZ et al., 2021). Outros estudos reforçam que indivíduos mais idosos acumulam maiores concentrações desse metal em virtude de uma exposição prolongada (MALM, 1998; BOISCHIO & HENSHEL, 2000).

As mulheres, por sua vez, apresentaram níveis médios mais altos de mercúrio do que os homens. Essa diferença pode ser atribuída tanto a fatores biológicos, como a transferência de mercúrio para o feto e para o bebê durante a gravidez e lactação, quanto a aspectos culturais, como a diferença nos padrões de consumo de pescado. Em comunidades ribeirinhas, as mulheres frequentemente são responsáveis pelo preparo dos alimentos e podem consumir uma variedade maior de pescados contaminados (HOSHINO et al., 2015; MENESES et al., 2022).

A análise por raça/etnia revelou que os participantes brancos apresentaram os níveis mais altos de mercúrio, seguidos por indígenas e pardos. Enquanto os indígenas, tradicionalmente, dependem de recursos naturais para alimentação, as populações brancas podem estar mais envolvidas em atividades próximas a áreas de mineração, ampliando o risco de exposição (CRESPO-LOPEZ et al., 2023). Ademais, a exposição histórica dos povos indígenas ao mercúrio nas proximidades de áreas de garimpo contribui para o acúmulo de exposição ao longo das gerações (SANTOS-SACRAMENTO et al., 2021).

A relação inversa entre os níveis de mercúrio e o nível de escolaridade sugere que o acesso à educação pode influenciar significativamente a exposição. Indivíduos mais instruídos tendem a compreender melhor os riscos ambientais e a diversificar sua alimentação, enquanto pessoas com menor escolaridade permanecem dependentes de fontes alimentares contaminadas (PASSOS & MERGLER, 2008; CRESPO-LOPEZ et al., 2021).

A análise comparativa entre as comunidades de Parauá e Solimões demonstrou que os moradores de Parauá apresentaram níveis mais elevados de mercúrio, possivelmente devido à maior proximidade com áreas de mineração ilegal. Essa diferença também pode estar associada ao tipo de peixe consumido e à frequência de ingestão de pescado contaminado (HACON et al., 2020; BORGES et al., 2022).

Os elevados níveis de mercúrio observados representam um risco à saúde, considerando os efeitos neurotóxicos e os prejuízos ao sistema nervoso central, além de complicações renais, cardiovasculares e distúrbios no desenvolvimento, especialmente em crianças e gestantes (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017; SANTOS-SACRAMENTO et al., 2021).

Diante desses desafios, é essencial implementar estratégias culturalmente sensíveis que envolvam políticas públicas, como as previstas na Convenção de Minamata, e ações educativas para reduzir a exposição. O monitoramento contínuo dos níveis de mercúrio e a diversificação alimentar são medidas prioritárias para mitigar os impactos dessa exposição nas comunidades ribeirinhas (SILVA et al., 2013; CRESPO-LOPEZ et al., 2023).

7 CONCLUSÃO

Este estudo analisou os níveis de mercúrio total no sangue dos moradores das comunidades ribeirinhas de Parauá e Solimões, no Baixo Tapajós, e investigou as relações entre a exposição ao mercúrio e o perfil sociodemográfico dos participantes. Com 83,7% dos indivíduos apresentando níveis acima do limite seguro, os resultados destacam a gravidade da exposição por mercúrio nessas comunidades.

Os objetivos do estudo foram plenamente alcançados, permitindo descrever os níveis de mercúrio, identificar padrões de exposição relacionados a variáveis como idade, sexo, raça/etnia, escolaridade e local de residência, e comparar a exposição entre as duas comunidades. A maior vulnerabilidade observada em Parauá reforça a necessidade de ações específicas para mitigar os impactos da proximidade com áreas de mineração.

Os dados obtidos são de extrema relevância para subsidiar políticas públicas voltadas à redução da exposição por mercúrio e à proteção da saúde das comunidades afetadas. Campanhas de conscientização, monitoramento contínuo e alternativas alimentares seguras são ações indispensáveis para enfrentar essa problemática.

Apesar das contribuições significativas, o estudo apresenta limitações, como o tamanho amostral reduzido e a dificuldade de generalizar os resultados para outras regiões. Estudos futuros com maior abrangência geográfica e populações diversificadas são recomendados para ampliar o entendimento sobre os efeitos do mercúrio na Amazônia e para avaliar intervenções educacionais e alimentares que possam reduzir a exposição.

Por fim, este estudo reforça a importância de monitorar sistematicamente os níveis de mercúrio nas populações expostas e de implementar estratégias eficazes e ajustadas às realidades locais para promover a saúde e a segurança das comunidades ribeirinhas.

8 REFERÊNCIAS

BJÖRNBERG, K. A., VAHTER, M., BERGLUND, B., NIKLASSON, B., BLENNOW, M., & SANDBORGH-ENGLUND, G. *Transport of methylmercury and inorganic mercury to the fetus and breast-fed infant*. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 10, p. 1381-1385, 2005.

BOISCHIO, A. A. P., & HENSHEL, D. S. *Fish consumption, fish lore, and mercury pollution—risk communication for the Madeira River people*. **Environmental Research**, v. 84, n. 2, p. 108-126, 2000.

BORGES, Â. O., et al. *Mercury bioaccumulation, genotoxic and biochemical biomarkers reveal the health status of yellow-spotted Amazon River turtles (*Podocnemis unifilis*) in an environmental protection area in the Amazon*. **Acta Amazonica**, v. 52, n. 3, p. 254-263, 2022.

CRESPO-LOPEZ, M. E., et al. *Mercury: What can we learn from the Amazon?*. **Environment International**, v. 146, 106223, 2021.

CRESPO-LOPEZ, M. E., et al. *Revisiting genetic influence on mercury exposure and intoxication in humans: a scoping review*. **Toxics**, v. 11, n. 12, p. 967, 2023.

FARIAS, L. A., FIGUEIREDO, D. L., LIMA, M. O., & MOUNTEER, A. H. *Mercury contamination in fish consumed by riparian communities in the Tapajós River, Amazon*. **Environmental Pollution**, v. 234, p. 309-318, 2018.

HACON, S., et al. *Mercury exposure through fish consumption in the Amazon: Public health risks in riverine populations*. **Environmental Research**, v. 191, 110026, 2020.

HARADA, M. *Minamata disease: methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution*. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 25, n. 1, p. 1-24, 1995.

HOSHINO, A., et al. *Mercury exposure in a riverside Amazon population, Brazil: a study of the ototoxicity of methylmercury*. **International Archives of Otorhinolaryngology**, v. 19, n. 2, p. 135-140, 2015.

LEAL-NAZARÉ, C. G., et al. *Methylmercury neurotoxicity: Beyond the neurocentric view*. **Science of the Total Environment**, v. 920, 170939, 2024.

MALM, O. *Gold mining as a source of mercury exposure in the Brazilian Amazon*. **Environmental Research**, v. 77, n. 2, p. 73-78, 1998.

MENESES, H. N. M., et al. *Mercury contamination: A growing threat to riverine and urban communities in the Brazilian Amazon*. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 5, 2816, 2022.

MURAD, Afonso Tadeu. **O ciclo do ouro e seus impactos socioambientais**. Um drama humano e ecológico que atravessa fronteiras. **Fronteiras**, Recife, v. 5, n. 1, p. 16-41, jan./jun.

2022. Disponível em: <https://doi.org/10.25247/2595-3788.2022.v5n1.p16-41>. Acesso em: 02 fev. 2025.

MODELLI, Laís. **6 pontos para entender como funciona a extração do ouro no Brasil e por que a fiscalização do garimpo é ineficiente**. G1, 2021. Disponível em: [6 pontos para entender como funciona a extração do ouro no Brasil e por que a fiscalização do garimpo é ineficiente | Meio Ambiente | G1](#). Acesso em: 02 fev. 2025.

PASSOS, C. J. S., & MERGLER, D. *Human mercury exposure and adverse health effects in the Amazon: a review*. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, s503–s520, 2008.

PERINI, J. A., et al. *Single-Nucleotide Polymorphisms Associated with Mercury Levels and Neurological Symptoms: An Overview*. **Toxics**, v. 12, n. 3, p. 226, 2024.

SANTOS-SACRAMENTO, L., et al. *Human neurotoxicity of mercury in the Amazon: A scoping review with insights and critical considerations*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 208, 111697, 2021.

SILVA, J. M., MENEZES, J. P., & BRAGA, L. *Convenção de Minamata: a poluição por mercúrio e os direitos humanos*. **Revista Brasileira de Direito**, v. 9, n. 2, p. 59-74, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Exposure to mercury: a major public health concern*. Geneva: WHO, 2007. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>. Acesso em: 1 jan. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Mercury and health fact sheet*. WHO, 2017.