II CIISC

II CONGRESSO INTERNACIONAL INTERPROFISSIONAL EM SAÚDE COLETIVA

SAÚDE COLETIVA

CIÊNCIA, TERRITÓRIOS E PESSOAS
POR SAÚDES MAIS EQUITATIVAS

VOLUME 3

SUSTENTABILIDADE, MEIO AMBIENTE E SAÚDE



Lívia de A. Valentim
Sheyla de M. S. de Oliveira
Franciane de P. Fernandes
Tatiane C. Quaresma
(orgs.)

Pedro & João editores

Sustentabilidade, Meio Ambiente e Saúde

Volume 3

Pedro & João editores

LÍVIA DE A. VALENTIM
SHEYLA M. S. DE OLIVEIRA
FRANCIANE DE P. FERNANDES
TATIANE C. QUARESMA
Organizadores

Sustentabilidade, Meio Ambiente e Saúde

Volume 3

Pedro & João editores

Organizadores da Obra – Professores doutores da Universidade do Estado do Pará

Lívia de Aguiar Valentim
Sheyla Mara Silva de Oliveira
Franciane de Paula Fernandes
Tatiane Costa Quaresma

Coordenação Editorial, Supervisão e Aprovação

Lívia de Aguiar Valentim
Sheyla Mara Silva de Oliveira
Franciane de Paula Fernandes
Tatiane Costa Quaresma
Ana Emília Gomes Macêdo
Adjanny Estela Santos de Souza

Revisão e Preparação Editorial

Ana Eliza Ferreira de Brito
Igor Dutra Tschope

Autores

Adalgisa Azevedo
Ana Beatriz Gomes de Sousa
Ana Catarina Andrade Vieira
Ana Clara Ribeiro Brito Nascimento
Ana Eliza Ferreira de Brito
Andressa Karoline Cavalcante Pena
Antônio Gabriel Silva Ferreira
Beatriz Cabral da Silva
Camile Lorena dos Reis Maia
Daniela Costa Carvalho
Diego Simeone Ferreira da Silva
Eduarda Mel da Silva Frota
Eros Danilo Batista dos Santos
Eudes Felipe Gomes Lopes
Fábio de Lima Oliveira
Franciane de Paula Fernandes
Gabriel Lima de Andrade
Getúlio José do Carmo Neves Netto
Gustavo Inomata Carvalho Rebelo
Heloisa do Nascimento de Moura Meneses
Janaina Mota de Vasconcelos Massafra
Jennifer dos Santos Marialva Oliveira
Jéssica Luciana dos Santos Pereira
João Vitor de Lima Costa
Joaquim Costa Rosa
José Mateus do Nascimento Pedroso
Larissa Silva Araujo
Layla Bianca Ferreira Rodrigues
Lívia de Aguiar Valentim
Luana Cristina Albuquerque Andrade
Luana Lúcia Silveira Figueira
Luana Raila Melo Santos
Lucicleide Kubiczewski Goto
Luis Arthur Pereira Junior
Maria Beatriz Viana dos Santos
Maria Clara da Silva Rodrigues
Maria do Socorro da Silva Mota
Maria Goreth Silva Ferreira
Mirlane da Costa Frois
Moniky Rayanne Silva dos Santos
Natan Costa Silva
Patrícia Maria Hoyos Lima
Pedro Henrique Oliveira Nunes
Ramon Corrêa Ferreira
Raniel Bentes Silva
Rayellem Freitas de Morais
Roberta Caldeira Mota
Rosana Soares Lisboa Silva
Sabrina do Carmo Vieira Pereira
Samilly Nogueira de Souza
Sara Layza Alves da Silva
Sarah Ailanna Gesta Braga
Sheyla Mara Silva de Oliveira
Silvia Maria Farias da Silva
Tatiane Costa Quaresma
Tiago Menezes Brasil
Veridiana Barreto do Nascimento
Vitória Cristina Carvalho Lauriano
Yasmin Garcia Silva Correa
Yasmin Janaína Silva de Sousa

Copyright © Autores e autoras

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autores e dos autoras.

Valentim, Lívia de A.; Oliveira, Sheyla de M. S.; Fernandes, Franciane de P.; Quaresma, Tatiane C. [Orgs.]

Sustentabilidade, Meio Ambiente e Saúde. São Carlos: Pedro & João Editores, 2026. 133p. 16 x 23 cm. v. 3.

Coleção: Saúde Coletiva: Ciência, territórios e pessoas por saúdes mais equitativas.
ISBN: **978-65-265-3399-4** [digital]

1. Sustentabilidade. 2. Meio Ambiente. 3. Saúde. 4. Doenças tropicais. I. Título.

CDD - 363.7

Capa: Marcos Della Porta
Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB – 8-8828
Diagramação: Ida Conceição Andrade de Melo
Editor: Valdemir Miotello
Diretores executivos: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Editorial da Pedro & João Editores:
Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patrícia da Silva (UERJ/Brasil).



Pedro & João Editores
www.pedroejoaoeditores.com.br
13568-878 – São Carlos – SP
2026

SUMÁRIO

Apresentação……..…9

Capítulo 1: Saúde e segurança alimentar na Amazônia, Pará – Brasil: transmissão oral da doença de chagas associada ao consumo de açaí e estratégias de prevenção…….……...…...12
Sarah Ailanna Gesta Braga
João Vitor de Lima Costa
Ana Clara Ribeiro Brito Nascimento
Pedro Henrique Oliveira Nunes
Diego Simeone Ferreira da Silva

Capítulo 2: Saúde Única (*One Health*) e parasitoses intestinais na infância: desafios para a vigilância, prevenção e controle……...……..….25
Maria Clara da Silva Rodrigues
Luana Raila Melo Santos
Luis Arthur Pereira Junior
Layla Bianca Ferreira Rodrigues
Andressa Karoline Cavalcante Pena
Vitória Cristina Carvalho Lauriano
Beatriz Cabral da Silva
Ana Catarina Andrade Vieira
Daniela Costa Carvalho
Tiago Menezes Brasil
Maria do Socorro da Silva Mota
Tatiane Costa Quaresma

Capítulo 3: Consumo de pescado na Amazônia: entre a segurança alimentar e a exposição ao mercúrio…….44
Eudes Felipe Gomes Lopes
Ana Eliza Ferreira de Brito
Luana Lúcia Silveira Figueira
Camile Lorena dos Reis Maia

Natan Costa Silva
Raniel Bentes Silva
Sara Layza Alves da Silva
Rayellem Freitas de Morais
Jennifer dos Santos Marialva Oliveira
Rosana Soares Lisboa Silva
Franciane de Paula Fernandes
Silvia Maria Farias da Silva

Capítulo 4: Determinação socioambiental e vulnerabilidade ao afogamento em comunidades ribeirinhas da Amazônia: uma revisão integrativa……...……62
Lucicleide Kubiczewski Goto
Gabriel Lima de Andrade
Yasmin Janaína Silva de Sousa
Jéssica Luciana dos Santos Pereira
Eros Danilo Batista dos Santos
Fábio de Lima Oliveira
Veridiana Barreto do Nascimento
Maria Goreth Silva Ferreira

Capítulo 5: Mulheres indígenas e ribeirinhas expostas ao mercúrio na Amazônia: vulnerabilidades socioambientais, saúde materno-infantil e vigilância em saúde……...80
Ana Beatriz Gomes de Sousa
Samilly Nogueira de Souza
Eduarda Mel da Silva Frota
Patrícia Maria Hoyos Lima
Moniky Rayanne Silva dos Santos
Sabrina do Carmo Vieira Pereira
Yasmin Garcia Silva Correa
Adalgisa Azevedo
Eudes Felipe Gomes Lopes
Joaquim Costa Rosa
Heloisa do Nascimento de Moura Meneses
Janaina Mota de Vasconcelos Massafra

Capítulo 6: Biomonitoramento humano do mercúrio: matrizes biológicas, interpretação da exposição e aplicações na vigilância em saúde……..…...…98
Joaquim Costa Rosa
Roberta Caldeira Mota
Eduarda Mel da Silva Frota
Sabrina do Carmo Vieira Pereira
Gustavo Inomata Carvalho Rebelo
Antônio Gabriel Silva Ferreira
Luana Cristina Albuquerque Andrade
Ana Beatriz Gomes de Sousa
Samilly Nogueira de Souza
Janaina Mota de Vasconcelos Massafra
Maria Beatriz Viana dos Santos
Heloisa do Nascimento de Moura Meneses

Capítulo 7: Impactos das mudanças climáticas sobre a saúde de populações vulneráveis: desigualdades socioambientais e desafios para a promoção da saúde e a equidade no SUS……..119
Lucicleide Kubiczewski Goto
Eros Danilo Batista dos Santos
Ramon Corrêa Ferreira
Larissa Silva Araujo
José Mateus do Nascimento Pedroso
Ana Eliza Ferreira de Brito
Fábio de Lima Oliveira
Mirlane da Costa Frois
Getúlio José do Carmo Neves Netto
Lívia de Aguiar Valentim
Franciane de Paula Fernandes
Sheyla Mara Silva de Oliveira

APRESENTAÇÃO

A relação entre ambiente e saúde tornou-se incontornável para compreender os problemas sanitários contemporâneos. A qualidade da água e dos alimentos, a circulação de agentes infecciosos, a exposição a contaminantes e as alterações climáticas interferem diretamente nas condições de vida, mas seus efeitos não se distribuem de maneira uniforme. São mais intensos onde a proteção social é insuficiente e onde populações dependem cotidianamente de ecossistemas submetidos a pressões econômicas e ambientais. O terceiro volume da coletânea Saúde Coletiva: Ciência, Territórios e Pessoas por Saúdes Mais Equitativas, composto por capítulos submetidos ao II Congresso Internacional Interprofissional em Saúde Coletiva, parte dessa interdependência. Sustentabilidade, Meio Ambiente e Saúde reúne contribuições que ajudam a interpretar a determinação socioambiental do adoecimento, com atenção especial às realidades amazônicas.

A Amazônia ocupa posição central nesta obra não como cenário exótico ou simples reserva de recursos naturais, mas como território habitado, atravessado por relações sociais, práticas alimentares, atividades produtivas e formas particulares de acesso aos serviços. O capítulo sobre transmissão oral da doença de Chagas associada ao consumo de açaí evidencia a necessidade de conciliar segurança sanitária e respeito à relevância cultural e econômica de um alimento profundamente integrado à vida regional. A prevenção exige boas práticas em diferentes etapas da cadeia produtiva, vigilância e educação em saúde; não pode ser construída por meio da desqualificação de costumes locais ou da transferência integral de responsabilidades aos consumidores.

A abordagem da Saúde Única, aplicada às parasitoses intestinais na infância, amplia essa compreensão ao considerar as

conexões entre saúde humana, condições ambientais e outros componentes dos ecossistemas. O enfrentamento dessas infecções requer atenção às condições de saneamento, higiene, exposição e vigilância, demonstrando os limites de intervenções isoladas. Mais do que incorporar uma nova expressão ao vocabulário científico, a perspectiva integrada demanda articulação entre setores, circulação de informações e reconhecimento de que a prevenção se organiza nos territórios em que as pessoas vivem.

Os capítulos dedicados ao mercúrio constituem outro eixo importante da publicação. A discussão sobre consumo de pescado na Amazônia evidencia a complexidade de um problema no qual alimentação, segurança nutricional e exposição ambiental não podem ser analisadas separadamente. Para numerosas comunidades, o pescado integra a subsistência, a cultura alimentar e as relações econômicas. Nesse contexto, recomendações sanitárias precisam ser tecnicamente fundamentadas e socialmente viáveis. A análise das vulnerabilidades de mulheres indígenas e ribeirinhas, especialmente no âmbito materno-infantil, acrescenta a necessidade de considerar situações de exposição diferenciadas e possíveis repercussões em grupos que exigem proteção específica.

O estudo sobre biomonitoramento humano do mercúrio complementa essa discussão ao abordar matrizes biológicas, interpretação da exposição e aplicações para a vigilância em saúde. A produção de evidências sobre contaminantes ambientais é indispensável, mas sua utilidade pública depende da capacidade de interpretar os achados com rigor e de convertê-los em acompanhamento, comunicação de riscos e medidas de proteção. O monitoramento não deve ser compreendido como finalidade em si mesmo: seu sentido maior reside em subsidiar decisões e responder às necessidades das populações expostas.

A vulnerabilidade ao afogamento em comunidades ribeirinhas introduz uma dimensão frequentemente subestimada do debate socioambiental. A convivência cotidiana com rios, deslocamentos por embarcações e condições específicas de

mobilidade exigem estratégias de prevenção compatíveis com a realidade local. O risco não decorre apenas de comportamentos individuais, mas da interação entre características do território, infraestrutura, condições de transporte e acesso oportuno ao socorro. Ao tratar esse agravo sob a perspectiva da determinação socioambiental, a obra contribui para ampliar o entendimento sobre prevenção e proteção da vida.

Por fim, a discussão dos impactos das mudanças climáticas sobre populações vulneráveis situa esses problemas em uma escala mais ampla. Eventos ambientais extremos e transformações progressivas dos ecossistemas podem aprofundar desigualdades preexistentes, comprometer meios de subsistência e pressionar os serviços de saúde. Uma resposta comprometida com a equidade precisa articular vigilância, adaptação, planejamento territorial e participação social. Na Amazônia, essa agenda requer atenção às populações indígenas, ribeirinhas e demais comunidades cujos modos de vida mantêm relações estreitas com o ambiente.

Os sete capítulos deste volume não esgotam a complexidade da agenda socioambiental, mas apresentam recortes complementares e cientificamente relevantes. Sua reunião expressa o valor de pesquisas capazes de dialogar com problemas concretos, aproximando epidemiologia, vigilância, assistência e saberes territoriais. Ao integrar esta coletânea, a obra reafirma que sustentabilidade não pode ser separada de justiça social e que a proteção ambiental também constitui compromisso com a saúde coletiva. Esperamos que suas reflexões contribuam para práticas profissionais e políticas públicas sensíveis à diversidade amazônica, sustentadas por evidências e pelo respeito às populações que vivem e produzem conhecimento nesses territórios.

CAPÍTULO 1
SAÚDE E SEGURANÇA ALIMENTAR NA AMAZÔNIA, PARÁ – BRASIL: TRANSMISSÃO ORAL DA DOENÇA DE CHAGAS ASSOCIADA AO CONSUMO DE AÇAÍ E ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO

Sarah Ailanna Gesta Braga
João Vitor de Lima Costa
Ana Clara Ribeiro Brito Nascimento
Pedro Henrique Oliveira Nunes
Diego Simeone Ferreira da Silva

Resumo
A doença de Chagas constitui importante problema de saúde pública na Amazônia brasileira, especialmente em razão da relevância da transmissão oral associada ao consumo de alimentos contaminados, com destaque para o açaí. O presente estudo teve como objetivo analisar a relação entre o consumo de açaí, a transmissão oral da doença de Chagas e as principais estratégias de prevenção aplicáveis ao contexto do estado do Pará. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter descritivo e exploratório, realizada a partir da análise de artigos científicos, estudos epidemiológicos e documentos institucionais relacionados à epidemiologia, transmissão, segurança alimentar e controle da doença de Chagas. Os estudos analisados evidenciam a ocorrência de surtos de doença de Chagas aguda associados ao consumo de açaí contaminado por Trypanosoma cruzi, ressaltando a importância das condições higiênico-sanitárias ao longo da cadeia produtiva. A seleção dos frutos, a higienização, a sanitização, as boas práticas de manipulação e o tratamento térmico constituem medidas relevantes para a redução do risco de contaminação. Além disso, a vigilância epidemiológica e sanitária e a educação em saúde são fundamentais para a identificação precoce de casos e para a prevenção de novos surtos. Conclui-se que o enfrentamento da transmissão oral da doença de

Chagas na Amazônia paraense requer uma abordagem integrada, envolvendo segurança alimentar, vigilância, educação em saúde, capacitação dos manipuladores e valorização das práticas culturais relacionadas ao consumo do açaí.
Palavras-Chave: Doença de Chagas. Açaí. Transmissão Oral. Segurança Alimentar. Amazônia.

Abstract
Chagas disease is an important public health problem in the Brazilian Amazon, particularly because of the relevance of oral transmission associated with the consumption of contaminated food, especially açaí. This study aimed to analyze the relationship between açaí consumption, oral transmission of Chagas disease, and the main prevention strategies applicable to the state of Pará. This is an integrative literature review with a descriptive and exploratory approach, based on scientific articles, epidemiological studies, and institutional documents addressing the epidemiology, transmission, food safety, and control of Chagas disease. The studies analyzed demonstrate the occurrence of acute Chagas disease outbreaks associated with the consumption of açaí contaminated with Trypanosoma cruzi, emphasizing the importance of hygienic and sanitary conditions throughout the production chain. Fruit selection, washing, sanitization, good handling practices, and heat treatment are relevant measures to reduce the risk of contamination. In addition, epidemiological and health surveillance, together with health education, are essential for the early identification of cases and prevention of new outbreaks. It is concluded that addressing oral transmission of Chagas disease in the Amazon region of Pará requires an integrated approach involving food safety, surveillance, health education, training of food handlers, and appreciation of cultural practices related to açaí consumption.
Keywords: Chagas Disease. Açai. Oral Transmission. Food Safety. Amazon.

INTRODUÇÃO

A doença de Chagas, também denominada tripanossomíase americana, é uma enfermidade infecciosa causada pelo protozoário Trypanosoma cruzi. Historicamente, a doença esteve

fortemente associada à transmissão vetorial por triatomíneos, popularmente conhecidos como barbeiros. Entretanto, a cadeia epidemiológica apresenta diferentes mecanismos de transmissão, incluindo as vias oral e congênita, além da transmissão transfusional, por transplante de órgãos e, em circunstâncias específicas, por acidentes laboratoriais. No Brasil, a distribuição e a importância relativa dessas formas de transmissão variam de acordo com as características epidemiológicas, ambientais e socioculturais de cada região (BRASIL, 2019; BRASIL, 2025).

A doença apresenta duas fases clínicas principais: aguda e crônica. Na fase aguda, os sinais e sintomas podem ser inespecíficos, incluindo febre prolongada, mal-estar, cefaleia, fraqueza, edema e alterações hepáticas ou cardíacas. Em alguns casos, o indivíduo pode permanecer assintomático, dificultando o diagnóstico. Na fase crônica, muitos pacientes permanecem durante anos na forma indeterminada, sem manifestações clínicas evidentes. Entretanto, parte dos indivíduos pode evoluir para formas cardíacas, digestivas ou cardiodigestivas, com consequências importantes para a qualidade de vida e para a saúde pública (BRASIL, 2025; BRASIL, 2026).

Na Amazônia brasileira, a epidemiologia da doença de Chagas apresenta características particulares. A presença de diferentes espécies de triatomíneos, a existência de reservatórios silvestres do parasito, a proximidade entre populações humanas e ambientes naturais e determinadas práticas de produção e consumo de alimentos contribuem para a complexidade da transmissão. Nesse cenário, a transmissão oral ganhou destaque por estar relacionada à ocorrência de surtos de doença de Chagas aguda após o consumo de alimentos ou bebidas contaminados com T. cruzi (BRASIL, 2019; BRASIL, 2026).

O estado do Pará possui especial importância nesse contexto. O açaí, obtido principalmente de espécies do gênero Euterpe, apresenta expressiva relevância cultural, econômica e alimentar para a população paraense. Seu consumo está profundamente incorporado aos hábitos alimentares locais, sendo realizado

diariamente por parcela significativa da população e estando associado tanto à alimentação doméstica quanto à atividade econômica de produtores, batedores, comerciantes e demais trabalhadores envolvidos na cadeia produtiva.

Apesar de sua importância cultural e nutricional, a cadeia de produção do açaí apresenta diferentes pontos críticos relacionados à segurança dos alimentos. Durante as etapas de coleta, transporte, seleção, lavagem, sanitização, processamento e armazenamento, podem ocorrer condições que favoreçam a contaminação do alimento por agentes biológicos. No caso da doença de Chagas, a presença de T. cruzi no alimento constitui fator determinante para a ocorrência da transmissão oral.

A relação entre o consumo de açaí e a transmissão oral da doença de Chagas foi documentada em diferentes investigações realizadas na Amazônia. Pereira et al. (2009) destacaram a importância da doença de Chagas como enfermidade transmitida por alimentos e discutiram a ocorrência de casos associados ao consumo de produtos contaminados. Investigações posteriores também identificaram a presença de T. cruzi em amostras relacionadas a surtos, fortalecendo a associação epidemiológica entre o consumo de alimentos contaminados e a ocorrência da doença de Chagas aguda (SANTANA et al., 2019).

No estado do Pará, estudos epidemiológicos demonstram a relevância da transmissão oral. Oliveira et al. (2026), ao analisarem casos de doença de Chagas aguda notificados no período de 2013 a 2023, identificaram predominância da transmissão oral entre os casos avaliados e observaram associação temporal com o período relacionado à cadeia produtiva do açaí.

Entretanto, é importante ressaltar que o açaí não deve ser compreendido como causa direta da doença. O risco está relacionado à eventual contaminação do alimento pelo T. cruzi e às condições existentes ao longo de sua cadeia produtiva. Dessa forma, a discussão sobre o tema deve priorizar a segurança alimentar, as boas práticas de processamento e a prevenção da contaminação, evitando a estigmatização de um alimento de

grande importância para a cultura, economia e alimentação amazônicas.

Nesse sentido, a segurança alimentar constitui componente fundamental das ações de promoção da saúde. A implementação de boas práticas de manipulação, a capacitação dos trabalhadores, a fiscalização sanitária, a melhoria das condições de processamento e o acesso da população a informações adequadas são medidas que podem contribuir para reduzir o risco de transmissão oral.

Entre as estratégias de controle relacionadas ao processamento do açaí, destaca-se o tratamento térmico, incluindo o processo conhecido como branqueamento ou choque térmico. Essa medida, quando realizada de acordo com os parâmetros técnicos recomendados, contribui para a inativação do T. cruzi e de outros microrganismos de importância sanitária, constituindo uma importante barreira de segurança no processamento do alimento (EMBRAPA, 2026).

Além das medidas diretamente relacionadas ao processamento do alimento, a vigilância epidemiológica apresenta papel fundamental na identificação precoce de casos suspeitos, investigação de surtos e adoção de medidas de controle. A educação em saúde também se mostra essencial, pois permite orientar produtores, manipuladores, comerciantes e consumidores quanto aos riscos e às medidas preventivas.

Diante desse cenário, torna-se relevante analisar a transmissão oral da doença de Chagas associada ao consumo de açaí no estado do Pará, considerando a interface entre epidemiologia, segurança alimentar, vigilância em saúde, educação e aspectos culturais. A compreensão dessa relação pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de prevenção mais adequadas à realidade amazônica.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Analisar a relação entre a transmissão oral da doença de Chagas e o consumo de açaí na Amazônia paraense, destacando os principais fatores de risco e as estratégias de prevenção relacionadas à segurança alimentar e à educação em saúde.

Objetivos específicos

Descrever os principais aspectos epidemiológicos e clínicos da doença de Chagas na Amazônia, com ênfase na transmissão oral do Trypanosoma cruzi e na associação entre o consumo de açaí contaminado e a ocorrência de casos no estado do Pará;

Identificar os principais pontos críticos de contaminação do açaí e discutir as medidas de higienização, sanitização, boas práticas de manipulação e tratamento térmico destinadas à redução do risco de transmissão;

Destacar a importância da vigilância epidemiológica e sanitária, da educação em saúde e da segurança alimentar na prevenção e no controle da doença de Chagas, contribuindo para a promoção da saúde e a melhoria da qualidade de vida da população paraense.

MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter descritivo e exploratório, desenvolvida com o propósito de reunir, analisar e sintetizar evidências científicas e documentais acerca da transmissão oral da doença de Chagas associada ao consumo de açaí na Amazônia, especialmente no estado do Pará. A pesquisa bibliográfica foi realizada mediante consulta a bases de dados científicas e documentos institucionais relacionados ao tema. Foram consideradas publicações disponíveis em bases como

PubMed e SciELO, além de documentos oficiais do Ministério da Saúde, da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará (SESPA) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Foram utilizados, isoladamente e em diferentes combinações, os seguintes descritores e palavras-chave: "Doença de Chagas", "Trypanosoma cruzi", "transmissão oral", "açaí",

"Amazônia", "Pará", "segurança alimentar", "boas práticas", "processamento de alimentos" e "prevenção". Foram priorizados artigos científicos, estudos epidemiológicos, revisões de literatura, documentos oficiais, protocolos, manuais técnicos e materiais institucionais relacionados à epidemiologia da doença de Chagas, transmissão oral, surtos associados ao consumo de açaí, segurança dos alimentos e estratégias de prevenção. Foram incluídos estudos que apresentassem informações relevantes sobre a epidemiologia da doença de Chagas na Amazônia, a transmissão oral por alimentos, a relação entre o consumo de açaí e a infecção por T. cruzi, os fatores relacionados à contaminação e as medidas de prevenção e controle. Foram excluídos materiais duplicados, documentos sem relação direta com o tema e publicações que não apresentassem informações pertinentes aos objetivos estabelecidos.

A análise das informações foi realizada de maneira qualitativa e temática. Para organização dos resultados, foram estabelecidos quatro eixos principais: epidemiologia da doença de Chagas na Amazônia; transmissão oral e consumo de açaí; segurança e processamento do fruto; e estratégias de prevenção, vigilância e educação em saúde.

Os dados encontrados na literatura foram comparados e interpretados considerando as características epidemiológicas e socioculturais da população amazônica. Buscou-se, ainda, estabelecer uma relação entre os fatores de risco identificados e as estratégias disponíveis para a redução da transmissão oral. Por se tratar de uma revisão integrativa da literatura, que utiliza dados e informações de acesso público, este estudo dispensa a apreciação

por um Comitê de Ética em Pesquisa, em conformidade com a Resolução CNS nº 510/2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 2013 e 2023, foram registrados 2.762 casos de doença de Chagas aguda (DCA) no estado do Pará, sendo 2.415 casos (87,44%) relacionados à provável transmissão oral e 159 casos (5,76%) associados à transmissão vetorial. Esses dados evidenciam a predominância da transmissão oral no contexto amazônico, diferenciando o perfil epidemiológico observado na região daquele historicamente relacionado à transmissão pelo vetor. Esse cenário está de acordo com as informações do Ministério da Saúde, que reconhece a transmissão oral como uma importante forma de ocorrência da doença de Chagas na Amazônia, principalmente por meio do consumo de alimentos contaminados, entre os quais se destacam o açaí, a bacaba e outros produtos tradicionalmente consumidos na região.

Quanto ao perfil dos casos, observou-se discreto predomínio do sexo masculino, correspondente a 54,16% dos registros, enquanto o sexo feminino representou 45,84%. Em relação à idade, a maior frequência ocorreu entre indivíduos de 20 a 39 anos, correspondendo a 34,65% dos casos, seguida pela faixa de 40 a 59 anos, com 24,15%. A ocorrência de casos entre crianças, adolescentes e adultos demonstra que a transmissão oral pode atingir diferentes grupos etários, especialmente quando ocorre exposição coletiva a uma mesma fonte de alimento contaminado. Oliveira et al. (2026) destacam que a ocorrência de casos em diferentes indivíduos pode estar relacionada à transmissão por fonte comum, principalmente em ambientes domiciliares e comunitários. Nesse contexto, o domicílio apresentou importante participação como provável local de infecção, reforçando a necessidade de atenção às condições de manipulação e processamento dos alimentos.

Aproximadamente 95,80% dos casos analisados apresentaram confirmação laboratorial, evidenciando a importância dos métodos diagnósticos para a identificação da doença na fase aguda. A confirmação oportuna dos casos é particularmente relevante diante da possibilidade de evolução para manifestações clínicas graves, tornando a vigilância epidemiológica e o diagnóstico precoce componentes fundamentais para o controle da doença.

Os dados também demonstram uma relação temporal entre a ocorrência da DCA e o período de produção do açaí no Pará. Oliveira et al. (2026) identificaram sazonalidade estatisticamente significativa dos casos, com maior concentração de notificações em período coincidente com a safra do fruto. Esse comportamento apresenta relevância epidemiológica, uma vez que o período de maior produção está relacionado ao aumento da disponibilidade, comercialização e consumo do açaí na região. Além disso, os autores identificaram correlação negativa moderada entre o número de casos de DCA e o preço do açaí, com coeficiente de correlação de -0,413 e significância estatística. Esse resultado sugere que períodos de maior oferta do fruto, associados à redução do preço, podem coincidir com aumento da ocorrência de casos. Entretanto, a correlação entre essas variáveis não permite afirmar, isoladamente, uma relação de causalidade, sendo necessário considerar a interação entre fatores ambientais, sociais, econômicos, culturais e sanitários.

A relação observada entre a dinâmica da doença e a cadeia produtiva do açaí está de acordo com Pereira et al. (2009), que caracterizam a doença de Chagas como uma enfermidade que também pode ser transmitida por meio da ingestão de alimentos contaminados. Santana et al. (2019) também demonstraram a importância da transmissão oral de Trypanosoma cruzi na Amazônia brasileira, evidenciando que essa via constitui importante problema de saúde pública. Dessa forma, os resultados apresentados por Oliveira et al. (2026) ampliam as evidências disponíveis na literatura ao demonstrar uma

associação entre a ocorrência de casos e características relacionadas à cadeia produtiva do açaí no estado do Pará.

É importante ressaltar, entretanto, que o consumo do açaí, por si só, não deve ser considerado responsável pela transmissão da doença. O risco está relacionado à possibilidade de contaminação do alimento durante diferentes etapas da cadeia produtiva, incluindo colheita, transporte, armazenamento, processamento e comercialização, especialmente quando não são adotadas medidas adequadas de higiene e controle sanitário. Portanto, a discussão deve estar centrada na segurança da cadeia produtiva e nas condições em que o alimento é manipulado.

Nesse sentido, estudos relacionados ao processamento do açaí demonstram a importância da adoção de métodos capazes de reduzir ou eliminar a presença de T. cruzi. Neves et al. (2019) destacam a utilização de métodos de desinfecção, tratamento térmico e controle de qualidade como estratégias importantes para a prevenção da doença de Chagas transmitida por alimentos. Os autores ressaltam que diferentes cepas do parasito podem apresentar resistência variável aos procedimentos de sanitização, evidenciando a necessidade de adoção de medidas de controle eficazes.

Entre as estratégias de prevenção, o tratamento térmico apresenta especial importância. Estudos experimentais demonstraram a eficiência de procedimentos como o branqueamento dos frutos e a pasteurização do suco, em condições específicas de temperatura e tempo, para a eliminação do parasito nas matrizes avaliadas. Esses achados demonstram que intervenções realizadas diretamente no processamento dos alimentos podem interromper uma etapa importante da cadeia de transmissão.

A tecnologia Açaí Seguro, apresentada pela Embrapa, constitui uma alternativa voltada à aplicação do choque térmico durante o processamento do fruto. O procedimento envolve etapas de seleção, lavagem, sanitização, tratamento térmico, resfriamento e posterior processamento, buscando aumentar a

segurança do produto e reduzir a presença de T. cruzi e de outros microrganismos de importância sanitária. A adoção dessas medidas é particularmente importante devido à relevância econômica, cultural e alimentar do açaí para a população amazônica.

Assim, as estratégias de prevenção devem considerar as características da cadeia produtiva e buscar conciliar a segurança sanitária com a manutenção da qualidade e das características do produto. Além do tratamento térmico, as boas práticas de higiene e manipulação permanecem essenciais, incluindo a utilização de água de qualidade, a higienização adequada dos equipamentos e superfícies e a prevenção da recontaminação após o tratamento.

A relevância dessas medidas torna-se ainda maior diante das possíveis consequências clínicas da infecção. Entre os casos analisados por Oliveira et al. (2026), foram registrados óbitos atribuídos à doença de Chagas, demonstrando que a transmissão oral pode produzir manifestações graves e potencialmente fatais. Esse resultado é consistente com Perez-Molina et al. (2020), cuja revisão sistemática e meta-análise demonstrou a ocorrência de mortalidade entre pacientes com doença de Chagas aguda transmitida oralmente. Embora a letalidade geral possa ser relativamente baixa, a possibilidade de evolução grave reforça a necessidade de prevenção, diagnóstico e tratamento oportunos.

A importância do diagnóstico precoce também é reconhecida pelo Ministério da Saúde, por meio do Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da doença de Chagas, que estabelece orientações para diagnóstico, tratamento e acompanhamento dos indivíduos acometidos. Dessa forma, o enfrentamento da doença deve envolver não apenas ações voltadas à prevenção da contaminação dos alimentos, mas também a identificação rápida dos casos e a garantia de acesso ao tratamento adequado.

De maneira integrada, os resultados demonstram que a doença de Chagas na Amazônia apresenta um perfil epidemiológico particular, no qual a transmissão oral ocupa posição de destaque. A predominância dessa via entre os casos

registrados no Pará evidencia a necessidade de ampliar as estratégias de prevenção para além do controle vetorial, incorporando medidas relacionadas à segurança dos alimentos e às condições de processamento. A associação observada entre a sazonalidade dos casos e o período de produção do açaí reforça a importância de considerar a cadeia produtiva do fruto nas ações de vigilância epidemiológica, embora essa relação deva ser interpretada com cautela, considerando a natureza multifatorial da transmissão.

CONCLUSÃO

A análise realizada evidencia a predominância da transmissão oral da doença de Chagas aguda no estado do Pará, destacando a importância dessa via de transmissão no contexto epidemiológico amazônico. A concentração dos casos em períodos relacionados à safra do açaí e a associação observada com a dinâmica de preços do fruto reforçam a necessidade de atenção à cadeia produtiva, sem, contudo, estabelecer relação causal direta entre o consumo do açaí e a ocorrência da doença.

O enfrentamento da doença de Chagas na Amazônia deve, portanto, ultrapassar as estratégias tradicionais de controle vetorial e incorporar ações direcionadas à segurança dos alimentos, às boas práticas de higiene e manipulação, ao processamento adequado do açaí e ao fortalecimento da vigilância epidemiológica. A utilização de medidas como o tratamento térmico, associada à prevenção da recontaminação e ao diagnóstico e tratamento oportunos, constitui estratégia relevante para reduzir a ocorrência de novos casos e prevenir desfechos graves.

Dessa forma, a valorização do açaí como produto de importância cultural, alimentar e econômica deve estar associada à garantia de sua segurança sanitária, conciliando a preservação das práticas e características tradicionais do produto com medidas eficazes de prevenção da transmissão do Trypanosoma cruzi.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Doença de Chagas. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Doença de Chagas: situação epidemiológica. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia de Vigilância em Saúde. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas: doença de Chagas. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025.

EMBRAPA. Açaí Seguro: choque térmico no processamento do açaí para segurança alimentar e saúde única. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2026.

NEVES, R. F. et al. Prevention methods of foodborne Chagas disease: disinfection, heat treatment and quality control by RT-PCR. Food Research International, 2019.

OLIVEIRA, M. G. et al. Epidemiology of acute Chagas disease in the Amazon: association between the açaí production chain and case reports in Pará state, Brazil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 59, e03602025, 2026. DOI: 10.1590/0037-8682-0360-2025.

PEREIRA, K. S. et al. Chagas disease as a foodborne illness. Emerging Infectious Diseases, v. 15, n. 4, 2009.

PEREZ-MOLINA, J. A. et al. Case-fatality from orally-transmitted acute Chagas disease: a systematic review and meta-analysis. Clinical Infectious Diseases, 2020. DOI:10.1093/cid/ciaa1148.

SANTANA, R. A. G. et al. Oral transmission of Trypanosoma cruzi, Brazilian Amazon. Emerging Infectious Diseases, v. 25, n. 1, p. 132-135, 2019. DOI: 10.3201/eid2501.180646.

CAPÍTULO 2
SAÚDE ÚNICA (*ONE HEALTH*) E PARASITOSES INTESTINAIS NA INFÂNCIA: DESAFIOS PARA A VIGILÂNCIA, PREVENÇÃO E CONTROLE

Maria Clara da Silva Rodrigues
Luana Raila Melo Santos
Luis Arthur Pereira Junior
Layla Bianca Ferreira Rodrigues
Andressa Karoline Cavalcante Pena
Vitória Cristina Carvalho Lauriano
Beatriz Cabral da Silva
Ana Catarina Andrade Vieira
Daniela Costa Carvalho
Tiago Menezes Brasil
Maria do Socorro da Silva Mota
Tatiane Costa Quaresma

Resumo
As parasitoses intestinais na infância continuam sendo um importante problema de saúde pública, especialmente em áreas marcadas pela pobreza e pela falta de saneamento básico. Este estudo teve como objetivo analisar os principais fatores relacionados à transmissão e à permanência dessas infecções, considerando a abordagem da Saúde Única. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, de caráter qualitativo, com buscas nas bases SciELO, PubMed, LILACS e Google Scholar, contemplando publicações de 2021 a 2026. Os estudos analisados apontaram que protozoários e geo-helmintos podem provocar alterações clínicas, nutricionais e cognitivas, com maior impacto em populações vulneráveis, incluindo comunidades da Amazônia. Também foi observado que o tratamento medicamentoso, quando realizado isoladamente, apresenta limitações no controle das reinfecções. Dessa forma, medidas de saneamento, educação em saúde e vigilância integrada são fundamentais para reduzir a ocorrência dessas infecções na população infantil.

Palavras-Chave: Parasitoses Intestinais. Saúde Única. Saúde da Criança. Vigilância Epidemiológica. Saneamento Básico.

Abstract
Intestinal parasitic infections remain an important public health problem among children, particularly in areas affected by poverty and inadequate sanitation. This study aimed to analyze the main factors associated with the transmission and persistence of these infections from a One Health perspective. An integrative qualitative literature review was conducted using SciELO, PubMed, LILACS, and Google Scholar, including studies published between 2021 and 2026. The reviewed studies showed that protozoa and soil-transmitted helminths may cause clinical, nutritional, and cognitive consequences, with greater effects among vulnerable populations, including communities in the Amazon region. The findings also indicated that drug treatment alone has limited effectiveness in preventing reinfection. Therefore, sanitation improvements, health education, and integrated surveillance involving human, animal, and environmental health are important measures for controlling these infections. These actions can contribute to more effective and equitable strategies for protecting children and reducing the burden of intestinal parasitoses.
Keywords: Intestinal Parasitoses. One Health. Child Health. Epidemiological Surveillance. Basic Sanitation.

INTRODUÇÃO

Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP, 2020), as parasitoses intestinais estão entre as doenças infecciosas mais prevalentes na infância, constituindo um enorme problema de saúde pública, sendo a falta de saneamento básico um dos principais causadores para a persistência desse cenário. Crianças em idade pré-escolar e escolar são mais vulneráveis a essas condições, em decorrência à imaturidade imunológica associada aos hábitos de higiene e exposição a locais contaminados (Girma et al, 2024). Entre os principais agentes etiológicos destacam-se Giardia duodenalis, Trichuris trichiura, Ascaris lumbricoides, Entamoeba Histolytica cujas infecções estão associadas a quadros

de diarreia, dor abdominal, anemia e desnutrição, gerando prejuízos diretos no crescimento e desenvolvimento cognitivo, fator que se estende a sociedade, posto que o desenvolvimento social e econômico dos indivíduos pode ser afetados (Martins et al, 2024).

A persistência de parasitoses na infância está diretamente relacionada a determinantes sociais e sanitários de saúde, como abastecimento inadequado de água potável, descarte incorreto de resíduos e insuficiência de práticas de educação em saúde, especialmente no manejo de alimentos e higiene, proporcionando o ambiente ideal para a continuação do ciclo dos parasitas (Domingues et al, 2024). Essas condições favorecem a continuidade do ciclo dos parasitas e ampliam a exposição infantil a ambientes contaminados, aumentando o risco de infecção, reinfecção e poliparasitismo. Nesse contexto, a vigilância epidemiológica é fundamental para identificar áreas de maior risco, orientar intervenções e favorecer o diagnóstico precoce e o tratamento oportuno (Agrawal et al, 2024).

Sob a perspectiva da Saúde Única, o entendimento acerca das parasitoses na infância exige a consideração da indissociabilidade entre a saúde humana, ambiente e acesso ao saneamento básico. Além disso, a presença de animais domésticos e peridomésticos não vermifugados e a contaminação ambiental por dejetos podem contribuir para a manutenção do risco, a depender da espécie parasitária, sobretudo entre crianças, cujo comportamento exploratório aumenta a exposição (Oliveira et al., 2024; Limongi e Oliveira, 2020).

Desse modo, estratégias de vigilância pautadas na Saúde Única permitem que o controle das parasitoses ultrapasse o tratamento clínico e alcance a redução da circulação dos agentes no ambiente compartilhado. A integração entre vigilância epidemiológica, educação permanente e gestão ambiental é imprescindível para mapear áreas críticas e enfrentar os determinantes que favorecem a sobrevivência dos parasitos. Ao adotar essa abordagem integrada, o estudo busca fornecer

subsídios teóricos para intervenções de saúde pública voltadas à proteção infantil e ao ambiente socioecológico em que a criança se desenvolve (Oliveira et al., 2024; Mota e Mota, 2025).

OBJETIVOS

Objetivo geral

Compreender, sob a perspectiva da Saúde Única, os principais determinantes sociais, ambientais e sanitários associados à ocorrência e persistência das parasitoses intestinais na infância, destacando desafios para a vigilância, prevenção e controle.

Objetivos específicos

Descrever os principais protozoários e helmintos associados às parasitoses intestinais na infância, suas formas de transmissão e suas principais manifestações clínicas.

Identificar os determinantes sociais, ambientais, sanitários e comportamentais relacionados à ocorrência, à transmissão e à reinfecção por parasitoses intestinais em crianças.

Discutir as repercussões das parasitoses intestinais sobre a saúde infantil, com ênfase nos aspectos clínicos, nutricionais, no crescimento e no desenvolvimento.

Reconhecer a contribuição da vigilância epidemiológica, da educação em saúde, do diagnóstico e tratamento oportunos, do saneamento básico e das ações intersetoriais orientadas pela Saúde Única para a prevenção e o controle dessas infecções.

MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico e síntese narrativa, sobre parasitoses intestinais na infância e sua interface

com a Saúde Única. A revisão foi orientada pela seguinte questão: quais determinantes sociais, ambientais, sanitários e comportamentais estão associados à ocorrência e à persistência das parasitoses intestinais na infância e quais são suas implicações para a vigilância, a prevenção e o controle sob a perspectiva da Saúde Única?

A busca foi realizada nas fontes de informação SciELO, PubMed, LILACS, complementada por pesquisa no Google Scholar. Foram empregados termos em português e inglês, combinados pelos operadores booleanos AND e OR e adaptados a cada fonte, entre eles: "parasitoses intestinais", "enteroparasitoses", "infância", "criança", "Saúde Única", "vigilância epidemiológica", "saneamento básico", "prevenção" e "controle"; bem como seus correspondentes em inglês: "intestinal parasitic infections", "intestinal parasites", "child health", "One Health", "epidemiological surveillance", "sanitation", "prevention" e "control".

Foram incluídos estudos publicados de janeiro de 2021 a janeiro de 2026, disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês ou espanhol, que abordassem parasitoses intestinais na infância, fatores associados à transmissão, manifestações clínicas, repercussões nutricionais, vigilância epidemiológica, prevenção, controle, saneamento ou aspectos relacionados à abordagem da Saúde Única. Foram elegíveis estudos observacionais, estudos epidemiológicos, revisões de literatura e revisões sistemáticas com relação direta ao tema.

Foi utilizado, como literatura complementar, documentos técnicos científicos, diretrizes de instituições de saúde e alguns estudos publicados antes de 2021, para fundamentar conceitos parasitológicos, vias de transmissão, contextualizar a epidemiologia dos achados e medidas preventivas. Contudo, não integram necessariamente a amostra da revisão, apenas para discussão teórica.

Foram excluídos registros duplicados, teses, dissertações, trabalhos incompletos e publicações sem relação direta com a

temática. Na amostra principal, também foram excluídos os estudos publicados fora do período estabelecido. Após a seleção, os textos foram lidos na íntegra e analisados criticamente, com síntese das evidências sobre determinantes sociais, ambientais e sanitários e sobre estratégias de vigilância, prevenção e controle.

Os estudos selecionados foram organizados em um quadro-síntese elaborado no Google Sheets, contendo autor, ano de publicação, objetivo, local e desenho do estudo, principais resultados e conclusões.

Em seguida, os achados foram comparados para identificar convergências, divergências e lacunas no conhecimento sobre as parasitoses intestinais na infância sob a perspectiva da Saúde Única.

Os dados foram submetidos à análise temática e agrupados nas seguintes categorias: principais agentes etiológicos; formas de transmissão; determinantes sociais, ambientais e sanitários; repercussões na saúde infantil; vigilância epidemiológica; e medidas de prevenção e controle. A síntese dos achados foi apresentada de forma narrativa, em consonância com os objetivos da revisão e com a perspectiva da Saúde Única.

Os dados não foram submetidos a tratamento estatístico, pois a revisão foi orientada à síntese narrativa do conhecimento disponível. Por utilizar exclusivamente dados de domínio público provenientes da literatura científica, o estudo não demandou submissão ao comitê de ética em pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca nas fontes de informação resultou na inclusão de estudos que atenderam aos critérios estabelecidos.

Principais parasitoses da infância

Giardíase

A giardíase é uma doença crônica que compromete a absorção intestinal e, independentemente da presença de diarreia, contribui para atrasos no crescimento e no desenvolvimento, tornando-se um importante fator de risco para desnutrição proteico-calórica em crianças (Calegar et.al 2026).

Neves et al. (2016) ressalta que a transmissão ocorre predominantemente pela ingestão de cistos presentes em água e alimentos contaminados ou pelo contato interpessoal em ambientes com condições sanitárias inadequadas. Segundo Calegar et.al (2026), as manifestações clínicas variam desde infecções assintomáticas até quadros de diarreia crônica, dor abdominal, perda de peso e síndrome de má absorção.

Calegar et.al (2026) e Neves et al. (2016) consideram que ampla distribuição da doença demonstra sua estreita relação com fatores ambientais e comportamentais, evidenciando que intervenções em saneamento básico continuam sendo fundamentais para reduzir sua incidência.

Amebíase

A amebíase ou disenteria amebiana é uma infecção crônica causada pela Entamoeba histolytica . É a segunda doença parasitária mais comum no mundo (Ahmed, 2023). Sendo que, de acordo com a SBP (2020), as parasitoses intestinais, dentre elas: a amebíase, estão entre as doenças infecciosas mais prevalentes na infância, constituindo um enorme problema de saúde pública, sendo a falta de saneamento básico um dos principais causadores para a persistência desse cenário pela contaminação oral-fecal.

De acordo com Ahmed (2023) e Neves et al. (2016), grande parte das infecções permanecem assintomáticas, porém parte dos indivíduos desenvolve colite amebiana ou formas extra

intestinais, especialmente abscesso hepático, considerado a principal complicação da doença.

Geo-Helmintíases

Conforme os estudos analisados, os helmintos representam outro grupo de elevada importância clínica e epidemiológica. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), 1,5 bilhão de pessoas, ou seja, 24% da população mundial, têm IPIs, principalmente helmintos transmitidos pelo solo (geo-helmintos) como Ascaris lumbricoides (lombriga), Trichuris trichiura (tricuríase), Ancylostoma duodenale e Necator americanus (ancilostomíase) (Ahmed, 2023).

Neves et al. (2016) demonstra que essas infecções continuam amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais, principalmente onde predominam condições precárias de saneamento e higiene.

De acordo com os autores, os helmintos possuem ciclos biológicos complexos e diferentes mecanismos de transmissão, podendo provocar desde infecções leves até quadros graves de desnutrição, anemia, atraso no crescimento infantil e complicações intestinais.

Entre os helmintos estudados, Ascaris lumbricoides destaca-se por apresentar elevada prevalência mundial. Além disso, Neves et al. (2016) e Almed (2023) afirmam que sua transmissão ocorre pela ingestão de ovos embrionados presentes em alimentos, água ou solo contaminados por fezes humanas. Assim sendo, ciclo pulmonar da larva caracteriza uma das particularidades da doença, podendo provocar manifestações respiratórias transitórias antes da instalação do parasito adulto no intestino delgado.

Os autores concordam que em infecções leves, muitos indivíduos permanecem assintomáticos. No entanto, elevadas cargas parasitárias podem ocasionar obstrução intestinal, migração para ductos biliares e pancreáticos, além de

comprometimento nutricional importante, principalmente em crianças. Os resultados apresentados por Cavalier et al. (2023) complementam essas observações ao demonstrar que os avanços tecnológicos ampliaram significativamente as possibilidades diagnósticas por meio de testes moleculares e métodos rápidos.

IMPACTOS NA SAÚDE INFANTIL E ASPECTOS CLÍNICOS

Impactos na saúde infantil

Parasitoses e Crescimento Infantil

As parasitoses podem repercutir negativamente no crescimento infantil, principalmente quando ocorre de forma persistente, em elevada carga parasitária e em condições nutricionais desfavoráveis. A infecção parasitária por A. lumbricoides, por exemplo, pode estar associada a maior risco de baixa estatura para idade, enquanto a giardíase apresenta associação com baixa estatura e baixo peso (Fauziah et al., 2022). No caso da Giardia duodenalis, ocorre alterações da integridade intestinal e da absorção de nutrientes, embora haja a influência com os determinantes sociais (Dougherty; Bartelt, 2022; Gutiérrez; Bartelt, 2024). Dessa forma, entender os agravos referentes aos diferentes parasitas é fundamental para garantir o crescimento infantil de modo amplo e seguro.

Parasitoses e Desenvolvimento Infantil

Além do crescimento físico, as parasitoses também estão associadas às consequências que ultrapassam as barreiras intestinais, podendo acometer o desenvolvimento da criança. A giardíase tem recebido atenção especial, uma vez que, há evidências da relação entre a infecção e possíveis prejuízos cognitivos em crianças que vivem em condições de vulnerabilidade (Gutiérrez; Bartelt, 2024). Entretanto, a relação

entre parasitose e desenvolvimento cognitivo não deve ser interpretada como uma relação causal direta, visto que demais fatores como desnutrição, saneamento básico e determinantes ambientais também podem interferir no desenvolvimento infantil (Dougterty; Bartelt, 2022; Fauziah et al., 2022).

Parasitoses e Determinantes Sociais da Saúde

A ocorrência das parasitoses na infância está fortemente relacionada aos determinantes sociais e ambientais da saúde, principalmente às condições de saneamento básico, acesso à água potável, condição socioeconômica e escolaridade dos responsáveis. Na Amazônia, observou-se uma maior relação com a contaminação por helmintos transmitidos no solo e fatores como pobreza, evacuação a céu aberto, ausência de estruturas sanitárias adequadas e características das moradias (Calegar et al., 2021). Além disso, na região do Rio de Janeiro, identificou-se a prevalência de Giardia duodenalis entre as crianças pertencentes a famílias de baixo poder econômico, fortalecendo a relação entre vulnerabilidade socioeconômica e exposição às parasitoses (Calegar et al., 2021)

Aspectos clínicos das principais parasitoses com impacto na saúde infantil

Giardia

A giardíase é uma infecção parasitária comum em seres humanos, sendo mais frequente em crianças com maiores índices de vulnerabilidade, podendo ocorrer de forma assintomática ou sintomática. No quadro clínico, os sintomas aparecem geralmente no período de 1 a 14 dias, apresentando diarreia leve ou severa, dor abdominal, gases, náuseas, vômito e desidratação. Os sintomas duram de uma a três semanas, em alguns casos, os sinais se tornam intermitentes.. Além disso, em alguns casos, a giardíase

crônica provoca má absorção de nutrientes, anemia, deferência de ferro e zinco e comprometimento cognitivo (Dougherty; Bartelt, 2022; Gutiérrez; Bartelt, 2024)

Amebíase

É uma infecção pelo protozoário E. histolytica, com ou sem manifestações clínicas. O desenvolvimento da doença varia desde a infecção assintomática até infecções graves como colite amebiana e/ou abscessos hepáticos amebianos. Após a exposição ao parasita os pacientes apresentam sintomas por semanas, caracterizado pela presença de diarreia. Em crianças menores, o abscesso hepático amebiano é comum, podendo desenvolver febre (38°C), calafrios, sudorese, anorexia e dor abdominal no quadrante superior direito que aumenta durante a inspiração. Além disso, em crianças pequenas pode-se observar as formas graves de amebíase, os sintomas dessa forma são disenteria grave e dor com sinais de irritação peritoneal, tenesmo intenso, febre (>38°C), taquicardia, hipertensão, náuseas e anorexia (Morán et al., 2023)

Geo-helmintíases

A ascaridíase, causada por Ascaris lumbricoides, frequentemente apresenta-se de forma assintomática, principalmente em infecções de baixa intensidade. Entretanto, quando a carga parasitária é elevada, podem ocorrer dor abdominal, distensão abdominal, náuseas, vômitos e alterações do hábito intestinal. Durante a fase de migração larval pelos pulmões, podem surgir manifestações respiratórias, como tosse, sibilância, dispneia e febre, acompanhadas de eosinofilia, caracterizando a síndrome de Löeffler. Em infecções intensas, especialmente em crianças, os vermes adultos podem formar massas capazes de provocar obstrução intestinal, além de

complicações decorrentes da migração para as vias biliares (Sanchez-Vegas; Villavicencio, 2022).

A tricuríase, provocada por Trichuris trichiura, também pode permanecer assintomática quando a infecção é leve. Entretanto, crianças com maior carga parasitária podem apresentar dor abdominal, diarreia e presença de sangue nas fezes. Em casos mais graves e prolongados, a inflamação intestinal pode resultar em perda sanguínea, anemia, desnutrição e comprometimento do crescimento (Chen; Wang, 2025; Sanchez-Vegas; Villavicencio, 2022).

A ancilostomíase, causada principalmente por Ancylostoma duodenale e Necator americanus, apresenta manifestações relacionadas às diferentes fases do ciclo do parasito. A penetração das larvas pela pele pode provocar prurido e lesões inflamatórias no local de entrada, enquanto a migração pulmonar pode estar associada a tosse e manifestações respiratórias. Contudo, a principal repercussão clínica da infecção intestinal é a perda crônica de sangue, decorrente da alimentação dos vermes na mucosa intestinal (Sanchez-Vegas; Villavicencio., 2022).

Vigilância, prevenção e controle sob a perspectiva *One Health*

A análise dos estudos evidencia que a ocorrência das parasitoses intestinais na infância está relacionada não apenas à presença do agente etiológico, mas também às condições ambientais e sociais em que as crianças estão inseridas. Uma análise de escolares realizada a partir de inquéritos nacionais identificou associação entre o acesso à rede de esgoto e menor prevalência de ancilostomíase (Santos et al., 2023). Esse achado reforça que as medidas de prevenção precisam ultrapassar as ações individuais e considerar as condições do ambiente em que ocorre a transmissão.

Nesse contexto, a vigilância epidemiológica apresenta papel importante na identificação de populações e territórios mais vulneráveis. Estudos demonstram associação entre a ocorrência

das infecções e indicadores de privação material. Fonseca et al. (2010) identificaram relação entre geo-helmintíases em crianças e fatores como baixa renda familiar, menor escolaridade materna e presença de lixo próximo aos domicílios. A identificação desses fatores permite direcionar as ações de vigilância e priorizar áreas nas quais intervenções ambientais e sociais podem produzir maior impacto.

A prevenção também deve considerar a participação de animais quando estes estiverem envolvidos na cadeia de transmissão. Em comunidades vulneráveis do Nordeste, Harvey et al. (2020) avaliaram crianças e cães e identificaram sobreposição de infecções parasitárias com potencial zoonótico, indicando áreas prioritárias para medidas integradas de prevenção e controle. Esse tipo de investigação demonstra a importância de considerar simultaneamente os componentes humano, animal e ambiental na compreensão da transmissão, princípio fundamental da abordagem One Health.

Em relação ao controle, os estudos indicam que o tratamento dos indivíduos infectados, embora necessário, não é suficiente para interromper a transmissão quando permanecem as condições que favorecem a infecção. Após uma intervenção de tratamento em massa de escolares para helmintos transmitidos pelo solo em uma comunidade do Nordeste, observou-se redução desses parasitos, mas alteração do perfil das infecções, com aumento proporcional de protozoários intestinais (Oliveira et al., 2020). O resultado reforça a necessidade de associar o tratamento a medidas permanentes de saneamento, higiene e controle das condições ambientais que favorecem a manutenção das parasitoses.

Assim, os achados analisados indicam que a vigilância, a prevenção e o controle das parasitoses infantis são mais efetivos quando articulam diagnóstico e tratamento, identificação de áreas de risco, melhoria das condições sanitárias e acompanhamento dos fatores ambientais e animais relacionados à transmissão. Sob a perspectiva One Health, essa integração permite compreender a

ocorrência das parasitoses a partir da interação entre criança, ambiente e, quando pertinente, animais, favorecendo estratégias de intervenção mais adequadas às características de cada território.

Desafios na Amazônia e perspectivas futuras

A região amazônica reúne um conjunto de desafios para a vigilância, prevenção e controle das parasitoses intestinais na infância, decorrentes da combinação entre extensão territorial, dispersão populacional, sazonalidade das cheias em rios, e desigualdades no acesso a saneamento e serviços de saúde. Estudos conduzidos em comunidades amazônicas evidenciam que fatores socioambientais, como precariedade sanitária, evacuação a céu aberto e características das moradias, estão fortemente associados à distribuição e à intensidade das infecções por helmintos transmitidos pelo solo, configurando um cenário de vulnerabilidade persistente mesmo diante de metas globais como a Agenda 2030 (Calegar et al., 2021).

Ademais, as transformaçõe socioambientais em curso na Amazônia, como a expansão das frentes de mineração e a alteração dos modos de vida tradicionais, modificam o perfil de exposição das crianças, causando mudanças nos hábitos alimentares e na relação com o ambiente, além de desigualdade no acesso à infraestrutura básica entre comunidades tradicionais e populações em transição (Marques et al., 2020). Tais achados reforçam que a dinâmica de transmissão envolve o contexto ecológico e socioeconômico que a população está inserida.

Sob a perspectiva da Saúde Única, esses desafios apontam para a necessidade de estratégias que articulem vigilância epidemiológica, monitoramento ambiental e ações intersetoriais capazes de alcançar territórios de difícil acesso, como comunidades ribeirinhas e rurais (Oliveira et al., 2024) . Para o futuro, destaca-se a importância de fortalecer sistemas de informação em saúde sensíveis às particularidades amazônicas,

ampliar a cobertura de saneamento básico e água potável, e investir em pesquisas longitudinais que acompanhem os efeitos das mudanças ambientais sobre a saúde infantil na região, de modo a subsidiar políticas públicas mais equitativas e sustentáveis.

CONCLUSÃO

As parasitoses intestinais na infância permanecem um relevante problema de saúde pública, resultante da interação entre agentes etiológicos, condições ambientais, determinantes sociais e fragilidades na gestão em saúde. Foram identificados como principais agentes protozoários, como Giardia duodenalis e Entamoeba histolytica, e helmintos, como Ascaris lumbricoides, Trichuris trichiura e os causadores da ancilostomíase, além da persistência da doença de Chagas em áreas endêmicas.

Nesse sentido, destaca-se que as parasitoses intestinais na infância não podem ser compreendidas apenas sob a ótica clínica individual, uma vez que seus determinantes extrapolam o indivíduo. Como implicações para a prática, os achados reforçam a necessidade de que serviços de saúde, vigilância epidemiológica e gestão ambiental atuem de modo articulado e intersetorial, ultrapassando a lógica exclusivamente curativa, com fortalecimento de ações permanentes de educação em saúde, saneamento básico e monitoramento das condições ambientais que favorecem a persistência dos parasitas, sobretudo em territórios de difícil acesso.

Por fim, sugere-se que pesquisas futuras aprofundem estudos longitudinais capazes de acompanhar o impacto das transformações socioambientais sobre a saúde infantil, especialmente em regiões amazônicas e ribeirinhas, bem como investigações que avaliem a efetividade de estratégias de vigilância pautadas na Saúde Única em diferentes contextos territoriais brasileiros. Recomenda-se também a ampliação de estudos que integrem indicadores humanos, animais e ambientais

de forma sistemática, de modo a subsidiar políticas públicas mais equitativas, sustentáveis e adequadas às particularidades regionais.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, R. et al. Prevalence and correlates of soil-transmitted helminths in schoolchildren aged 5 to 18 years in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in Public Health, v. 12, e1283054, 2024. DOI: https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1283054. Acesso em: 2 ago. 2026.

AHMED, M. Intestinal Parasitic Infections in 2023. Gastroenterology Research, v. 16, n. 3, p. 127-140, 2023. DOI: https://doi.org/10.14740/gr1622. Acesso em: 31 jul. 2026.

CALEGAR, D. A. et al. Socioenvironmental factors influencing distribution and intensity of soil-transmitted helminthiasis in the Brazilian Amazon: challenges for the 2030 Agenda. Journal of Tropical Medicine, v. 2021, e6610181, 2021. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/6610181. Acesso em: 2 ago. 2026.

CALEGAR, D. A. et al. Unseen, untreated: chronic Giardia lamblia infections and the gaps in health systems. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 121, supl. 1, e250251, 2026. DOI: https://doi.org/10.1590/0074-02760250251. Acesso em: 2 ago. 2026.

CAVALIER, N. T. et al. Diagnóstico e tratamento das doenças infecciosas e parasitárias. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 5, n. 5, p. 2514-2521, 2023. DOI: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n5p2522-2530. Acesso em: 31 jul. 2026.

CHEN, X.; WANG, Z. Trichuris trichiura infection in children: two case reports and literature review. Medicine, Baltimore, v. 104, n.

16, e42114, 2025. DOI: https://doi.org/10.1097/MD.0000000000042114. Acesso em: 15 ago. 2026.

DOMINGUES, P. H. F. et al. Prevalence and factors associated with intestinal parasitosis in children from an urban slum in Brazil: a cross-sectional study. Revista Paulista de Pediatria, v. 43, e2024132, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/1984-0462/2025/43/2024132. Acesso em: 15 ago. 2026.

DOUGHERTY, M.; BARTELT, L. A. Giardia and growth impairment in children in high-prevalence settings: consequence or co-incidence? Current Opinion in Infectious Diseases, v. 35, n. 5, p. 417-423, 2022. DOI: https://doi.org/10.1097/QCO.0000000000042114. Acesso em: 31 jul. 2026.

FAUZIAH, N. et al. Intestinal parasitic infection and nutritional status in children under five years old: a systematic review. Tropical Medicine and Infectious Disease, v. 7, n. 11, p. 371, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/tropicalmed7110371. Acesso em: 31 jul. 2026.

FONSECA, E. O. L. et al. Prevalence and factors associated with geohelminth infections in children living in municipalities with low HDI in North and Northeast Brazil. Cadernos de Saúde Pública, v. 26, n. 1, p. 143-152, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-311X2010000100015. Acesso em: 2 ago. 2026.

GIRMA, A.; GENET, A. Prevalence and factors associated with intestinal parasitic infections among preschool-aged children in Ethiopia: a systematic review and meta-analysis. Parasite Epidemiology and Control, v. 26, e00368, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.parepi.2024.e00368. Acesso em: 15 ago. 2026.

GUTIÉRREZ, Lester; BARTELT, Luther. Current understanding of Giardia lamblia and pathogenesis of stunting and cognitive deficits in children from low- and middle-income countries. Current Tropical Medicine Reports, v. 11, n. 1, p. 28-39, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s40475-024-00314-2. Acesso em: 2 ago. 2026.

HARVEY, T. V. et al. Enteric parasitic infections in children and dogs in resource-poor communities in Northeastern Brazil: identifying priority prevention and control areas. PLoS Neglected Tropical Diseases, v. 14, n. 6, e0008378, 2020. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008378. Acesso em: 2 ago. 2026.

LIMONGI, J. E.; OLIVEIRA, S. V. COVID-19 e a abordagem One Health (Saúde Única): uma revisão sistemática. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 139-149, 2020. Disponível em: https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/1610. Acesso em: 2 ago. 2026.

MARQUES, R. C. et al. Intestinal parasites, anemia and nutritional status in young children from transitioning Western Amazon. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 17, n. 2, p. 577, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17020577. Acesso em: 2 ago. 2026.

MARTINS, R. R. et al. Intestinal parasitic infections in children: a 10-year retrospective study. Cureus, v. 16, n. 12, e75862, 2024. DOI: https://doi.org/10.7759/cureus.75862.

MORÁN, P et al. Amoebiasis: advances in diagnosis, treatment, immunology features and the interaction with the intestinal ecosystem. International Journal of Molecular Sciences, v. 24, n. 14, e11755, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms241411755. Acesso em: 31 jul. 2026.

MOTA, A. C. T.; MOTA, J. F. C. Intervenção para controle de parasitoses intestinais na comunidade rural do Tamboril, Igaporã-BA: uma abordagem na estratégia de saúde da família. Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 18, n. 9, e20776, 2025. DOI: https://doi.org/10.55905/revconv.18n.9-160. Acesso em: 31 jul. 2026.

NEVES, D. P. et al. Parasitologia humana. 13. ed. São Paulo: Atheneu, 2016.

OLIVEIRA, J. A. et al. Vigilância participativa: caminhos para a Saúde Única no Pantanal e na fronteira oeste. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 48, n. 140, e8759, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/2358-289820241408759P. Acesso em: 31 jul. 2026.

OLIVEIRA, Y. L. D. C. et al. Changes in the epidemiological profile of intestinal parasites after a school-based large-scale treatment for soil-transmitted helminths in a community in Northeastern Brazil: epidemiological profile after large-scale school-based treatment for STH. Acta Tropica, v. 202, e105279, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105279.

SANCHEZ-VEGAS, C ; HANZE VILLAVICENCIO, K. L. Helminth infections in children. Pediatrics in Review, v. 43, n. 5, p. 243-255, 2022. DOI: https://doi.org/10.1542/pir.2020-001347. Acesso em: 31 jul. 2026.

SANTOS, M. C. S. et al Sewerage as a protective factor for prevalence of hookworm infection in schoolchildren in Brazil: a multilevel ecological analysis of National Prevalence Surveys (1950-2018). Science of the Total Environment, v. 895, e164621, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164621. Acesso em: 31 jul. 2026.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). *Parasitoses intestinais.* Documento Científico n. 4. Rio de Janeiro: SBP, 2020.

CAPÍTULO 3
CONSUMO DE PESCADO NA AMAZÔNIA: ENTRE A SEGURANÇA ALIMENTAR E A EXPOSIÇÃO AO MERCÚRIO

Eudes Felipe Gomes Lopes
Ana Eliza Ferreira de Brito
Luana Lúcia Silveira Figueira
Camile Lorena dos Reis Maia
Natan Costa Silva
Raniel Bentes Silva
Sara Layza Alves da Silva
Rayellem Freitas de Morais
Jennifer dos Santos Marialva Oliveira
Rosana Soares Lisboa Silva
Franciane de Paula Fernandes
Silvia Maria Farias da Silva

Resumo
O consumo de pescado ocupa lugar central na alimentação amazônica, representando fonte de nutrientes, subsistência, renda e identidade cultural. Entretanto, a contaminação por mercúrio, especialmente em territórios impactados pelo garimpo, transforma um alimento essencial em possível via de exposição ao metilmercúrio, criando um importante desafio para a saúde e a segurança alimentar. Este capítulo teve como objetivo analisar os desafios relacionados ao consumo de pescado no contexto da exposição ao mercúrio, considerando seus benefícios nutricionais e culturais, os padrões de exposição e as estratégias para redução de riscos em populações amazônicas. Realizou-se revisão narrativa crítico-reflexiva, com buscas na BVS, LILACS, MEDLINE e BDENF, utilizando descritores relacionados a alimentos, mercúrio, segurança alimentar, Amazônia e populações tradicionais. Os achados evidenciaram que o risco varia conforme espécie, tamanho, quantidade e frequência de consumo. Conclui-se que proteger a saúde não significa eliminar o pescado, mas reduzir a exposição por meio de diversificação

das espécies, orientações adequadas, monitoramento e participação comunitária.
Palavras-Chave: Ingestão de Alimentos. Indústria Pesqueira. Segurança alimentar. Mercúrio. Amazônia.

Abstract
Fish consumption plays a central role in the Amazonian diet, representing a source of nutrients, subsistence, income, and cultural identity. However, mercury contamination, particularly in territories affected by artisanal and small-scale gold mining, turns an essential food into a potential pathway for methylmercury exposure, creating an important challenge for health and food security. This chapter aimed to analyze the challenges related to fish consumption in the context of mercury exposure, considering its nutritional and cultural benefits, exposure patterns, and risk reduction strategies among Amazonian populations. A critical-reflective narrative review was conducted, with searches in BVS, LILACS, MEDLINE, and BDENF, using descriptors related to food, mercury, food security, the Amazon, and traditional populations. The findings showed that the risk varies according to species, size, quantity, and frequency of consumption. It is concluded that protecting health does not mean eliminating fish consumption, but rather reducing exposure through species diversification, appropriate guidance, monitoring, and community participation.
Keywords: Food Intake. Fishing Industry. Food Security. Mercury. Amazon.

INTRODUÇÃO

O pescado ocupa lugar central na alimentação amazônica, constituindo importante fonte de proteína animal e estando presente nas práticas alimentares de populações da região. Entre ribeirinhos, indígenas, quilombolas e todos os povos amazônicos, seu consumo está relacionado aos modos de vida, ao território e às tradições alimentares. A pesca também possui importância econômica e influencia o acesso aos alimentos, considerando que preço, variedade, praticidade e condições socioeconômicas

participam das escolhas alimentares (Vasconcellos et al., 2021; Cestonaro, 2022; Santos et al., 2021).

Entretanto, a contaminação dos ambientes aquáticos por mercúrio constitui preocupação ambiental e de saúde pública, especialmente em áreas afetadas pela mineração de ouro. O mercúrio pode alcançar os organismos aquáticos e acumular-se nos peixes, assim os processos de bioacumulação e biomagnificação contribuem para maiores concentrações em determinadas espécies. Nesse contexto, nota-se que o consumo de pescado contaminado representa importante via de exposição humana ao metilmercúrio (Lima-Correia et al., 2023). A relevância desse problema é reforçada por evidências de exposição entre povos indígenas Munduruku e por estudos que relacionam a exposição pré-natal ao metilmercúrio a possíveis prejuízos no desenvolvimento infantil (Hofer et al., 2025; Jacques et al., 2025; Saavedra et al., 2022). Nesse contexto, emerge um paradoxo: o mesmo alimento que contribui para a segurança alimentar e nutricional pode também representar uma via de exposição ao mercúrio. Portanto, tratar o pescado apenas como risco seria desconsiderar sua importância para as populações amazônicas. Por outro lado, ignorar a contaminação também pode ampliar danos à saúde.

Diante disso, o desafio consiste em reduzir a exposição sem recomendar, de forma generalizada, a interrupção do consumo de pescado. É necessário considerar as diferenças entre espécies, tamanho dos peixes, quantidade e frequência de consumo, além das características sociais, culturais e territoriais das populações. Assim, este trabalho busca analisar os desafios relacionados ao consumo de pescado e à segurança alimentar no contexto da exposição ao mercúrio na Amazônia, refletindo sobre estratégias capazes de conciliar proteção à saúde, alimentação adequada e valorização dos modos de vida amazônicos.

OBJETIVO

Analisar a relação entre o consumo de pescado, a segurança alimentar e a exposição ao mercúrio em populações amazônicas, considerando a importância nutricional, cultural e socioeconômica do pescado, os fatores associados à exposição e as possibilidades de redução dos riscos à saúde sem desconsiderar as práticas alimentares e as condições de vida dessas populações.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa crítico-reflexiva, desenvolvida com o propósito de analisar a relação entre consumo de pescado, segurança alimentar e exposição ao mercúrio na Amazônia, considerando aspectos nutricionais, culturais, socioeconômicos, ambientais e relacionados à proteção da saúde. A pesquisa bibliográfica foi realizada na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), contemplando as bases LILACS, MEDLINE e BDENF.

Inicialmente, foram pesquisados no vocabulário dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) os termos relacionados à temática, sendo identificados e selecionados os seguintes descritores: “Ingestão de Alimentos”, “Indústria Pesqueira”, “Segurança Alimentar”, “Mercúrio”, “Região Amazônica” e “Populações Tradicionais”. A partir desses seis descritores, foram elaboradas 15 combinações entre dois termos, utilizando o operador booleano “AND”. Posteriormente, as combinações foram avaliadas quanto à sua pertinência e relação direta com o objetivo da revisão, sendo selecionadas seis estratégias para a busca bibliográfica: “Ingestão de Alimentos AND Mercúrio”; “Segurança Alimentar AND Mercúrio”; “Mercúrio AND Região Amazônica”; “Mercúrio AND Populações Tradicionais”; “Ingestão de Alimentos AND Região Amazônica”; e “Segurança Alimentar AND Região Amazônica”. As demais combinações foram descartadas por apresentarem menor relação com a

problemática central ou sobreposição com os eixos contemplados pelas estratégias selecionadas.

As buscas foram realizadas individualmente na BVS, utilizando o operador "AND" e aplicando os filtros de texto completo, idiomas português e inglês, publicação nos últimos cinco anos e bases LILACS, MEDLINE e BDENF. A estratégia "Ingestão de Alimentos AND Mercúrio" recuperou 14 resultados, dos quais dois foram selecionados. "Segurança Alimentar AND Mercúrio" apresentou 93 resultados, sendo seis selecionados. "Mercúrio AND Região Amazônica" recuperou seis resultados, com três selecionados. "Mercúrio AND Populações Tradicionais" apresentou um resultado, incluído na revisão. "Ingestão de Alimentos AND Região Amazônica" recuperou dois resultados, ambos selecionados. Por fim, "Segurança Alimentar AND Região Amazônica" apresentou quatro resultados, dos quais dois foram selecionados, totalizando 120 registros recuperados.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão: artigos científicos disponíveis em texto completo, publicados nos últimos cinco anos, nos idiomas português ou inglês, indexados nas bases selecionadas e que apresentassem relação direta com a temática, abordando consumo ou ingestão de pescado ou alimentos, segurança alimentar, exposição ou contaminação por mercúrio, Região Amazônica e/ou populações tradicionais. Foram excluídos estudos que não apresentassem pertinência com o objetivo da revisão, não contemplassem os eixos temáticos definidos, estivessem fora do período ou idiomas estabelecidos, não disponibilizassem texto completo ou fossem identificados como duplicados.

A seleção dos estudos ocorreu por meio da leitura criteriosa dos títulos e resumos, verificando sua pertinência aos objetivos e aos critérios de elegibilidade. Inicialmente, foram selecionados 16 registros. Durante a organização dos materiais, foram identificadas duplicidades referentes aos estudos de Santos et al. (2021) e Jacques et al. (2025). Após a exclusão dos registros duplicados, permaneceram 14 artigos distintos para a análise

final. Os estudos foram lidos integralmente e analisados de forma qualitativa, crítica e reflexiva, buscando identificar convergências, particularidades e lacunas relacionadas aos benefícios nutricionais e culturais do consumo de pescado, à segurança alimentar e aos riscos associados à exposição ao mercúrio no contexto amazônico.

Durante a elaboração do capítulo, ferramentas de inteligência artificial generativa foram utilizadas como apoio à elaboração das representações visuais e à organização textual. Ressalta-se que a seleção das evidências, a interpretação dos estudos, a análise crítica e a elaboração do conteúdo permaneceram sob responsabilidade dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os achados da literatura permitiram organizar a discussão em quatro eixos fundamentais para compreender a relação entre o consumo de pescado, a segurança alimentar e a exposição ao mercúrio na Amazônia. São abordadas a importância nutricional, cultural e socioeconômica do pescado, o consumo como via de exposição ao mercúrio, os desafios para conciliar segurança alimentar e proteção à saúde e as estratégias para redução dos riscos, considerando as especificidades territoriais, culturais e as condições de vida das populações amazônicas.

Pescado, nutrição e segurança alimentar na Amazônia

O pescado ocupa posição central na alimentação de diferentes populações amazônicas, constituindo importante fonte de proteína animal e de nutrientes essenciais. Entre comunidades ribeirinhas, o consumo de peixe está integrado às práticas alimentares cotidianas e aos modos de vida construídos em estreita relação com os rios e seus recursos. Cestonaro (2022), ao comparar ribeirinhos da Amazônia com moradores urbanos de São Paulo, identificou maior participação de alimentos naturais e minimamente processados na alimentação amazônica, destacando

o peixe entre os principais alimentos responsáveis pelo consumo energético dessa população.

Além de sua importância nutricional, o pescado apresenta dimensão econômica e sociocultural. A pesca constitui atividade relacionada à subsistência, à obtenção de alimentos e à organização da vida comunitária, sendo influenciada pelas condições de acesso e disponibilidade alimentar. Santos et al. (2021) demonstram que as práticas alimentares na Amazônia ocidental são atravessadas por condições socioeconômicas, preço, variedade, praticidade e valorização de alimentos regionais. Nesse contexto, o acesso aos alimentos não pode ser compreendido isoladamente das condições de vida e do território.

Para populações indígenas amazônicas, essa relação é ainda mais significativa. Vasconcellos et al. (2021) apontam que o peixe constitui a principal fonte de proteína animal para comunidades Munduruku, assumindo papel fundamental na segurança alimentar e nutricional. De forma semelhante, Oliveira et al. (2021) evidenciam a relevância do pescado na alimentação de indígenas amazônicos, ressaltando que os padrões de escolha das espécies também fazem parte das práticas alimentares dessas populações.

Assim, o pescado não deve ser compreendido apenas como um alimento, mas como componente dos sistemas alimentares amazônicos, relacionado à nutrição, subsistência, economia, cultura e território. Dessa forma, recomendações indiscriminadas de redução ou eliminação do consumo podem produzir consequências que ultrapassam a dimensão nutricional, afetando práticas alimentares, condições econômicas e modos de vida. O desafio consiste, portanto, em conciliar a preservação desses benefícios com a necessidade de proteção diante dos riscos associados à exposição ao mercúrio.

Consumo de pescado como via de exposição ao mercúrio

O consumo de pescado constitui uma importante via de exposição humana ao mercúrio, especialmente em populações

com alta frequência de ingestão de peixes. Na Amazônia, essa relação é particularmente relevante, pois o pescado integra os sistemas alimentares de comunidades indígenas e tradicionais. Entre os Munduruku, o peixe representa uma importante fonte de proteína animal, relacionando a exposição ao mercúrio diretamente à segurança alimentar e nutricional (VASCONCELLOS et al., 2021).

No ambiente aquático, o mercúrio pode ser transformado e acumulado nos organismos, aumentando sua concentração ao longo da cadeia alimentar. Oliveira et al. (2021) identificaram maiores concentrações do metal em espécies de peixes carnívoras consumidas por indígenas amazônicos, enquanto espécies não predatórias apresentaram menor possibilidade de exposição. Assim, o risco não depende apenas do consumo de pescado, mas também das espécies escolhidas.

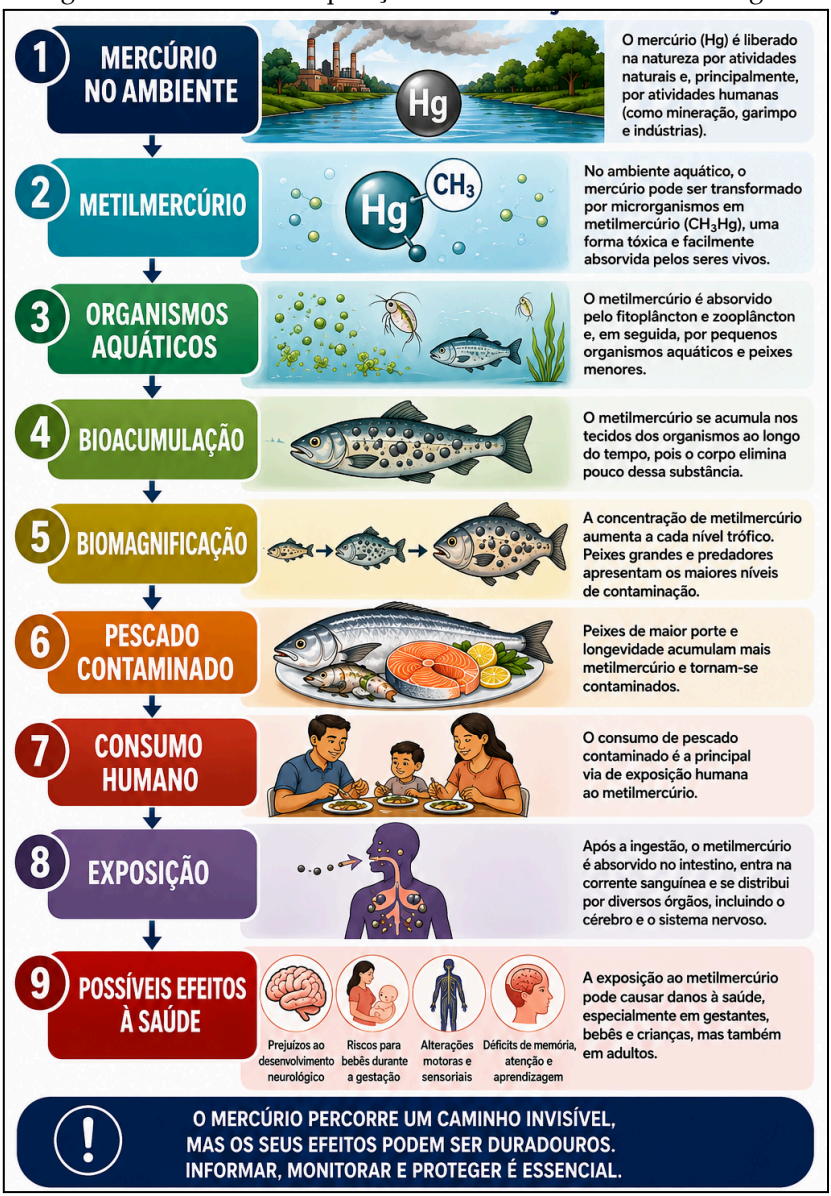
As concentrações de mercúrio variam conforme a espécie, o tamanho e a posição na cadeia alimentar. Picaluga et al. (2025) observaram diferenças importantes entre espécies comercializadas no sudeste brasileiro, com níveis mais elevados em algumas espécies de maior porte e predominância de metilmercúrio em grande parte das amostras. Na Amazônia, a preocupação é ampliada pela contaminação associada ao garimpo, sendo identificadas exposições superiores aos valores de referência entre comunidades Munduruku (VASCONCELLOS et al., 2021).

Entretanto, o consumo de pescado não significa automaticamente intoxicação por mercúrio. A exposição depende da espécie consumida, concentração do metal, quantidade e frequência de ingestão, duração da exposição e características individuais. Portanto, estratégias de proteção devem considerar esses fatores, evitando recomendações generalizadas que desconsiderem a importância nutricional, cultural e socioeconômica do pescado para as populações amazônicas.

O conflito entre segurança alimentar e redução da exposição

A relação entre consumo de pescado e exposição ao mercúrio evidencia um conflito complexo entre proteção à saúde e segurança alimentar. Na Amazônia, o peixe não representa apenas uma escolha alimentar, mas integra práticas de subsistência, cultura e organização da vida comunitária. Dessa forma, recomendações generalizadas para interromper ou reduzir indiscriminadamente seu consumo podem produzir consequências que ultrapassam o controle da exposição ao mercúrio (Figura 1).

Figura 1. Caminho de exposição ao mercúrio na amazônia legal.



Fonte: Elaborada pelos autores com auxílio de inteligência artificial generalista (Chat GPT), 2026.

Entre populações que dependem do pescado como principal fonte de proteína animal, a substituição desse alimento pode ser difícil ou mesmo inviável diante das condições econômicas, da disponibilidade de outros alimentos e das práticas alimentares estabelecidas. Santos et al. (2021) demonstram que o acesso e a aquisição de alimentos na Amazônia ocidental são influenciados por fatores como preço, variedade, praticidade e condições socioeconômicas, evidenciando que as escolhas alimentares estão relacionadas às possibilidades concretas de cada grupo.

Esse cenário torna inadequada uma abordagem que associe simplesmente "peixe" a "risco". Vasconcellos et al. (2021) evidenciaram situação de elevado risco entre comunidades Munduruku, nas quais o consumo de pescado contaminado apresentou estimativas de ingestão de metilmercúrio superiores aos valores de referência. Entretanto, o próprio estudo demonstra que o pescado possui papel fundamental na segurança alimentar e nutricional e na cultura dessa população.

Assim, o desafio não consiste em eliminar o pescado da alimentação, mas em buscar formas de reduzir a exposição sem comprometer seus benefícios nutricionais, culturais e socioeconômicos. Uma possibilidade é estimular o consumo seguro e diversificado, considerando diferenças entre espécies, tamanho dos peixes, frequência e quantidade consumida. Oliveira et al. (2021) contribuem para essa perspectiva ao demonstrarem que espécies não predatórias podem representar alternativa para reduzir a exposição, considerando os padrões de concentração de mercúrio observados nos peixes avaliados.

Portanto, a redução dos riscos deve ser territorialmente contextualizada e construída de maneira compatível com as práticas alimentares locais. Recomendações específicas, monitoramento do pescado, atenção diferenciada a grupos mais vulneráveis e estratégias para conciliar o consumo de pescado e a redução da exposição (Quadro 1), como a diversificação das espécies consumidas e a orientação sobre espécies com menor potencial de acumulação de mercúrio, podem contribuir para

equilibrar proteção à saúde e segurança alimentar. Dessa maneira, enfrentar a exposição ao mercúrio exige superar orientações simplistas e reconhecer que, para muitas populações amazônicas, proteger a saúde também significa preservar o acesso ao alimento, à cultura e ao território.

Quadro 1. Estratégias para conciliar consumo de pescado e redução da exposição.

Situação	Estratégia
Consumo frequente da mesma espécie	Diversificar espécies
Comunidade dependente do pescado	Evitar recomendações de exclusão
Ausência de informações locais	Fortalecer monitoramento
Gestantes e crianças	Orientações específicas
Comunidade com hábitos tradicionais	Incorporar conhecimentos locais
Informações sobre contaminação	Comunicação clara e contextualizada

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos estudos analisados na revisão.

Estratégias para conciliar pescado e proteção à saúde

Diante do conflito entre os benefícios do pescado e os riscos relacionados ao mercúrio, as estratégias de proteção à saúde devem buscar a redução da exposição sem desconsiderar a importância desse alimento para a segurança alimentar. Nesse sentido, recomendações generalizadas de exclusão do pescado devem ser substituídas por orientações que considerem as características das espécies consumidas, a frequência e a quantidade de ingestão, além das condições específicas de cada território.

No âmbito comunitário, a educação alimentar e nutricional e a educação em saúde podem favorecer a construção coletiva de estratégias de redução de riscos. Rodas de conversa, participação de lideranças comunitárias e atuação de agentes comunitários e indígenas de saúde podem aproximar as informações científicas

das experiências e práticas alimentares locais. Essa participação é importante para evitar orientações descontextualizadas e fortalecer a autonomia das comunidades na tomada de decisões sobre sua alimentação.

Além disso, estratégias de vigilância são fundamentais para sustentar recomendações adequadas. O monitoramento ambiental e do pescado, associado ao biomonitoramento de populações expostas, pode produzir informações específicas sobre os territórios e subsidiar ações de proteção. Vasconcellos et al. (2021) demonstram a relevância da avaliação dos níveis de mercúrio no pescado e dos riscos associados ao seu consumo em comunidades Munduruku. Portanto, a integração entre vigilância ambiental, vigilância sanitária e atenção à saúde pode favorecer respostas mais adequadas, articulando proteção da saúde, segurança alimentar e respeito aos modos de vida amazônicos.

Nesse contexto, evidencia-se um paradoxo (Figura 2) relacionado ao consumo de pescado na Amazônia: ao mesmo tempo em que o peixe representa importante fonte de nutrientes, subsistência, renda e manutenção de práticas culturais, também pode constituir uma das principais vias de exposição ao metilmercúrio. Essa condição demonstra que o pescado não pode ser compreendido exclusivamente como um fator de risco, assim como a contaminação por mercúrio não deve ser desconsiderada diante de sua importância alimentar e sociocultural. Dessa forma, o enfrentamento desse problema exige estratégias que considerem simultaneamente a proteção da saúde e a preservação da segurança alimentar das populações amazônicas.

Figura 2. Ilustração do paradoxo do consumo de pescado na Amazônia legal.



Fonte: Elaborada pelos autores com auxílio de inteligência artificial generalista (Chat GPT), 2026.

CONCLUSÃO

Portanto, concluir a análise sobre o consumo de pescado e a exposição ao mercúrio na Amazônia exige reconhecer a importância desse alimento para as populações amazônicas, especialmente indígenas e ribeirinhas. O pescado representa fonte de proteína, subsistência, renda, cultura e parte dos modos de vida. Assim, enfrentar a exposição ao mercúrio não deve ocorrer em detrimento da segurança alimentar dessas populações.

Entretanto, o consumo de pescado pode constituir importante via de exposição ao metilmercúrio, sobretudo quando envolve espécies com maiores concentrações do metal e consumo frequente. Os padrões de exposição relacionam-se à espécie, ao tamanho, à quantidade e à frequência de consumo. Dessa forma, a

redução dos riscos requer compreender essas particularidades e evitar recomendações generalizadas de eliminação do pescado.

Nesse sentido, conciliar saúde e segurança alimentar significa priorizar estratégias de redução da exposição. Entre elas, destacam-se a diversificação das espécies consumidas, a orientação quanto à quantidade e frequência, a atenção aos grupos vulneráveis, o monitoramento do pescado e das condições ambientais e o acompanhamento das populações expostas. Além disso, a educação em saúde e a participação comunitária podem contribuir para construir orientações adequadas à realidade territorial.

Assim, é necessário evitar que alimentação e proteção à saúde sejam compreendidas como escolhas opostas. O caminho mais adequado consiste em reduzir a exposição ao mercúrio sem desconsiderar os benefícios do pescado, valorizando conhecimentos e práticas locais. Dessa maneira, torna-se possível promover proteção à saúde, segurança alimentar e respeito à cultura amazônica, reconhecendo que cuidar dessas populações também significa preservar seus modos de vida e sua relação com o território.

REFERÊNCIAS

CESTONARO, Talita. Interação entre microbioma intestinal e dieta em moradores da região urbana de São Paulo e ribeirinhos do interior da Amazônia. 2022. Tese (Doutorado em Nutrição em Saúde Pública) — Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. DOI: 10.11606/T.6.2022.tde-12042023-163155. Disponível em: https://doi.org/10.11606/T.6.2022.tde-12042023-163155. Acesso em: *15 ago. 2026*.

*HINA, Nikhat; RIAZ, Rahat; ALI, Usman; et al***.** Avaliação quantitativa e biomagnificação do mercúrio e seus riscos

associados à saúde decorrentes do consumo de peixes em lagos de água doce de Azad Kashmir, Paquistão. *Biological Trace Element Research*, v. 199, n. 9, p. 3510-3526, 2021. DOI: 10.1007/s12011-020-02479-z. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s12011-020-02479-z. Acesso em: *22 ago. 2026.*

HOFER, Cristina Barroso; PÉRISSÉ, André Reynaldo Santos; VASCONCELLOS, Ana Cláudia Santiago de; et al. Crianças indígenas Munduruku: situação de saúde em uma área com alta exposição ao mercúrio. *Revista de Saúde Pública*, v. 59, e19, 2025. DOI: 10.11606/S1518-8787.2025059006403. Disponível em: https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2025059006403. Acesso em: **15** *ago. 2026.*

*JACQUES, Adriana Duringer; SOUZA FILHO, Breno Augusto Bormann de; ANDRADE, Carlos Augusto Ferreira de; et al***.** Exposição ao metilmercúrio e neurodesenvolvimento em crianças indígenas: um modelo teórico. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 41, n. 3, e00228623, 2025. DOI: 10.1590/0102-311XPT228623. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-311XPT228623. Acesso em: *29 ago. 2026.*

JEONG, Seungpil; CHOI, Yean-Jung. Investigação da influência de metais pesados e fatores ambientais no risco de síndrome metabólica com base na ingestão de nutrientes: análise de aprendizado de máquina de dados da oitava Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição da Coreia. *Nutrients*, v. 16, n. 5, p. 724, 2024. DOI: 10.3390/nu16050724. Disponível em: https://doi.org/10.3390/nu16050724. Acesso em: *15 ago. 2026.*

LIMA-CORREIA, Lincoln; MOTA-ATAYDE, Hérlon; FERREIRA-SARRAZIN, Sandra-Layse; et al. Concentração de mercúrio em larvas de *Eustrongylides* sp. (Nematoda: Dioctophymatoidea) de peixes da Amazônia brasileira. *Revista de Biología Tropical*, v. 71, e55913, 2023. DOI:

10.15517/rev.biol.trop..v71i1.55913. Disponível em: https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.55913. Acesso em: *22 ago. 2026.*

OLIVEIRA, Débora Francielly de; CASTRO, Bruno Soares de; NASCIMENTO RECKTENVALD, Maria Cristina Nery do; et al. Mercúrio em animais selvagens e peixes e risco à saúde de indígenas da Amazônia. *Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance*, v. 14, n. 3, p. 161-169, 2021. DOI: 10.1080/19393210.2020.1849410. Disponível em: https://doi.org/10.1080/19393210.2020.1849410. Acesso em: *29 ago. 2026.*

*PICALUGA, Alice de Souza; VANNUCI-SILVA, Monizze; TOVAR, Lucas Rodrigues; et al***.** Nem sempre o mais saboroso é o mais seguro: riscos de contaminação por mercúrio no consumo de peixe sem espinhas em comparação com outros frutos do mar comercializados no sudeste do Brasil. *Food and Chemical Toxicology*, v. 206, 115729, 2025. DOI: 10.1016/j.fct.2025.115729. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.fct.2025.115729. Acesso em: *22 ago. 2026.*

RAJENDRAN, Shalini; JEEVASEKARAN, Geevaretnam; SHAKILA, Robinson Jeya; et al. Dietary intake of trace elements from commercially important fish and shellfish of Thoothukudi along the southeast coast of India and implications for human health risk assessment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 173, parte A, 113020, 2021. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.113020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113020. Acesso em: *15 ago. 2026.*

SAAVEDRA, Steven; FERNÁNDEZ-RECAMALLES, Ángeles; SAYAGO, Ana; et al. Impact of dietary mercury intake during pregnancy on the health of neonates and children: a systematic review. *Nutrition Reviews*, v. 80, n. 2, p. 317-328, 2022. DOI: 10.1093/nutrit/nuab029. Disponível em: https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab029. Acesso em: *22 ago. 2026.*

SANTOS, Caio Pereira dos; ULIAN, Mariana Dimitrov; SCAGLIUSI, Fernanda Baeza; SATO, Priscila de Morais. Imbricadas entre as dimensões de acesso e exposição: práticas alimentares de mães na Amazônia ocidental brasileira. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, v. 31, n. 4, e310404, 2021. DOI: 10.1590/S0103-73312021310404. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-73312021310404. Acesso em: *15 ago. 2026.*

SOUSA, Luciana Azevedo de; ZAITUNE, Maria Paula do Amaral. Uma revisão de escopo de revisões sistemáticas sobre exposição humana ao mercúrio. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 47, e18, 2022. DOI: 10.1590/2317-6369/38120pt2022v47e18. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2317-6369/38120pt2022v47e18. Acesso em: *29 ago. 2026.*

*THURSTON, Sally W.; MYERS, Gary; MRUZEK, Daniel; et al***.** Associations between time-weighted postnatal methylmercury exposure from fish consumption and neurodevelopmental outcomes through 24 years of age in the Seychelles Child Development Study Main Cohort. *NeuroToxicology*, v. 91, p. 234-244, 2022. DOI: 10.1016/j.neuro.2022.05.016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.neuro.2022.05.016. Acesso em: *22 ago. 2026.*

*VASCONCELLOS, Ana Claudia Santiago de; HALLWASS, Gustavo; BEZERRA, Jaqueline Gato; et al***.** Health risk assessment of mercury exposure from fish consumption in Munduruku Indigenous Communities in the Brazilian Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 15, 7940, 2021. DOI: 10.3390/ijerph18157940. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph18157940. Acesso em: *29 ago. 2026.*

CAPÍTULO 4
DETERMINAÇÃO SOCIOAMBIENTAL E VULNERABILIDADE AO AFOGAMENTO EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS DA AMAZÔNIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Lucicleide Kubiczewski Goto
Gabriel Lima de Andrade
Yasmin Janaína Silva de Sousa
Jéssica Luciana dos Santos Pereira
Eros Danilo Batista dos Santos
Fábio de Lima Oliveira
Veridiana Barreto do Nascimento
Maria Goreth Silva Ferreira

Resumo
O estudo objetivou analisar os determinantes socioambientais e os modos de vida cotidianos que configuram a vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas amazônicas frente ao risco de afogamento. Realizou-se uma revisão integrativa da literatura com busca estendida ao Google Acadêmico para contornar barreiras de indexação e resgatar a literatura cinzenta, aplicando-se uma escala de relevância de 1 a 5 para a seleção amostral. O *corpus* final tendeu a 12 produções científicas concentradas na última década. Os resultados epidemiológicos demonstraram a severidade do agravo na Região Norte, onde 70% dos óbitos ocorrem em rios e persistem altas taxas de subnotificação. Conclui-se que o afogamento na Amazônia é um fenômeno estrutural e ocupacional condicionado pelo pulso das águas e vazios assistenciais, cuja mitigação exige intervenções intersetoriais, materiais educativos regionalizados e capacitação comunitária em primeiros socorros.
Palavras-Chave: Saúde Coletiva. Populações Ribeirinhas. Mudança Climática. Vulnerabilidade Social. Prevenção de Acidentes.

INTRODUÇÃO

O afogamento configura-se historicamente como um gravíssimo e negligenciado desafio de saúde pública global, figurando entre as principais causas de mortalidade por traumas não intencionais no mundo (Silva et al., 2021). No senso comum e em grande parte da literatura e dos manuais tradicionais de prevenção, a ocorrência desse agravo é frequentemente associada a contextos de lazer, recreação em períodos de férias e atividades esportivas em praias ou piscinas (Gomes et al., 2024; Silva et al., 2021). Sob essa ótica convencional, o trauma por submersão costuma ser tratado como uma fatalidade pontual, intimamente ligada à imprudência individual, falha de supervisão momentânea ou comportamentos de risco (Gomes et al., 2024). Contudo, ao deslocar o olhar para o Norte do Brasil, estabelece-se a base para desconstruir essa visão: a matriz explicativa centrada no lazer mostra-se insuficiente para retratar a realidade amazônica, onde o afogamento assume contornos de um agravo crônico e imposto pela própria dinâmica do território, caracterizando-se por uma elevada gravidade epidemiológica e severidade clínica (Ferreira et al., 2021).

A persistência e a gravidade crônica desse agravo no cotidiano regional evidenciam-se nos registros de mortalidade na região de Santarém e no estado do Pará, que frequentemente se destaca nas estatísticas de submersão na região Norte. Conforme dados veiculados em reportagem jornalística de abril de 2026, apenas nos primeiros meses do ano, o Corpo de Bombeiros já registrou cinco mortes por afogamento na região de Santarém, somando-se ao trágico cenário do ano anterior, no qual 37 pessoas perderam a vida nas águas locais (Nunes; Gamboa, 2026). Diante desses episódios, as autoridades locais costumam apontar fatores imediatos e comportamentais como os principais causadores das tragédias, destacando a ausência do uso de coletes salva-vidas e o consumo de bebidas alcoólicas. Esse cenário evidencia que o ambiente fluvial não representa um balneário esporádico, mas um

espaço de tráfego, subsistência e convivência diária onde a perda de vidas humanas se apresenta como uma constante, vinculando a ocorrência dos acidentes hídricos diretamente ao transporte fluvial e às atividades laborais na várzea (Ferreira et al., 2021; Silva et al., 2021).

Entretanto, a mera atribuição do afogamento a fatores comportamentais imediatos — como a negligência no uso de equipamentos de proteção ou escolhas individuais — mostra-se insuficiente para compreender a teia mais profunda de vulnerabilidade das comunidades tradicionais que habitam as áreas ribeirinhas. Na Amazônia, o convívio com os rios comanda as dinâmicas sociais e molda um territory predominantemente aquático que serve como via compulsória para a mobilidade, o acesso à escola, o comércio e a busca por assistência, constituindo um espaço geográfico sob o domínio do pulso sazonal das águas (Santos, 2020). A relação com a água nessa região é, portanto, diária e estrutural, envolvendo de modo indissociável a forma como as populações vivem, habitam e se movem, expondo contradições socioespaciais severas e lacunas na infraestrutura habitacional que potencializam o risco em saúde (Almeida et al., 2022; Pacifico et al., 2021; Soeiro; Lima; Silva, 2025). Diante disso, quais são os determinantes socioambientais e os modos de vida cotidianos que configuram a vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas amazônicas frente ao risco de afogamento?

OBJETIVOS

Analisar, por meio da literatura científica, os determinantes socioambientais e os modos de vida cotidianos que configuram a vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas amazônicas frente ao risco de afogamento.

Objetivos específicos

Identificar as atividades cotidianas, laborais e de transporte que expõem as populações ribeirinhas ao risco contínuo de afogamento no território amazônico.

Analisar a influência dos fatores socioambientais e sazonais da região amazônica na configuração das vulnerabilidades das habitações e comunidades ribeirinhas.

Discutir o papel da intersetorialidade entre a saúde pública e a segurança pública na formulação de estratégias preventivas e de educação aquática adaptadas à realidade sociocultural da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, desenhada para investigar a determinação socioambiental dos afogamentos em comunidades ribeirinhas da Amazônia. Inicialmente, a condução do levantamento bibliográfico nas bases de dados tradicionalmente utilizadas no campo da saúde coletiva — tais como a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SciELO e PubMed — evidenciou limites operacionais no resgate de produções específicas sobre o território amazônico. A aplicação de estratégias de busca estruturadas a partir do acrônimo PCO (População, Contexto e *Outcome*), parametrizada com os conceitos centrais de ribeirinhos, Amazônia, afogamento e determinantes sociais da saúde, resultou em um quantitativo inexpressivo de produções científicas nesses repositórios formais, quando rigidamente cruzados por meio de operadores booleanos. Essa escassez inicial de registros não indica a ausência do agravo na região, mas evidencia a necessidade de estratégias de busca alternativas capazes de contornar a dispersão e as barreiras de indexação de periódicos locais e de circulação estritamente regional, que frequentemente publicam sobre a dinâmica de populações tradicionais e rurais da Região Norte.

Diante dessa limitação operacional e com o objetivo de ampliar a sensibilidade metodológica, o percurso de busca foi estendido ao indexador Google Acadêmico. Essa escolha justifica-se pela abrangência horizontal e pela capilaridade da plataforma, que viabilizam uma varredura complementar indispensável para este cenário. A inclusão desse buscador permitiu não apenas rastrear a chamada literatura cinzenta — como dissertações, teses e relatórios institucionais de alto valor contextual —, mas também recuperar artigos originais publicados em periódicos indexados que, devido à especificidade de seus escopos regionais e às variações na calibração de descritores padronizados, não foram capturados pelas interfaces de busca restritiva das bases de dados tradicionais. Dessa forma, o recurso ao Google Acadêmico atuou como uma ferramenta de superação metodológica, garantindo o acesso a uma amostra representativa e territorialmente densa sem descaracterizar o rigor científico e a validação acadêmica das produções selecionadas.

A busca no indexador acadêmico, orientada pela mesma estratégia PCO e sua indagação central acerca dos afogamentos em comunidades ribeirinhas amazônicas, resultou em um universo inicial de 177 publicações. Diante da extensão desse montante e com o intuito de conferir maior precisão semântica à seleção, utilizou-se o suporte de uma plataforma externa de laboratório de inteligência artificial baseada na API do Google Scholar. Essa ferramenta automatizada realizou a análise de proximidade conceitual e reprodução semântica dos termos dentro dos resumos e corpos dos artigos, o que permitiu recuperar as 20 produções de maior impacto e estrita aderência temática ao escopo da investigação. Para garantir o rigor científico e mitigar potenciais vieses de seleção decorrentes do processamento algorítmico, esses 20 artigos foram integralmente recuperados e submetidos a um processo minucioso de validação e triagem qualitativa manual. Cada estudo foi avaliado individualmente e classificado dentro de uma escala de relevância estipulada de 1 a 5, na qual o escore mensurava o grau de

alinhamento do texto com os objetivos da pesquisa e a presença de dados específicos sobre a dinâmica de risco e assistência no território amazônico.

A atribuição das pontuações na escala de relevância seguiu critérios operacionais rígidos baseados no escopo temático e geográfico de cada obra, concebida como um sistema tipológico estruturado para qualificar a natureza e o aprofundamento do dado A nota 1 foi destinada a artigos que discutiam o afogamento em cenários exclusivamente urbanos, marítimos ou artificiais, como piscinas, sem aderência à dinâmica rural ou fluvial. A nota 2 foi aplicada a estudos que abordavam a Amazônia ou populações ribeirinhas, mas focavam em outros agravos de saúde, mencionando os acidentes aquáticos de forma estritamente superficial. A nota 3 englobou pesquisas que traziam dados epidemiológicos gerais sobre afogamentos em águas doces ou na Região Norte, fornecendo uma base macroessencial para a compreensão da letalidade regional, mesmo sem focar no modo de vida ribeirinho. A nota 4 foi conferida a trabalhos que analisavam as condições de vida, vulnerabilidades estruturais, percepções sobre tecnologias hídricas e dificuldades de acesso à saúde no território amazônico, aproximando-se do gargalo assistencial e da infraestrutura de várzea. Por fim, a nota 5 foi reservada aos estudos de máxima relevância, que investigavam o afogamento e os acidentes aquáticos diretamente no contexto fluvial e estuarino amazônico, articulando tanto as rotinas domésticas, laborais e a infância na várzea, quanto as dinâmicas de navegabilidade, segurança hidroviária, sinistros com embarcações ou ações educativas locais.

A definição do referencial teórico deste capítulo foi estritamente vinculada aos resultados dessa avaliação qualitativa. Estabeleceu-se como critério de elegibilidade definitivo a inclusão apenas dos artigos que obtiveram pontuações correspondentes aos níveis 3, 4 e 5 da escala de relevância e janela temporal de 10 anos. Essa escolha justifica-se pelo fato de que, à medida que a escala avança da nota 3 para as notas 4 e 5, as produções passam a

agregar, cumulativamente, densidade qualitativa e contextualização territorial micro, garantindo que a discussão teórica seja sustentada por dados empíricos densos, contemporâneos e regionalizados. Os estudos que receberam notas 1 e 2 foram sumariamente excluídos por tratarem do tema de forma tangencial ou por focarem em cenários marítimos e urbanos inteiramente incompatíveis com a realidade fluvial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de seleção e triagem qualitativa, submetido ao critério de exclusão temporal de publicações superior a dez anos, resultou na inclusão de 12 produções científicas que atenderam integralmente aos critérios de elegibilidade estabelecidos para investigar os afogamentos na Amazônia ribeirinha. A caracterização geral do *corpus* documental revela uma distribuição concentrada estritamente na última década, com destaque para a atualidade e contemporaneidade dos debates. Do ponto de vista da tipologia dos trabalhos selecionados, observa-se uma composição heterogênea, constituída por sete artigos originais publicados em periódicos indexados, três dissertações de mestrado e uma tese de doutorado vinculadas a programas de pós-graduação *stricto sensu*, além de um livro em formato de relatório analítico institucional. Essa diversidade de fontes confere ao capítulo a sustentação metodológica necessária para mapear tanto o panorama epidemiológico atual quanto as especificidades sociais e geográficas da região.

Quadro 1. Caracterização e classificação dos estudos selecionados segundo a escala de relevância.

Autor (Ano)	Tipo de Produção	Foco Temático Principal	Nota
Gomes et al. (2024)	Artigo Original	Prevenção na primeira infância e ativação de tecnologia leve em saúde.	5
Brito e Santana (2024)	Artigo Original	Estudo etnográfico sobre saberes e cuidados na primeira infância amazônica.	4
Batista e Neu (2024)	Artigo Original	Percepções ribeirinhas sobre a implantação de tecnologias sociais hídricas.	4
Soeiro et al. (2025)	Artigo Original	Análise de geociências forenses aplicada a acidentes com embarcações.	5
Lima (2020)	Artigo Original	Disseminação de primeiros socorros e prevenção de acidentes comunitários.	5
Almeida et al. (2022)	Artigo Original	Itinerários e desafios no acesso à rede de urgência e emergência.	4
Ferreira et al. (2021)	Artigo Original	Análise epidemiológica de afogamentos na Região Metropolitana de Manaus.	3
Silva et al. (2021)	Artigo Original	Perfil epidemiológico dos casos de afogamento no estado do Pará.	3
Pacífico et al. (2021)	Relatório/Livro	Impacto de tecnologias de acesso à água na rotina de várzea.	4
Santos (2020)	Dissertação de Mestrado	O pulso das águas e o acesso ribeirinho à rede de urgência e emergência.	4
Medeiros et al. (2018)	Livro / Relatório	Condições de saúde no contexto da Reserva de Desenvolvimento Sustentável.	4
Bôas (2017)	Tese de Doutorado	Práticas populares e representações de saúde no Baixo Madeira.	4

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

A análise quantitativa dos estudos com base nos escores atribuídos na escala de relevância permitiu organizar o *corpus* em três blocos de evidências bem delimitados. O primeiro bloco, classificado com a nota 3 de relevância, é composto por duas produções de cunho epidemiológico e estatístico regional, representadas pelos artigos de Silva et al. (2021) e Ferreira et al. (2021) . O segundo bloco, correspondente à nota 4, agrega seis produções focadas na caracterização estrutural, assistencial e de acesso às redes de saúde e infraestrutura no território amazônico, englobando as pesquisas de Santos (2020), Bôas (2017), Almeida et al. (2022), Medeiros et al. (2018), Pacífico et al. (2021) e Batista e Neu (2024). Por fim, o terceiro bloco de resultados reúne as quatro produções restantes que alcançaram a nota máxima 5 na escala de relevância, por abordarem diretamente o nexo causal entre o modo de vida ribeirinho e a ocorrência ou prevenção de acidentes aquáticos recentes, englobando as investigações de Gomes et al. (2024), Brito e Santana (2024), Lima (2020) e Soeiro, Lima e Silva (2025). A concentração da maior parte da amostra nos escores 4 e 5 demonstra que, com o descarte das produções que tangenciavam o tema, a literatura regional contemporânea assume o protagonismo metodológico do capítulo, fornecendo um volume robusto de dados qualitativos e locais que justificam o refinamento amostral controlado adotado nesta pesquisa.

Bloco 1: panorama estatístico e epidemiológico dos afogamentos na região

A discussão dos dados epidemiológicos revela que a Região Norte do Brasil apresenta um cenário alarmante quanto à mortalidade por afogamento, evidenciando sua magnitude em comparação ao panorama nacional. Conforme apontam Silva et al. (2021), a referida região possui um risco de morte por afogamento de 4,7 por 100.000 habitantes, taxa substancialmente superior à da região Sudeste, que registra 2 por 100.000 habitantes. Embora as regiões mais populosas do país concentrem maiores números

absolutos nos registros do Datasus, a severidade no Norte destaca-se negativamente devido às peculiaridades geográficas locais, visto que aproximadamente 70% dos óbitos registrados ocorrem em rios e represas, que são os ecossistemas dominantes e abundantes na Bacia Amazônica (SILVA et al., 2021).

Esses altos índices de letalidade correlacionam-se diretamente com a densidade e a importância da malha hidrográfica amazônica para o território. Ferreira et al. (2021) destacam que a abundância de águas dita a dinâmica social e econômica regional, fazendo com que o transporte, o comércio, a moradia e o lazer ocorram invariavelmente sobre os rios. Essa interação diária e contínua atua como o principal fator de exposição ao risco, convertendo o meio natural em um cenário propício a incidentes, especialmente devido a infrações como a superlotação de embarcações e a não utilização de equipamentos de proteção individual por parte dos tripulantes e passageiros (FERREIRA et al., 2021; SOEIRO; LIMA; SILVA, 2025). Ademais, a literatura evidencia que a falta de postos de vigilância salva-vidas e a ausência de avisos de perigo nas extensas áreas aquáticas de uso comum agravam consideravelmente a vulnerabilidade da população local (SILVA et al., 2021).

Apesar da gravidade evidenciada pelos números oficiais, a análise dos dados macroepidemiológicos do Datasus possui limites metodológicos expressivos, esbarrando na crônica subnotificação. Diversos estudos demonstram que existe uma falha estrutural na coleta de dados e uma cobertura insatisfatória nos sistemas de informação, cenário que afeta severamente a compreensão da mortalidade na região Norte (SILVA et al., 2021). Os registros oficiais não conseguem capturar a totalidade dos eventos, mascarando particularmente os afogamentos não fatais, que constituem a grande maioria das ocorrências em ambientes aquáticos, mas que raramente geram notificações formais (SILVA et al., 2021). Nas comunidades rurais e ribeirinhas, o distanciamento geográfico dos grandes centros urbanos e a dificuldade de acesso rápido à rede de urgência e emergência

contribuem diretamente para a invisibilidade estatística desses casos.

Conforme relatam Gomes et al. (2024), a subnotificação de afogamentos não fatais é altamente expressiva na Amazônia, calculando-se que, para cada três crianças que sofrem esse tipo de agravo, apenas uma chega a dar entrada nos serviços hospitalares de urgência. Para aprofundar a distorção do quadro, observa-se que o afogamento infantil frequentemente é invisibilizado pelo Estado e tratado no contexto social como uma "tragédia" ou um evento inevitável atrelado ao modo de vida amazônico (GOMES et al., 2024). Esse fenômeno de invisibilidade institucional, quando somado à acentuada escassez de financiamento para pesquisas científicas e produção de literatura médica sobre o tema no hemisfério sul, oculta a real magnitude do agravo e dificulta o planejamento de políticas preventivas eficazes (GOMES et al., 2024; SILVA et al., 2021).

Bloco 2: caracterização estrutural, assistencial e de acesso à infraestrutura

A discussão sobre a caracterização estrutural e assistencial das comunidades ribeirinhas amazônicas revela que a configuração física do território é profundamente moldada pelo "pulso das águas", caracterizado pela ciclicidade extrema de cheias e vazantes. Conforme analisado por Santos (2020) e Almeida et al. (2022), o ambiente amazônico constitui um "território líquido", onde a dinâmica dos rios comanda os modos de vida e a estruturação do espaço. Medeiros (2018) e Pacífico et al. (2021) destacam que as habitações e as infraestruturas nas várzeas precisam se adaptar constantemente: no período das cheias, as águas invadem as terras, forçando os moradores a viverem em palafitas, elevarem o piso de suas residências ou construírem "marombas" para se protegerem das inundações e dos ataques de animais. Em contrapartida, durante a seca extrema, as moradias flutuantes precisam ser deslocadas, e a

retração das águas afasta as comunidades dos leitos perenes, aumentando significativamente a distância física para a coleta de água, que pode chegar a até um quilômetro. Além disso, fenômenos de desbarrancamento, como a "terra caída", agravados pela variação do nível das águas, destroem casas e infraestruturas, obrigando famílias inteiras a migrarem para áreas mais altas (MEDEIROS, 2018; BÔAS, 2017).

Essas contínuas transformações geográficas impõem severas barreiras de mobilidade fluvial, o que compromete o tempo-resposta do socorro especializado e dilata o itinerário terapêutico da população ribeirinha. Almeida et al. (2022) demonstram que o deslocamento para acessar os serviços de urgência e emergência nas sedes municipais pode demorar de algumas horas a até 18 horas de viagem, utilizando-se embarcações de pequeno porte ("rabetas") ou "ambulanchas". Durante o período de vazante (seca), o isolamento geográfico se agrava substancialmente, pois o surgimento de bancos de areia impede a passagem de barcos maiores em determinados rios, prolongando o tempo de viagem e aumentando o consumo e os custos com combustíveis (SANTOS, 2020; BÔAS, 2017). Diante desse isolamento crônico e da carência de profissionais de saúde de nível superior alocados de forma permanente nas comunidades, os ribeirinhos precisam flexibilizar seus caminhos na busca por cura. Bôas (2017) e Santos (2020) evidenciam que a ausência de uma rede rápida do Estado leva essas populações a integrarem de forma contundente as práticas populares de saúde aos seus percursos, recorrendo a curandeiros, parteiras e benzedeiras como forma de assistência primária e de enfrentamento imediato à precariedade do socorro médico oficial.

Somando-se aos desafios logísticos, a ausência de infraestrutura de saneamento básico e de acesso à água potável atua como um determinante estrutural que empurra as comunidades de várzea para situações de alta vulnerabilidade física. Pacífico et al. (2021) apontam que cerca de 60% da população rural do Amazonas retira água para consumo humano

diretamente dos rios, igarapés e lagos, em grande parte sem tratamento adequado para torná-la potável. O esgotamento sanitário costuma ser feito de forma precária, através de fossas negras (muitas vezes próximas a poços) ou com a prática do "pau-da-gata" (defecação ao ar livre nas matas), o que contamina diretamente o solo e os lençóis freáticos (BÔAS, 2017; PACÍFICO et al., 2021). Durante o período das cheias, o nível da água inunda essas áreas e dissemina patógenos fecais e parasitas (como helmintos e protozoários). Já durante as secas, o uso de águas paradas, esverdeadas e com alta concentração orgânica resulta em elevadas taxas de verminoses, dermatoses e diarreia aguda, afetando especialmente a saúde infantil (MEDEIROS, 2018; PACÍFICO et al., 2021). Consequentemente, a ineficiência no provimento de tecnologias de saneamento e políticas públicas adequadas mantém a população aprisionada a um ciclo contínuo de exposição a riscos biológicos no próprio domicílio (BÔAS, 2017; PACÍFICO et al., 2021).

Bloco 3: o nexo causal entre o modo de vida ribeirinho e a ocorrência ou prevenção de acidentes aquáticos

A discussão sobre o nexo causal entre o modo de vida ribeirinho e a ocorrência de acidentes aquáticos revela que o afogamento na Amazônia possui uma matriz eminentemente doméstica e ocupacional. Conforme evidenciam Soeiro, Lima e Silva (2025), a navegação e o transporte hidroviário formam a base da mobilidade diária na região estuarina, convertendo o ambiente fluvial em um espaço de intensa circulação para o trabalho, o comércio, o acesso à saúde e à educação. No contexto doméstico e laboral, Gomes et al. (2024) destacam que as atividades cotidianas básicas, como banhar-se no rio, buscar água e usar embarcações como "cascos" para o trajeto escolar ocorrem frequentemente sem supervisão e sem equipamentos de proteção, como os coletes salva-vidas. A própria dinâmica da pesca artesanal e os afazeres de subsistência, discutidos sob a ótica analítica desse grupo de

máxima relevância, inserem precocemente os sujeitos na água, fazendo com que o afogamento decorra dessa exposição não intencional contínua ou da queda em recipientes desprotegidos — baldes, bacias destampadas e poços — acessíveis no próprio domicílio ou quintal ribeirinho.

Essa exposição ambiental permanente contribui para a naturalização do ambiente fluvial e gera uma forte habituação cultural ao risco, que impacta diretamente as práticas de cuidado e a supervisão na primeira infância. Brito e Santana (2024) demonstram, por meio de seus estudos etnográficos, que a educação nas comunidades das águas fundamenta-se fortemente no "aprender fazendo" e no convívio intergeracional. As crianças são inseridas muito cedo no cotidiano produtivo, passando a pilotar rabetas sozinhas por volta dos sete anos de idade ou ajudando os pais no extrativismo e na pesca. O rio é um risco onipresente, mas a adaptação é tida como regra de sobrevivência: a criança geralmente aprende a nadar logo aos dois anos, internalizando o contato com o corpo hídrico de forma lúdica e naturalizada. Todavia, Gomes et al. (2024) enfatizam que essa naturalização da realidade amazônica culmina em uma supervisão negligente por parte dos cuidadores. A falsa percepção de que a criança pequena ribeirinha já sabe reconhecer perigos iminentes leva à ausência da vigilância direta de adultos e à falta de barreiras físicas (como cercas em pontes), transformando atividades de lazer e exploração infantil em cenários propícios para óbitos precoces, muitas vezes aceitos como tragédias inevitáveis pela comunidade e invisibilizados pelo Estado.

Diante desse nexo de risco tão enraizado, a mitigação de acidentes exige intervenções intersetoriais e a formulação de "tecnologias leves" atreladas à educação contextualizada e ao treinamento em primeiros socorros. Gomes et al. (2024) ilustram a eficácia dessa perspectiva relatando a elaboração e a ativação de um folder educativo regional focado na prevenção de afogamentos, qualificado como tecnologia leve em saúde. Essa tecnologia opera através da micropolítica do "trabalho vivo", em

que profissionais da Estratégia de Saúde da Família e agentes comunitários dialogam com os moradores sobre os fatores de risco invisibilizados em suas próprias casas e ensinam o uso de flutuadores improvisados (galhos ou garrafas plásticas) para interromper o afogamento de forma segura. Corroborando essa via, Lima et al. (2020) evidenciam a importância da capacitação da população ribeirinha em primeiros socorros por meio da intersetorialidade entre o ensino médico (projetos de extensão universitária), enfermagem, gestão pública e a Defesa Civil (Corpo de Bombeiros). Essa educação aquática contextualiza saberes vitais para o período da "hora de ouro" da emergência, capacitando populares a realizarem a reanimação cardiopulmonar (RCP) apenas com as mãos, desobstrução de vias aéreas e resgates apropriados enquanto a assistência especializada não chega. Ao unir o saber acadêmico das equipes de socorro à vivência da população ribeirinha, promove-se o fortalecimento comunitário e a percepção ativa dos riscos do território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada da literatura científica contemporânea permitiu descortinar que o afogamento nas comunidades ribeirinhas da Amazônia constitui um grave problema de saúde pública, cuja gênese ultrapassa a perspectiva reducionista do acidente fortuito ou da conduta negligente individual. As evidências textuais consolidaram o entendimento de que o risco de submersão é um componente estrutural do território, moldado pela ausência de saneamento básico, pela necessidade imperiosa da coleta diária de água nos rios de várzea e pelas severas barreiras geográficas decorrentes do pulso sazonal das águas. Ficou demonstrado que a habituação cultural ao ambiente líquido e a naturalização do perigo expõem precocemente a primeira infância a cenários de extrema vulnerabilidade, enquanto a escassez de infraestrutura de transporte e comunicação nas áreas

isoladas gera vazios assistenciais que dilatam o tempo-resposta do socorro oficial, elevando a letalidade do agravo na região.

Diante da complexidade desse panorama socioespacial, a superação dos gargalos amazônicos evoca a superação de modelos preventivos padronizados e a consolidação de políticas públicas intersetoriais de base territorial. O capítulo evidencia que a fusão entre o conhecimento epidemiológico da enfermagem e a capacidade técnico-operacional do bombeiro militar representa a estratégia mais viável e robusta para romper o ciclo histórico de invisibilidade institucional que cerca esses agravos. O fortalecimento comunitário, impulsionado pela ativação de tecnologias leves em saúde, pelo desenho de materiais educativos regionalizados e pela capacitação sistemática de populares em manobras de primeiros socorros para a hora de ouro, configura-se não apenas como uma alternativa de mitigação de danos, mas como uma ferramenta de sobrevivência e emancipação das populações das águas no Norte do Brasil.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. F. de; SCHWEICKARDT, J. C.; REIS, A. E. S.; MOURA, G. P. da S. V. Caminhos da população ribeirinha no acesso à urgência e à emergência: desafios e potencialidades. *Interface (Botucatu)*, v. 26, e210769, 2022.

BATISTA, L. M.; NEU, V. Olhares para o sanear: as perceptions de ribeirinhos sobre uma experiência com tecnologias sociais na Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 26, e202411, 2024. DOI: 10.22296/2317-1529.rbeur.202411.

BÔAS, L. M. da S. V. *Práticas populares e representações de saúde de comunidades ribeirinhas no Baixo Madeira*. 2017. 272 f. Tese (Doutorado em Psicologia Social) - Instituto de Psicologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

BRITO, A. do C. U.; SANTANA, R. de O. Saberes, cuidados e educação na primeira infância: estudo etnográfico em comunidades tradicionais da Amazônia. *Educação*, Porto Alegre, v. 47, n. 1, e45467, jan./dez. 2024. DOI: 10.15448/1981-2582.2024.1.45467.

FERREIRA, R. S. A.; MONTEIRO, J. B.; BARRETO, A. C. F.; SALES, M. H. C. de; CRUZ, S. H. S. da; CASTRO, E. A. de; SOUZA, E. N. de. Afogamentos e agressões: considerações nos dados do Datasus para a Região Metropolitana de Manaus (RMM). *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, e512101422359, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.22359.

GOMES, T. de J. V. D.; SANTOS, S. B. dos; BRASIL, L. M. B. F.; LIMA, V. L. de A.; PARAÍZO-HORVATH, C. M. S.; CORRÊA JÚNIOR, A. J. S. Acidente por afogamento na primeira infância: revisão com proposta e ativação de tecnologia leve no município de Cametá, Pará. *Expressa Extensão*, v. 29, n. 3, p. 118-132, set./dez. 2024.

LIMA, M. G. Q. de; OLIVEIRA, L. X.; MORAIS, A. E.; PINTO, B. N. S. L.; HOLLANDA, L. E.; LIDÓRIO JÚNIOR, R. A. Disseminação de informações sobre primeiros socorros e prevenção de acidentes em uma comunidade ribeirinha. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v. 33, e10053, 2020. DOI: 10.5020/18061230.2020.10053.

MEDEIROS, M. S. de; AUGUSTO, L. G. da S.; BARCA, S.; SACRAMENTO, D. S.; SANTIAGO NETA, I. S.; GONÇALVES, I. C.; COSTA, A. M. A saúde no contexto de uma reserva de desenvolvimento sustentável: o caso de Mamirauá, na Amazônia Brasileira. *Saúde e Sociedade,* v. 27, n. 1, p. 235-248, jan./mar. 2018. DOI: 10.1590/S0104-12902018170810.

NUNES, L. H.; GAMBOA, D. Alerta na região: Corpo de Bombeiros registra 5 mortes por afogamento em 2026. *G1*

Santarém e Região, Santarém, 22 abr. 2026. Disponível em: . Acesso em: 22 maio 2026.

PACIFICO, A. C. N.; NASCIMENTO, A. C. S. do; CORRÊA, D. S. S.; PENTEADO, I. M.; PEDRO, J. P. B.; GOMES, M. C. R. L.; GOMES, U. A. F. Tecnologia para acesso à água na várzea amazônica: impactos positivos na vida de comunidades ribeirinhas do Médio Solimões, Amazonas, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, n. 8, e00084520, 2021. DOI: 10.1590/0102-311X00084520.

SANTOS, I. C. P. A. M. dos. *O "pulso das águas" e o acesso à rede de urgência e emergência da população ribeirinha na região do baixo Amazonas/AM.* 2020. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

SILVA, V. C. da; NASCIMENTO, C. V. C. do; MORAES, F. C. A. de; PASSOS, E. S. dos R.; RAMOS, W. D. S.; DUARTE, L. B.; BARBOSA, D. G. Perfil epidemiológico dos casos de afogamentos no norte do Brasil, com ênfase no estado do Pará de 2010 a 2019. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, e111101016706, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.16706.

SOEIRO, J. C.; LIMA, A. M. M. de; SILVA, L. M. da. Geociências Forenses aplicada as ocorrências de acidentes com embarcações no estuário amazônico. *Revista GeoUECE*, Fortaleza, v. 14, n. 26, e12789, 2025. DOI: 10.52521/geouece.v14i26.12789.

CAPÍTULO 5
MULHERES INDÍGENAS E RIBEIRINHAS EXPOSTAS AO MERCÚRIO NA AMAZÔNIA: VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS, SAÚDE MATERNO-INFANTIL E VIGILÂNCIA EM SAÚDE

Ana Beatriz Gomes de Sousa
Samilly Nogueira de Souza
Eduarda Mel da Silva Frota
Patrícia Maria Hoyos Lima
Moniky Rayanne Silva dos Santos
Sabrina do Carmo Vieira Pereira
Yasmin Garcia Silva Correa
Adalgisa Azevedo
Eudes Felipe Gomes Lopes
Joaquim Costa Rosa
Heloisa do Nascimento de Moura Meneses
Janaina Mota de Vasconcelos Massafra

Resumo
O capítulo aborda a exposição ao mercúrio entre mulheres indígenas e ribeirinhas da Amazônia, destacando vulnerabilidades socioambientais, repercussões para a saúde materno-infantil e a importância da vigilância em saúde. Inicialmente, apresenta o mercúrio como contaminante ambiental de elevada toxicidade, relacionado principalmente ao garimpo, que contribui para a contaminação de rios, solos e organismos aquáticos. Nesse contexto, essas populações apresentam maior vulnerabilidade pela estreita relação com os rios e dependência do pescado para subsistência, segurança alimentar e reprodução cultural. O metilmercúrio pode se acumular na cadeia alimentar, tornando o consumo frequente de peixes uma importante via de exposição. Entre mulheres em idade fértil, gestantes e lactantes, destacam-se riscos ao desenvolvimento fetal e infantil. Diante disso, ressalta-se a necessidade

de fortalecer a Atenção Primária, o pré-natal, o biomonitoramento e a vigilância ambiental. Conclui-se que o enfrentamento exige estratégias intersetoriais, educação em saúde e redução de danos, respeitando hábitos alimentares e culturais.
Palavras-Chave: Mercúrio. Mulheres indígenas. Populações ribeirinhas. Saúde materno-infantil. Vigilância em saúde.

Abstract
This chapter addresses mercury exposure among Indigenous and riverine women in the Amazon, highlighting socio-environmental vulnerabilities, impacts on maternal and child health, and the importance of health surveillance. Mercury is presented as a highly toxic environmental contaminant, mainly associated with gold mining, which contributes to the contamination of rivers, soils, and aquatic organisms. In this context, these populations are particularly vulnerable due to their close relationship with rivers and dependence on fish for subsistence, food security, and cultural practices. Methylmercury can accumulate in the food chain, making frequent fish consumption an important route of exposure. Among women of reproductive age, pregnant women, and breastfeeding women, potential risks include adverse effects on fetal and child development. Therefore, strengthening Primary Health Care, prenatal care, biomonitoring, and environmental surveillance is essential. Addressing mercury exposure requires intersectoral strategies, health education, and harm reduction measures that respect local dietary and cultural practices.
Keywords: Mercury. Indigenous women. Riverine populations. Maternal and child health. Health surveillance.

INTRODUÇÃO

O desastre de Chernobyl (1986), que expôs milhões de pessoas a agentes tóxicos, ilustra como a contaminação ambiental pode gerar efeitos prolongados sobre a saúde humana e ao meio ambiente, marcando um dos cenários de exposição mais críticos na história da humanidade. (Who, 2021; Saenko et al., 2011). De forma análoga, os graves impactos da intoxicação por metais pesados resultaram na Convenção de Minamata sobre Mercúrio,

um tratado global estruturado para proteger a saúde e os ecossistemas das emissões antropogênicas dessa substância (Brasil, 2024)

O mercúrio (Hg), agente químico classificado como altamente prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana, pode ser tanto encontrado naturalmente no ambiente quanto produzido e liberado por ações antrópicas (WHO, 2021). Entretanto, durante a sua utilização na extração de minérios valiosos, como o ouro, grande parte é desprezada nos rios e no solo (Nunes et al., 2023). Nesse processo, o Hg inorgânico é convertido em metilmercúrio (MeHg) por bactérias aquáticas, por meio da metilação microbiana — sua forma orgânica mais tóxica —, que passa a contaminar diferentes organismos da cadeia alimentar, incluindo peixes, que estão presentes na cultura e na alimentação local. (Jacques et al., 2025).

A Amazônia, popularmente vista como guardiã da maior biodiversidade do planeta, detém uma incomparável riqueza biológica. Contudo, tal patrimônio natural é constantemente ameaçado pela ambição humana, que insiste em poluir e despejar metais pesados em seus rios, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas e a saúde das populações tradicionais que os habitam. Tal cenário reflete diretamente no pescado que chega ao consumo daqueles que o possuem como principal fonte de proteína, a exemplo de comunidades ribeirinhas e indígenas (Crespo-Lopez et al., 2021).

Estudos como o de Boischio e Barbosa (1993), demonstram que as mulheres em período fértil, gestantes e lactantes se enquadram nos grupos mais vulneráveis à exposição mercurial. Isso ocorre devido ao MeHg possuir alta lipossolubilidade, atribuindo-o potencial de ultrapassar a barreira hematoencefálica e placentária. Sob essas condições, mecanismos transferência da mãe para o feto, por meio do cordão umbilical, podem gerar efeitos sobre o neurodesenvolvimento, malformação congênita e até indução do parto prematuro (Bello et al., 2023). Além disso, entre as mulheres lactantes, o mercúrio orgânico também pode

acumular-se no bebê, uma vez que a amamentação constitui via adicional de exposição (Bello et al., 2023). Em mulheres em idade fértil, a exposição mercurial também pode estar associada a danos renais e alterações endócrinas, decorrentes do estresse oxidativo, podendo desencadear quadros inflamatórios e contribuir para possíveis disfunções cardiometabólicas, além de atingir o sistema nervoso central (Khoury et al., 2013; Pan; Gong; Liang, 2024).

OBJETIVO

Analisar as evidências sobre a exposição mercurial entre mulheres indígenas e ribeirinhas, com ênfase nos determinantes socioambientais, nas implicações materno-infantis e nas estratégias de vigilância e cuidado.

MATERIAL E MÉTODO

O presente capítulo caracteriza-se como uma revisão narrativa realizada no ano de 2026. O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO e LILACS. A busca dos artigos foi realizada nos idiomas inglês e português. Para a identificação dos artigos, foram utilizados os seguintes descritores: "*mercúrio*", "*metilmercúrio*", "*mulheres indígenas*", "*população ribeirinha*", "*gestantes*", "*saúde materno-infantil*", "*consumo de pescado*" e "*exposição ambiental*", combinados pelos operadores booleanos AND e OR, em língua inglesa e portuguesa, conforme as especificidades de cada base de dados. Por se tratar de revisão narrativa, os estudos incluídos apresentam delineamentos heterogêneos (predominantemente transversais), biomarcadores distintos (cabelo, sangue e cordão umbilical) e pontos de corte variados, o que limita comparações diretas entre os teores reportados.

Para seleção dos artigos, foram considerados trabalhos originais que abordassem mulheres indígenas e ribeirinhas expostas ao mercúrio na Amazônia, com ênfase nas

vulnerabilidades socioambientais e vigilância em saúde, sem delimitação temporal, disponível nos idiomas português e inglês. A opção por não delimitar o período de publicação se justifica pela escassez de estudos específicos sobre exposição ao Hg em mulheres indígenas e ribeirinhas na Amazônia, bem como pela relevância de dados históricos sobre contaminação mercurial na região. Foram excluídos estudos duplicados, incompletos, artigos de revisão e publicações que não apresentassem relação direta com a temática investigada. Para o gerenciamento das referências bibliográficas e das citações utilizadas no capítulo, foi utilizado o software Zotero , que auxiliou na organização, armazenamento e inserção das referências ao longo do texto.

Durante o processo de elaboração deste capítulo, ferramentas de inteligência artificial generativa foram utilizadas como apoio: o Google Gemini na elaboração das representações visuais, e o ChatGPT e o NotebookLM na organização textual e revisão de redação. A seleção das evidências, a interpretação dos estudos e a análise crítica permaneceram sob responsabilidade exclusiva dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A exposição ao mercúrio na Amazônia brasileira vai muito além de um problema toxicológico, caracterizando-se como um reflexo de vulnerabilidades multidimensionais estruturadas por determinantes territoriais, alimentares, sociais e assistenciais (Basta et al., 2021; Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021). A análise integrada das evidências científicas disponíveis revela que as comunidades tradicionais, especialmente os povos indígenas e a população ribeirinha, encontra-se no centro de um problema socioambiental em que o território e a dieta são simultaneamente fontes de reprodução cultural e vias de contaminação (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021). Diante desse cenário, os resultados a seguir discutem sobre o caminho da exposição ao mercúrio e seus potenciais danos à saúde materno-infantil.

Território, pescado e exposição ao mercúrio

Para as populações tradicionais da Amazônia, a relação com os rios e a floresta constitui a base de sua reprodução social, cultural e econômica (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021). O rio não é apenas um limite geográfico, mas um território de identidade e subsistência, onde a atividade pesqueira apresenta relevância vital (Vasconcellos et al., 2021). Sob a perspectiva nutricional, o pescado caracteriza-se como a principal fonte de proteína animal para essas comunidades, promovendo a sua segurança alimentar e nutricional (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021). Além do aporte proteico, o pescado fornece micronutrientes essenciais, como vitaminas, minerais e ácidos graxos poli-insaturados das séries ômega-3 e ômega-6, que desempenham funções cardioprotetoras e são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021). No entanto, o consumo de pescado contaminado nessas regiões caracteriza-se como uma "não escolha" estrutural (Basta et al., 2021; Hacon et al., 2020). Para muitas dessas comunidades, especialmente em áreas de extrema pobreza e isolamento, o pescado é a única fonte proteica de qualidade economicamente acessível e disponível (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021).

A dieta das comunidades tradicionais amazônicas caracteriza-se pela alta frequência do consumo de pescado, estando presente em múltiplas refeições diárias (Vasconcellos et al., 2021). A exemplo disso, em comunidades indígenas Munduruku da Terra Indígena Sawré Muybu, 96% das famílias consomem peixe regularmente, ou seja, três ou mais vezes por semana (Vasconcellos et al., 2021), com ingestão diária média expressiva, alcançando 168,58 g para mulheres em idade fértil e 216,75 g para homens adultos (Vasconcellos et al., 2021). A ausência de renda regular está associada a níveis elevados de Hg no cabelo (6,0 na comunidade (Razão de prevalência - RP: 1,3; IC 95%:1,0-1,8), indicando que a escassez de recursos financeiros inviabiliza o acesso a proteínas comerciais alternativas nos

mercados urbanos (Basta et al., 2021; Vasconcellos et al., 2021). Somado a isso, o isolamento geográfico e a falta de energia elétrica limitam a conservação de alimentos frescos, obrigando comunidades remotas, como Lago Puruzinho, no Rio Madeira, a depender do peixe local defumado pelo método tradicional do moquém, o que explica médias capilares de mercúrio total (HgT) significativamente superiores (11,34) às encontradas em comunidades menores e isoladas, como São Sebastião do Tapurú (7,97) (Mendes et al., 2021).

O risco de exposição humana é modulado pela sazonalidade hidrológica e pelas características tróficas do peixe (Santos et al., 2007; Vasconcellos et al., 2021). No período de cheia, cerca de 60% dos peixes consumidos pertencem a níveis tróficos elevados (piscívoros), o que resulta em maior ingestão de MeHg em relação à seca, quando a dieta se diversifica com espécies herbívoras e detritívoras (Santos et al., 2007; Vasconcellos et al., 2021). Os processos de biomagnificação determinam teores elevados de Hg nos peixes carnívoros, na TI Sawré Muybu, os piscívoros apresentam média de 0,44 (Alcançando 0,71 em piranhas-pretas), enquanto as espécies não piscívoras registraram apenas 0,10 (Vasconcellos et al., 2021). No Amapá, das amostras de peixes com teores acima do limite de 0,5 da Organização Mundial da Saúde (OMS), 77,6% correspondem a espécies carnívoras (Hacon et al., 2020). Adicionalmente, a bioacumulação demonstrada pela correlação linear positiva entre o comprimento padrão do peixe e o teor muscular de Hg mostrou-se estatisticamente significante apenas para espécies piscívoras (R^2 = 0,36; p = 0,0005), confirmando que peixes carnívoros de maior tamanho representam riscos maiores (Vasconcellos et al., 2021).

A dinâmica e a biodisponibilidade desses contaminantes são influenciadas diretamente pelos impactos antrópicos no ecossistema (Hacon et al., 2020; Mendes et al., 2021). O garimpo artesanal libera diretamente mercúrio metálico no ambiente (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021), enquanto o desmatamento e as queimadas liberam Hg retido nos solos e na

vegetação, causando o escoamento para os corpos d'água (Hacon et al., 2020). Esse processo é intensificado pelas barragens de usinas hidrelétricas, que alteram a hidrodinâmica dos rios e favorecem o desenvolvimento de ambientes anóxicos adequados para a metilação bacteriana do mercúrio inorgânico (Mendes et al., 2021). Geograficamente, a probabilidade de contaminação acima do limiar seguro da OMS é 29 vezes maior em águas continentais do que em zonas costeiras (OR = 29; IC 95%: 15,3-54,6), decorrente da diluição pelas marés na costa e do despejo direto de rejeitos de mineração nas nascentes dos rios (Hacon et al., 2020). Essa vulnerabilidade territorial reflete-se na distribuição epidemiológica humana, onde mulheres Munduruku residentes na aldeia Sawré Aboy, situada às margens do Rio Jamanxim, área sob intensa invasão de garimpos ilegais, apresentam prevalência de contaminação elevada (6,0 2,5 vezes maior em relação àquelas que habitam aldeias localizadas próximo à foz no Rio Tapajós (RP: 2,5; IC 95%: 1,4-4,4) (Basta et al., 2021).

Do ponto de vista metodológico, questionários baseados na memória dos pacientes mostram que o consumo semanal de peixe relatado está associado de forma significativa, porém leve, aos níveis de Hg no sangue (r = 0,2518; p 0,01) (Vasconcellos et al., 2021), demandando o monitoramento direto e contínuo do esforço diário de captura pesqueira ativa conduzido pelas comunidades para análises de projeção robustas de ingestão de MeHg (Mendes et al., 2021; Vasconcellos et al., 2021). Esse conjunto de evidências responde ao primeiro eixo do objetivo deste capítulo, ao demonstrar que os determinantes socioambientais territorialidade, sazonalidade hidrológica, nível trófico do pescado e fontes antrópicas de contaminação, condicionam diretamente a exposição mercurial de mulheres indígenas e ribeirinhas.

Exposição ao longo do ciclo reprodutivo

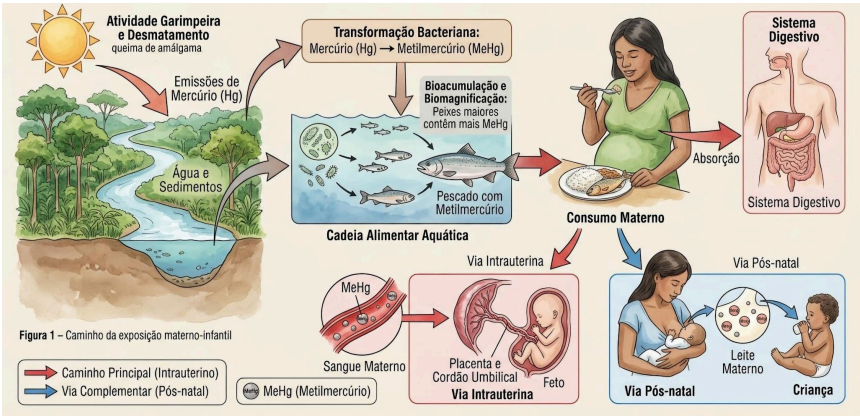
A exposição de mulheres indígenas e ribeirinhas da Amazônia ao mercúrio caracteriza-se por um acúmulo contínuo estabelecido desde a infância devido à dieta de subsistência no território (Santos et al., 2003, 2007). Nas comunidades Munduruku, a gravidez foi estatisticamente associada a teores de Hg no cabelo 6,0 , com prevalência significativamente maior em gestantes comparadas a não gestantes (RP: 1,5; IC 95%: 1,0-2,1) (Basta et al., 2021). Uma vez consumido, o MeHg é quase inteiramente absorvido e distribuído pela corrente sanguínea (Santos et al., 2007). O cabelo atua como um biomarcador de exposição crônica, apresentando uma razão mediana de partição cabelo:sangue de 269 em mulheres ribeirinhas expostas na bacia do Rio Madeira (Mendes et al., 2021).

A vulnerabilidade gestacional é agravada pela transponibilidade placentária do metilmercúrio (Santos et al., 2007). Uma investigação epidemiológica conduzida com 1.510 mulheres em trabalho de parto e seus respectivos recém-nascidos em Itaituba comprovou de forma contundente esse processo de transferência ativa (Santos et al., 2007). A média de Hg no sangue materno foi de 11,53 , enquanto no sangue do cordão umbilical alcançou 16,68 (Santos et al., 2007). Em todas as faixas etárias maternas analisadas, os níveis de Hg nos recém-nascidos foram sistematicamente maiores que os de suas mães, atingindo médias críticas de 14,37 nas mães e 21,87 no cordão umbilical no subgrupo de 31 a 40 anos de idade (Santos et al., 2007). O modelo de regressão linear estabelecido revelou que a concentração materna é uma preditora direta e significativa da dose de exposição fetal intrauterina ($r = 0,5283$; $p = 0,0000$), sustentada por uma correlação positiva entre ambas as matrizes sanguíneas ($r = 0,8019$; $p = 0,0000$) (Santos et al., 2007).

Após o nascimento, a exposição pós-natal secundária persiste por meio do aleitamento materno (Dos Santos et al., 2015; Santos et al., 2007). Em lactantes ribeirinhas expostas da bacia do Rio

Madeira, análises de proteômica e espectrometria demonstraram que o Hg se associa de forma específica à metaloproteína Lisozima C (Dos Santos et al., 2015). Esta proteína desempenha papel essencial na defesa imunológica do leite humano, contudo, o significado clínico dessa ligação sobre a imunidade do lactente não foi informado (Dos Santos et al., 2015). A continuidade da exposição infantil consolida-se após o desmame pela introdução da dieta sólida compartilhada com o núcleo familiar (Mendes et al., 2021). Há uma associação significativa () entre os níveis de mercúrio no cabelo das mães e de seus filhos, confirmando a mãe como preditora da carga corporal infantil (Mendes et al., 2021). A média de HgT no cabelo infantil alcançou 6,07 em Lago Puruzinho e 6,47 em São Sebastião do Tapurú (Mendes et al., 2021). Situação análoga foi documentada entre os indígenas Pakaanóva, em Rondônia, onde a média capilar infantil alcançou níveis extremamente preocupantes de 10,54 em crianças menores de 2 anos e 9,34 naquelas de 3 a 5 anos, superando a média geral das mulheres adultas (8,91) (Santos et al., 2003). Como mecanismos fisiológicos de filtragem e eliminação do organismo, as vias fecal e urinária são ativas (Mendes et al., 2021). As taxas médias de eliminação fecal de HgT em ribeirinhas (0,52 em peso seco) foram comparáveis às de seus filhos (0,49 em peso seco), registrando-se correlação positiva significativa entre as fezes e o cabelo apenas no estrato das crianças (r_s 0,38; p = 0,005) (Mendes et al., 2021).

Figura 1. Caminho da exposição materno-infantil ao mercúrio, desde a atividade garimpeira até as vias de exposição intrauterina e pós-natal.



Fonte: Elaborada pelos autores com auxílio de inteligência artificial generativa (Google Gemini), 2026.

Potenciais implicações para a saúde materno-infantil

O sistema nervoso fetal em rápido desenvolvimento é o alvo biológico de maior vulnerabilidade aos efeitos neurotóxicos do MeHg (Santos et al., 2007; Vasconcellos et al., 2018). Como mencionado, por ser lipofílico, o MeHg altera processos de migração neuronal, divisão celular e sinaptogênese, o que pode culminar em comprometimentos intelectuais irreversíveis na infância em níveis de exposição consideradas seguras para adultos (Santos et al., 2007; Vasconcellos et al., 2018). Com base no modelo de dose-resposta consensual de que cada aumento de 1,0 de Hg no cabelo materno acarreta a perda de 0,18 pontos de QI na criança, o estudo de carga de doença quantificou esses prejuízos cognitivos (Vasconcellos et al., 2018).

Tabela 1. Exposição materna ao mercúrio e estimativas de impactos cognitivos e de carga de doenças em crianças na Amazônia.

Cenário	Exposição materna (Hg)	Crianças com perda 2 pontos de QI	Incidência de RML	DALYs	Autor
Rio Madeira - Porto Velho	6,49	34,31% (2.775) nascidos vivos	5,96/1.000	71,2/1.000 crianças	Vasconcellos et al., (2018)
Amazônia - Modelagem regional	19,91	79,63%	18,03/1.000	215,2/1.000 crianças/ano	Vasconcellos et al., (2018)

Nota: Hg = mercúrio; QI = quociente de inteligência; RML = deficiência intelectual leve; DALYs = anos de vida ajustados por incapacidade (*Disability - Adjusted Life Years).*
Fonte: Adaptada de Vasconcellos et al., 2018

Ao nascimento, a triagem obstétrica de 1.510 partos em Itaituba identificou prevalências de 7,3% de baixo peso ao nascer, 7% de cianose neonatal, 1% de icterícia e 12,3% de necessidade de internação em terapia intensiva (Santos et al., 2007). Contudo, devido a múltiplos fatores de confusão obstétricos e infecciosos não descritos, nenhum sinal clínico clássico de intoxicação por mercúrio congênito pôde ser causalmente associado de forma direta aos níveis biológicos de Hg do cordão na ocasião do parto (Santos et al., 2007). Em contrapartida, as evidências de morbidade crônica no adulto exposto apontam forte correlação sistêmica, na população indígena Munduruku, a exposição a teores de Hg 6,0 está significativamente associada à ocorrência de hipertensão arterial sistêmica, tanto no grupo geral acima de 12 anos (RP: 1,6; IC 95%: 1,3–2,1) quanto especificamente no estrato das mulheres em idade fértil (RP: 1,9; IC 95%: 1,2–2,3) (Basta et al., 2021).

O diagnóstico de intoxicação clínica na Amazônia depara-se com a interferência de enfermidades endêmicas e fatores nutricionais (Santos et al., 2007; Vasconcellos et al., 2021). Baterias de testes neurofisiológicos revelam disfunções visuais subclínicas e déficits motores sutis em níveis de Hg capilar substancialmente inferiores ao limite clássico de 50 (Santos et al., 2007). Todavia, a confirmação clínica definitiva de intoxicação mercurial exige controle rigoroso de viés de confusão como desnutrição crônica, parasitoses intestinais e malária recorrente, as quais mimetizam ou agravam sintomas neuropsicológicos (Santos et al., 2007; Vasconcellos et al., 2018). Além disso, os prejuízos do MeHg podem ser amenizados pelos fatores nutricionais protetores inerentes ao pescado (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021). Ácidos graxos poli-insaturados e antioxidantes como o selênio contrabalançam os danos celulares causados pelo mercúrio, modulando os desfechos toxicológicos finais a depender das espécies de peixes consumidas pelas comunidades (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021).

Os dados apresentados atendem ao segundo eixo do objetivo, evidenciando que a exposição mercurial materna se associa a implicações mensuráveis para a saúde da mulher e da criança, desde a transposição placentária até desfechos no neurodesenvolvimento e na morbidade materna.

Vigilância e cuidado de mulheres expostas

A identificação epidemiológica de grupos de risco prioritários aponta de maneira consensual para as mulheres em idade fértil, gestantes, lactantes e crianças menores de 5 anos (Basta et al., 2021; Santos et al., 2003, 2007). Diante dos riscos ao neurodesenvolvimento fetal, as evidências apontam a necessidade de preenchimento obrigatório de prontuários com histórico detalhado da frequência de consumo e das espécies de peixe consumidas pelas famílias durante o acompanhamento pré-natal e nas consultas pré-concepcionais (Santos et al., 2007).

O papel da Atenção Primária à Saúde (APS), por intermédio das equipes de saúde da família e agentes de saúde locais (ACS e AIS), é estratégico para o monitoramento territorial direto das famílias e difusão de estratégias de redução de danos (Basta et al., 2021; Hacon et al., 2020). As orientações devem evitar a proibição indiscriminada do peixe, medida que induziria desnutrição proteico-calórica e destruição de práticas culturais identitárias (Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021). Assim, preconiza-se o aconselhamento dietético direcionado:

Tabela 2. Recomendações alimentares para redução da exposição ao mercúrio por meio do consumo de pescado entre populações amazônicas.

Recomendação	Orientação	Espécie	Autor
Restrição de piscívoras	Até 200g/semana para adultos; 1x mês para gestantes e crianças	Surubim, tucunaré, trairão, mandubé, pirapucu e piranha-preta	Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021
Substituição trófica preferencial	Herbívoros, detritívoros e onívoros	Jaraqui, curimatá, branquinha, pacu-branco, caratinga e tainha	Hacon et al., 2020; Vasconcellos et al., 2021
Gestantes em território críticos	Evitar peixes carnívoros e reduzir onívoros	Peixes carnívoros e onívoros	Hacon et al., 2020

Fonte: Adaptada de Hacon et al., 2020 e Vasconcellos et al., 2021.

A operacionalização da vigilância ambiental requer a integração ativa entre a Atenção Primária, os Distritos Sanitários Especiais Indígenas (DSEI) e o programa de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Contaminantes Químicos (VIGIPEQ) (Basta et al., 2021; Santos et al., 2007). Essa integração deve garantir que os dados de biomonitoramento sejam sistematicamente notificados e registrados em fichas clínicas e prontuários (Vasconcellos et al., 2018). Além disso, é necessário a consolidação de redes de referência para o encaminhamento especializado de gestantes e crianças que apresentem alterações

motoras e neuropsicológicas subclínicas identificadas nas triagens (Santos et al., 2007; Vasconcellos et al., 2018). Por fim, o processo deve incorporar a devolutiva ética dos resultados de forma dialogada e acessível no território, fomentando a educação em saúde e assegurando o controle social (Basta et al., 2021; Santos et al., 2007). As estratégias descritas respondem ao terceiro eixo do objetivo, ainda que os dados disponíveis indiquem que sua efetividade permanece aquém do necessário para reverter o cenário de exposição crônica.

CONCLUSÃO

A exposição ambiental ao mercúrio na Amazônia configura um complexo dilema sociocultural e econômico refletido, de forma expressiva, em comunidades tradicionais da região. Apontadas como algumas das principais fontes de exposição ambiental, as atividades garimpeiras ilegais protagonizaram o estopim do atual cenário de exposição. Tal influência antrópica, sendo capaz de mobilizar o mercúrio pelos rios amazônicos e contaminar seres vivos, como os peixes, vulnerabiliza aquelas populações que dependem da pesca para sua subsistência, seja através do consumo ou venda.

A problemática assume especial relevância no que se refere à saúde materno-infantil, dada a maior vulnerabilidade fetal aos efeitos do mercúrio no organismo. Tendo em vista a perpetuação da exposição fetal durante a gestação pela transposição do MeHg pela barreira placentária, e até mesmo, durante a amamentação, é crucial a adoção de hábitos para mitigar a exposição materna, e, por consequente, do feto ou infante ao mercúrio. A APS contribui neste processo por meio do acompanhamento pré-natal, incluindo sugestões de adoção de medidas nutricionais, como a substituição do consumo para um pescado de nível trófico mais baixo ou ainda, quando possível, o rodízio entre diferentes fontes proteicas.

No entanto, a dificuldade na identificação de um quadro de exposição mercurial devido interferência de fatores intrínsecos,

somada à banalização do problema, que incide diretamente na falta de capacitação para enfrentamento em diferentes níveis, incluindo desde profissionais da saúde até mesmo a própria população, remetem a um problema de saúde pública de responsabilidade político-social. Dessa forma, se torna imprescindível a adoção de estratégias mais sólidas de biomonitoramento da exposição mercurial e suas implicações clínicas, principalmente entre grupos de maior vulnerabilidade, como é o caso de mulheres indígenas e ribeirinhas da Amazônia.

Ainda, se faz útil a inclusão de uma abordagem intersetorial envolvendo diferentes agentes sociais, tais quais serviços de saúde, instituições de ensino e pesquisa, instituições de proteção ambiental, além das próprias comunidades. Resultando não apenas no controle da exposição ao mercúrio como ainda em ações voltadas para o combate das desigualdades socioambientais que culminam na vulnerabilidade dessas populações.

REFERÊNCIAS

BASTA, Paulo Cesar *et al.* Mercury Exposure in Munduruku Indigenous Communities from Brazilian Amazon: Methodological Background and an Overview of the Principal Results. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 17, p. 9222, 1 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Convenção de Minamata sobre Mercúrio*. Brasília, DF: MMA. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/seguranca-quimica/convencao-de-minamata-sobre-mercurio

BELLO, Thayssa C. S. *et al.* Mercury Exposure in Women of Reproductive Age in Rondônia State, Amazon Region, Brazil.

International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 20, n. 6, p. 5225, 22 mar. 2023.

BOISCHIO, Ana Amelia P.; BARBOSA, Antonio. Exposição ao mercúrio orgânico em populações ribeirinhas do Alto Madeira, Rondônia, 1991: resultados preliminares. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 9, n. 2, p. 155–160, jun. 1993.

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

DOS SANTOS, Felipe André *et al.* A Metalloproteomics Study on the Association of Mercury With Breast Milk in Samples From Lactating Women in the Amazon Region of Brazil. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 69, n. 2, p. 223–229, ago. 2015.

HACON, Sandra De Souza *et al.* Mercury Exposure through Fish Consumption in Traditional Communities in the Brazilian Northern Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 15, p. 5269, 22 jul. 2020.

JACQUES, Adriana Duringer *et al.* Exposição ao metilmercúrio e neurodesenvolvimento em crianças indígenas: um modelo teórico. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 41, n. 3, p. e00228623, 2025.

KHOURY, Eliana Dirce Torres *et al.* Manifestações neurológicas em ribeirinhos de áreas expostas ao mercúrio na Amazônia brasileira. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 29, n. 11, p. 2307–2318, nov. 2013.

MENDES, Vanessa A. *et al.* Mercury in blood, hair, and feces from subsistence fish-eating riverines of the Madeira River Basin (Western Amazon). *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, v. 67, p. 126773, set. 2021.

NUNES, Maria Sinamor Barauna *et al.* Impacto do consumo de peixes contaminados por mercúrio na saúde humana em habitantes da Amazônia brasileira: revisão sistemática. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 6, n. 4, p. 15111–15124, 14 jul. 2023.

PAN, Ziwei; GONG, Tingyu; LIANG, Ping. Heavy Metal Exposure and Cardiovascular Disease. *Circulation Research*, v. 134, n. 9, p. 1160–1178, 26 abr. 2024.

SAENKO, V. *et al.* The Chernobyl Accident and its Consequences. *Clinical Oncology*, v. 23, n. 4, p. 234–243, maio 2011.

SANTOS, Elisabeth C. Oliveira *et al.* Avaliação dos níveis de exposição ao mercúrio entre índios Pakaanóva, Amazônia, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 19, n. 1, p. 199–206, fev. 2003.

SANTOS, Elisabeth Oliveira *et al.* Correlation between blood mercury levels in mothers and newborns in Itaituba, Pará State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, n. suppl 4, p. S622–S629, 2007.

VASCONCELLOS, Ana Claudia Santiago De *et al.* Burden of Mild Mental Retardation attributed to prenatal methylmercury exposure in Amazon: local and regional estimates. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 23, n. 11, p. 3535–3545, nov. 2018.

VASCONCELLOS, Ana Claudia Santiago De *et al.* Health Risk Assessment of Mercury Exposure from Fish Consumption in Munduruku Indigenous Communities in the Brazilian Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 15, p. 7940, 27 jul. 2021.

WHO. *Exposure to Mercury: Preventing Disease Through Healthy Environments*. 2nd ed ed. Geneva: World Health Organization, 2021.

CAPÍTULO 6
BIOMONITORAMENTO HUMANO DO MERCÚRIO: MATRIZES BIOLÓGICAS, INTERPRETAÇÃO DA EXPOSIÇÃO E APLICAÇÕES NA VIGILÂNCIA EM SAÚDE

Joaquim Costa Rosa
Roberta Caldeira Mota
Eduarda Mel da Silva Frota
Sabrina do Carmo Vieira Pereira
Gustavo Inomata Carvalho Rebelo
Antônio Gabriel Silva Ferreira
Luana Cristina Albuquerque Andrade
Ana Beatriz Gomes de Sousa
Samilly Nogueira de Souza
Janaina Mota de Vasconcelos Massafra
Maria Beatriz Viana dos Santos
Heloisa do Nascimento de Moura Meneses

Resumo

O mercúrio (Hg) é um metal de elevada toxicidade, destacando-se o metilmercúrio (MeHg), associado principalmente à neurotoxicidade. A exposição ao Hg pelo consumo de peixes contaminados e pela mineração de ouro constitui importante questão de saúde pública. Este estudo objetivou descrever as principais matrizes biológicas utilizadas no biomonitoramento humano do Hg e os critérios necessários para sua seleção e interpretação, considerando sua aplicação na vigilância em saúde. Foi realizada revisão narrativa nas bases de dados BVS, Web of Science e PubMed, complementada por busca manual. Os resultados evidenciaram que o sangue é indicado para exposição recente ao MeHg, a urina para mercúrio inorgânico e o cabelo para exposição crônica ao MeHg, com variabilidade dos valores de referência internacionais. Nesse contexto, uma abordagem multimatriz pode aprofundar a avaliação quando necessária. Conclui-se que a seleção adequada da matriz e a

harmonização dos valores de referência são fundamentais para a vigilância em saúde.
Palavras-Chave: Mercúrio. Monitoramento ambiental. Exposição ambiental. Saúde Pública. Brasil.

Abstract
Mercury (Hg) is a highly toxic metal, with methylmercury (MeHg) standing out as the form primarily associated with neurotoxicity. Exposure to Hg through the consumption of contaminated fish and gold mining constitutes an important public health concern. This study aimed to describe the main biological matrices used for human Hg biomonitoring and the criteria required for their selection and interpretation, considering their application in health surveillance. A narrative review was conducted in the BVS, Web of Science, and PubMed databases, complemented by manual search. The findings showed that blood is indicated for recent MeHg exposure, urine for inorganic mercury, and hair for chronic MeHg exposure, with variability in international reference values. In this context, a multi-matrix approach may provide a more comprehensive assessment when necessary. In conclusion, appropriate matrix selection and harmonization of reference values are essential for health surveillance.
Keywords: Mercury. Environmental Monitoring. Environmental Exposure. Public Health. Brazil

INTRODUÇÃO

O mercúrio (Hg) é um metal pesado de ocorrência natural que se apresenta sob três formas químicas principais (elementar, inorgânica e orgânica), cada uma com toxicocinética e potencial toxicológico distintos (ATSDR, 2024). Sua mobilização ambiental, intensificada por atividades antrópicas como a mineração de ouro, resulta em contaminação persistente de ecossistemas aquáticos, nos quais o mercúrio inorgânico é convertido em metilmercúrio (MeHg) por ação microbiana, biomagnificando-se ao longo da cadeia trófica. Em razão de sua toxicidade e persistência, o mercúrio é atualmente regulado pela Convenção de Minamata,

tratado internacional voltado à redução de emissões e da exposição humana ao metal (World Health Organization, 2024).

A exposição humana ao mercúrio, sobretudo na forma de metilmercúrio, está associada a efeitos adversos amplamente documentados, com destaque para a neurotoxicidade, particularmente grave durante o desenvolvimento fetal e infantil além de efeitos renais e cardiovasculares (ATSDR, 2024). O reconhecimento da magnitude desse problema em escala global consolidou-se a partir de episódios históricos de contaminação em massa, como a intoxicação alimentar por grãos tratados com fungicida mercurial ocorrida no Iraque na década de 1970 (Bakir *Et Al*., 1973), casos que impulsionaram décadas de pesquisa sobre os efeitos do MeHg em populações expostas via consumo de peixe (Mergler *Et Al*., 2007).

Diante dessa complexidade toxicocinética, o biomonitoramento humano (HBM) definido como a mensuração de substâncias químicas ou de seus metabólitos em matrizes biológicas humanas consolidou-se como principal estratégia para estimar a dose interna de exposição de indivíduos e populações (Angerer; Ewers; Wilhelm, 2007). No caso do mercúrio, cabelo, sangue e urina são as matrizes mais utilizadas, cada uma refletindo predominantemente uma forma química e uma janela temporal distintas de exposição, o que exige critérios metodológicos específicos para sua seleção e interpretação (Esteban-López *Et Al*., 2022).

Nesse sentido, a escolha da matriz biológica deve considerar as diferenças entre cabelo, sangue e urina, especialmente em relação às formas químicas do mercúrio avaliadas e aos períodos de exposição representados por cada matriz. Estudos demonstram que o cabelo é utilizado principalmente na avaliação da exposição crônica ao mercúrio, enquanto o sangue é empregado para estimar a exposição recente e a urina é mais indicada para a avaliação da exposição ao mercúrio inorgânico (Bonsignore *Et Al*., 2016; Domínguez-Morueco *Et Al*., 2022; Esteban-López *Et Al*., 2022). Além disso, fatores relacionados às características dos

indivíduos, à contaminação externa e aos procedimentos de análise podem interferir na interpretação dos resultados, especialmente no cabelo (Yu *Et Al*., 2023; Singh *Et Al*., 2023).

Essa diversidade de matrizes e fatores de interpretação representa um desafio para a comparação dos resultados entre estudos e para a utilização do biomonitoramento na vigilância em saúde. A relação entre as concentrações de mercúrio em diferentes matrizes pode variar de acordo com as características e o padrão de exposição das populações, dificultando a utilização de critérios únicos de interpretação (Gutiérrez-Mosquera *Et Al*., 2018). Assim, compreender as características e limitações de cada matriz biológica é fundamental para a adequada interpretação da exposição ao mercúrio e sua aplicação na vigilância em saúde.

Apesar da relevância científica do biomonitoramento, sua efetiva incorporação a sistemas de vigilância em saúde permanece um desafio, tanto pela heterogeneidade metodológica entre estudos quanto pela necessidade de valores de referência consolidados para interpretação clínica e populacional (Angerer *Et Al*., 2011). No Brasil, esse desafio vem sendo reconhecido institucionalmente, como demonstra o lançamento, em 2025, do Plano Estratégico para Medidas de Atenção, Vigilância e Promoção à Saúde de Populações Expostas ao Mercúrio, pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2025). É nesse contexto que se justifica a sistematização, neste capítulo, do conhecimento sobre matrizes biológicas, interpretação da exposição e suas aplicações na vigilância em saúde.

OBJETIVO

Descrever as principais matrizes biológicas utilizadas no biomonitoramento humano do mercúrio e os critérios necessários para sua seleção e interpretação, considerando sua aplicação na vigilância em saúde.

MATERIAL E MÉTODO

O presente trabalho consiste em uma revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa, realizada no ano 2026. O levantamento bibliográfico foi realizado na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e nas bases de dados Web of Science e PubMed, utilizando uma estratégia de busca elaborada com descritores controlados e palavras-chave relacionados ao biomonitoramento humano do mercúrio, combinados pelos operadores booleanos AND e OR, conforme as especificidades de cada base de dados. Foram utilizados, em português, os termos: biomonitoramento humano, mercúrio, metilmercúrio, biomarcadores, sangue, cabelo, urina, exposição ambiental e exposição ocupacional, bem como seus correspondentes em inglês: *human biomonitoring, mercury, methylmercury, biomarkers, blood, hair, urine, environmental exposure e occupational exposure*. Adicionalmente, foi realizada busca manual nas listas de referências dos estudos selecionados, com o objetivo de identificar publicações relevantes não recuperadas na busca inicial e consideradas pertinentes ao escopo da revisão.

Foram considerados trabalhos originais e relatórios técnicos realizados com seres humanos, relacionados ao biomonitoramento humano do mercúrio e às matrizes biológicas utilizadas na avaliação da exposição, publicados nos últimos 10 anos, nos idiomas português e inglês. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos que não apresentavam relação direta com a temática do capítulo, resumos publicados em eventos científicos, páginas de internet sem caráter institucional ou científico e publicações sem acesso ao texto completo.

A seleção das referências ocorreu de forma intencional, considerando a relevância científica, a atualidade das evidências e a contribuição das publicações para o objetivo da revisão. As referências recuperadas foram organizadas na plataforma Rayyan (Ouzzani *et al.*, 2016) utilizada como ferramenta de gerenciamento bibliográfico, organização das publicações e acompanhamento da leitura dos estudos. Inicialmente, foi realizada a leitura dos títulos

e resumos para identificação das publicações com maior pertinência ao escopo da revisão, seguida da leitura na íntegra dos estudos selecionados, permitindo a extração e organização das informações de interesse. As evidências reunidas foram sintetizadas e organizadas em eixos temáticos correspondentes aos objetivos do capítulo, subsidiando a elaboração do conteúdo textual. Como estratégia complementar de síntese e comunicação científica, foram elaborados quadros das sínteses dos estudos selecionados, por fichamento e executados no software google planilhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura revisada evidencia que a escolha da matriz biológica no biomonitoramento humano do mercúrio não é arbitrária, mas depende diretamente da forma química do metal predominante na exposição, da via pela qual ela ocorre e da janela temporal que se pretende avaliar (Quadro 1). Entre as matrizes identificadas, o sangue total, o sangue seco em papel-filtro (*dried blood spot* - DBS, incluindo variantes, como o *volumetric absorptive microsampling* - VAMS), a urina, o cabelo e, de forma complementar, o leite materno e outras matrizes menos usuais (dentes, saliva e unhas), configuram o conjunto mais amplamente utilizado, seja isoladamente, seja em abordagens multimatriz.

Quadro 1. Matrizes biológicas utilizadas no biomonitoramento humano do mercúrio: características, critérios de seleção/interpretação e aplicações na vigilância em saúde.

Matriz biológica	Forma química de Hg estudadas	Janela de exposição	Vantagens	Limitações	Aplicação na vigilância em saúde	Estudos de referência
Sangue total	HgT e MeHg	Exposição aguda	Mede a carga corporal recente; base para valores de referência populacionais; monitoramento longitudinal	Coleta invasiva; requer cadeia de frio; menos sensível para exposição crônica isolada; valores podem ficar abaixo do limite de quantificação	Base de inquéritos nacionais de biomonitoramento (ex.: KoNEHS-Coreia) e de estudos multimatriz em populações amazônicas para valores de referência e monitoramento de tendências	Domínguez-Morueco (2022); Santos *et al*. (2026); Kim *et al*. (2016); Bonsignore *et al*. (2016)
Sangue seco (DBS/ VAMS)	HgT	Exposição aguda	Minimamente invasivo; coleta facilitada em campo e em recém-nascidos/gestantes; sem cadeia de frio; pequeno	Risco de contaminação do papel-filtro/dispositivo; limite de detecção pode ser insuficiente em baixas exposições; efeito do	Alternativa logística para triagem materno-infantil e estudos em populações remotas ou vulneráveis com infraestrutura limitada (ex.: áreas de mineração artesanal)	Jacobson (2023); González-Rubio *et al*. (2023); Koutsimpani-Wagner *et al*. (2022); Nyanza *et al*. (2019)

			volume de amostra	hematócrito (DBS) ainda em estudo		
Urina	Hg inorgânico	Exposição aguda/ ocupacional	Adequado para monitoramento ocupacional; coleta não invasiva	Pouco sensível ao MeHg; valores frequentemente abaixo do limite de quantificação; baixa representatividade de exposição pregressa	Monitoramento ocupacional (profissionais de saúde bucal, trabalhadores de reciclagem de e-lixo) e protocolos harmonizados europeus (HBM4EU)	Vogel (2021); Winter *et al*. (2023); Schlathauer *et al*. (2017); Leese *et al*. (2025); Esteban-López *et al*. (2022)
Cabelo	HgT	Exposição crônica	Não invasivo; fácil coleta, transporte e armazenamento sem cadeia fria; permite medir exposição crônica	Influência de tratamentos químicos capilares e contaminação externa; especiação exige métodos analíticos específicos	Matriz preferencial em populações ribeirinhas/amazônicas, comunidades indígenas e outras populações com alto consumo de peixe para monitorar exposição alimentar crônica ao MeHg	Singh (2023); Domínguez-Morueco (2022); Spanu *et al*. (2024); Pérez *et al*. (2019); Tikhonov *et al*. (2021); Ouboter *et al*. (2018); Subhavana *et al*. (2019); Yu *et al*. (2023); Santos *et*

						al. (2026); Esteban-López *et al*. (2022); Packull-McCormick *et al*. (2026); Gutiérrez-Mosquera *et al*. (2018); Schwedler *et al*. (2017)
Leite materno e outras matrizes (dentes, saliva, unhas)	Variável, pouco padronizada	Exposição aguda / de médio a longo prazo	Permite avaliar exposição perinatal; matrizes alternativas ampliam opções em contextos específicos	Uso pouco frequente; ausência de valores de referência; métodos analíticos menos padronizados	Usadas de forma complementar em estudos voltados à exposição materno-infantil	Ruggieri *et al*. (2017)

Abordagem Multimatriz (sangue, cabelo e urina)	HgT, MeHg e Hg inorgânico (conforme a matriz)	Exposição aguda e crônica	Permite triangular diferentes vias e períodos de exposição, fortalecendo a interpretação do risco individual e populacional; útil para diferenciar fontes dietéticas de ocupacionais	Maior custo operacional; nem sempre viável em estudos de campo; heterogeneidade metodológica dificulta comparação entre estudos	Empregada em programas de biomonitoramento comunitário e ocupacional para caracterizar perfis de exposição mais completos	Bonsignore *et al*. (2016); Drysdale *et al*. (2021); Gutiérrez-Mosquera *et al*. (2018); Lu (2026); Korachi *et al*. (2026); Imo *et al*. (2018)

Nota: Hg= Mercúrio; HgT = Mercúrio total; MeHg = Metilmercúrio.
Fonte: Autores, 2026.

O sangue total é apontado como a matriz de referência para estimar a exposição recente ao mercúrio, especialmente ao metilmercúrio, por refletir diretamente a carga corporal circulante nos dias ou semanas anteriores à coleta (Domínguez-Morueco *Et Al*., 2022; Kim *Et Al*., 2016). Essa característica o torna a base de inquéritos populacionais consolidados, como os desenvolvidos na Coreia do Sul, além de estudos multimatriz conduzidos em populações amazônicas (Santos *Et Al*., 2026; Bonsignore *Et Al*., 2016). Contudo, sua natureza invasiva, a necessidade de cadeia de frio e a baixa sensibilidade para captar exposições crônicas isoladas limitam seu uso em contextos de campo ou em populações de difícil acesso. Nesse cenário, o sangue seco em papel-filtro tem se consolidado como alternativa metodológica relevante, sobretudo para triagem materno-infantil e para estudos em áreas remotas ou de mineração artesanal, por dispensar refrigeração e exigir volume mínimo de amostra (Jacobson, 2023; González-Rubio *Et Al*., 2023; Koutsimpani-Wagner *Et Al*., 2022; Nyanza *Et Al*., 2019). Ainda assim, tratando-se de uma técnica relativamente recente, não há, até o momento, valores de referência ou níveis de ação consolidados especificamente para essa matriz, o que obriga à comparação indireta com os parâmetros já estabelecidos para o sangue venoso (Quadro 2), uma limitação que a literatura reconhece, mas que não impede sua aplicação como ferramenta de triagem.

Quadro 2. Limites de referência e valores-guia utilizados na interpretação do mercúrio por matriz biológica.

Matriz biológica	Limites de referência / valores-guia utilizados	Estudos de referência
Sangue total	Valor-guia alemão (HBM-GV) de 5 μg/L; dose de referência da USEPA equivalente a cerca de 5,8 μg/L em sangue; comparação com o valor HBM-I coreano	Domínguez-Morueco (2022); Santos *et al*. (2026); Kim *et al*. (2016)
Sangue seco (DBS/VAMS)	Ainda sem valores de referência ou níveis de ação próprios consolidados; a interpretação é feita por comparação com os valores estabelecidos para sangue venoso	Jacobson (2023); Koutsimpani-Wagner *et al*. (2022)
Urina	Valores da Comissão Alemã de Biomonitoramento Humano: valor de referência 1 μg/L; HBM-I = 7 μg/L; HBM-II = 25 μg/L; ajuste recomendado pela OMS por creatinina (0,3–3,0 g/L)	Vogel (2021); Winter *et al*. (2023); Esteban-López *et al*. (2022)
Cabelo	USEPA: 1,0 mg/kg; JECFA/OMS/FAO: 2,3 mg/kg; EFSA: 1,9 μg/g; Health Canada: 2 μg/g (mulheres em idade fértil/crianças), 6 μg/g (adultos), 30 μg/g (nível de ação); razão cabelo:sangue de referência OMS/FAO/JECFA de 250:1 (observada entre 280 e 303 nos estudos revisados)	Spanu *et al*. (2024); Pérez *et al*. (2019); Tikhonov *et al*. (2021); Ouboter *et al*. (2018); Esteban-López *et al*. (2022); Singh (2023)
Leite materno e outras matrizes	Sem valores de referência ou limites de ação consolidados internacionalmente	Ruggieri *et al*. (2017)
Abordagem multimatriz	Aplica, de forma combinada, os limites específicos de cada matriz (HBM-I/II para urina, valor-guia para sangue, USEPA/JECFA/Health Canada para cabelo), permitindo triangular o risco	Bonsignore *et al*. (2016); Drysdale *et al*. (2021); Korachi *et al*. (2026)

Fonte: Autores, 2026.

A urina, por sua vez, é a matriz mais indicada quando o interesse recai sobre o mercúrio inorgânico, sendo amplamente

empregada no monitoramento de populações ocupacionalmente expostas, como profissionais da saúde bucal e trabalhadores da reciclagem de resíduos eletroeletrônicos (Leese *Et Al*., 2025; Winter *Et Al*., 2023; Schlathauer *Et Al*., 2017). Sua interpretação, no entanto, é diretamente dependente dos valores de referência adotados: destacam-se o valor de referência alemão de 1 μg/L e os limiares HBM-I (7 μg/L) e HBM-II (25 μg/L) estabelecidos pela Comissão Alemã de Biomonitoramento Humano, além do ajuste por creatinina recomendado pela Organização Mundial da Saúde para minimizar o efeito da diluição urinária (Vogel, 2021; Esteban-López *Et Al*., 2022) (Quadro 2). Essa dependência de parâmetros externos ilustra um ponto central da discussão: a mesma concentração absoluta pode ser interpretada como fisiológica ou como indicativa de exposição excessiva, a depender do referencial adotado pelo estudo ou pelo país.

O cabelo se destaca como a matriz mais adequada para captar exposições crônicas ao MeHg, sendo particularmente relevante em populações com elevado consumo de peixe, como comunidades ribeirinhas e indígenas amazônicas, justamente o perfil populacional de maior interesse para este capítulo (Singh, 2023; Esplugas *Et Al*., 2025; Santos *Et Al*., 2026). Sua vantagem operacional, coleta não invasiva, ausência de necessidade de cadeia de frio e possibilidade de reconstrução histórica da exposição por meio da segmentação do fio, é amplamente reconhecida na literatura (Spanu *Et Al*., 2024; Yu *Et Al*., 2023). Entretanto, é também para essa matriz que se observa a maior heterogeneidade entre os valores de referência utilizados internacionalmente: enquanto a USEPA adota o limite de 1,0 mg/kg, a JECFA/OMS/FAO recomenda 2,3 mg/kg, a EFSA utiliza 1,9 μg/g e o Health Canada diferencia a população em faixas de 2 μg/g (mulheres em idade fértil e crianças), 6 μg/g (adultos) e 30 μg/g (nível de ação) (Quadro 2). Some-se a isso a variabilidade da razão cabelo/sangue, para a qual a OMS/FAO/JECFA adota o valor de referência de 250:1. Entretanto, evidências posteriores indicam que essa relação pode variar consideravelmente entre populações

e indivíduos, tendo sido observadas razões médias superiores ao valor convencional, como 280:1 e 293:1, enquanto estimativas anteriores apontaram valores entre 200:1 e 296:1 (Pérez Et Al., 2019; Ouboter Et Al., 2018; Tikhonov Et Al., 2021), e torna-se evidente que a interpretação de resultados em cabelo exige cautela redobrada: um mesmo valor absoluto pode ser classificado como seguro ou como exposição de risco, a depender exclusivamente do referencial normativo escolhido pelo pesquisador ou pela política de vigilância local.

O leite materno e outras matrizes menos convencionais, como dentes, saliva e unhas, aparecem na literatura de forma mais pontual, geralmente associadas à avaliação da exposição perinatal e materno-infantil (Ruggieri *Et Al*., 2017). A ausência de valores de referência consolidados e de métodos analíticos padronizados para essas matrizes, entretanto, ainda restringe sua aplicação a contextos de pesquisa específicos, não configurando, até o momento, ferramentas rotineiras de vigilância em saúde.

Por fim, a abordagem multimatriz, combinando, por exemplo, sangue, urina e cabelo em um mesmo desenho de estudo, representa uma estratégia que dialoga diretamente com a variabilidade discutida acima: ao reunir matrizes com janelas temporais e formas químicas distintas, permite diferenciar fontes dietéticas de fontes ocupacionais de exposição, além de possibilitar a triangulação de diferentes referenciais normativos para um mesmo indivíduo ou população (Bonsignore *Et Al*., 2016; Drysdale *Et Al*., 2021; Gutiérrez-Mosquera *Et Al*., 2018; Korachi *Et Al*., 2026). Seu principal entrave é de ordem prática: o maior custo operacional e logístico torna essa estratégia pouco viável em estudos de campo com recursos limitados, o que ajuda a explicar por que a maioria dos estudos revisados ainda opta por uma única matriz, escolhida em função do objetivo específico da avaliação.

CONCLUSÃO

O panorama das matrizes biológicas utilizadas no biomonitoramento humano do mercúrio é diversificado e complementar, tendo sangue, urina e cabelo como matrizes centrais, cada uma associada a uma forma química e a uma janela temporal de exposição distintas. Em conjunto, os achados sintetizados reforçam que a seleção da matriz biológica no biomonitoramento humano do mercúrio não pode ser dissociada da definição prévia dos limites de referência que serão utilizados para interpretar os resultados. O sangue total destaca-se na avaliação da exposição recente, particularmente ao metilmercúrio, constituindo a base de inquéritos populacionais e de valores de referência. O sangue seco em papel-filtro, emerge como alternativa logística minimamente invasiva para cenários de campo, triagem materno-infantil e populações de difícil acesso. A urina é a matriz de escolha para o mercúrio inorgânico, sobretudo na vigilância ocupacional, e o cabelo revela-se a matriz mais adequada para a exposição crônica ao metilmercúrio em populações com elevado consumo de peixe, como ribeirinhos e indígenas amazônicos. Já o leite materno, dentes, saliva e unhas cumprem papel complementar em contextos específicos, ao passo que a abordagem multimatriz pode permitir uma triangulação de vias e períodos de exposição, ampliando a robustez da avaliação individual e populacional. Trata-se de uma decisão que impacta diretamente a sensibilidade e a especificidade da vigilância em saúde: a ausência de harmonização entre os valores-guia adotados por diferentes agências (USEPA, JECFA, EFSA, Health Canada e a Comissão Alemã de Biomonitoramento Humano) constitui, mais do que uma limitação técnica, um desafio para a comparabilidade entre estudos e para a formulação de políticas públicas de vigilância baseadas em evidências. Por esta razão, recomenda-se, que estudos e programas de vigilância explicitem claramente a matriz, a espécie química analisada e o referencial interpretativo adotado, e que se avance na harmonização metodológica e no

estabelecimento de valores de referência contextualizados às realidades populacionais brasileiras, como condição para políticas públicas efetivas e baseadas em evidências.

REFERÊNCIAS

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). *Toxicological profile for mercury.* Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2024. Disponível em: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf. Acesso em: 27 ago. 2026.

ANGERER, J. *et al.* Human biomonitoring assessment values: approaches and data requirements. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 214, n. 5, p. 348-360, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2011.06.002.

ANGERER, J.; EWERS, U.; WILHELM, M. Human biomonitoring: state of the art. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 210, n. 3-4, p. 201-228, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2007.01.024.

BAKIR, F. *et al.* Methylmercury poisoning in Iraq. *Science*, v. 181, n. 4096, p. 230-241, 1973. DOI: https://doi.org/10.1126/science.181.4096.230.

BENSOUDA KORACHI, I. *et al.* Biomonitoring of occupational exposure to mercury among dental health workers in LMICs: a systematic review. *International Dental Journal*, v. 76, n. 4, p. 109560, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.identj.2026.109560.

BONSIGNORE, M. *et al.* Assessment of mercury exposure in human populations: a status report from Augusta Bay (southern Italy). *Environmental Research*, v. 150, p. 592-599, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.01.016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. *Plano estratégico para medidas de atenção, vigilância e promoção à saúde de populações expostas e potencialmente expostas ao mercúrio.* Brasília: Ministério da Saúde, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-e-manuais/2025/plano-estrategico-para-medidas-de-atencao-vigilancia-e-promocao-a-saude-de-populacoes-expostas-ao-mercurio.pdf. Acesso em: 27 ago. 2026.

CASSULATTI DOS SANTOS, L. *et al.* Non-linear hair-to-blood mercury partitioning in a chronically exposed Amazonian population. *Food and Chemical Toxicology*, v. 215, p. 116231, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fct.2026.116231.

DOMÍNGUEZ-MORUECO, N. *et al.* Methylmercury risk assessment based on European human biomonitoring data. *Toxics*, v. 10, n. 8, p. 427, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/toxics10080427.

DRYSDALE, M. *et al.* Human biomonitoring results of contaminant and nutrient biomarkers in Old Crow, Yukon, Canada. *Science of the Total Environment*, v. 760, p. 143339, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143339.

ESTEBAN-LÓPEZ, M. *et al.* Selecting the best non-invasive matrix to measure mercury exposure in human biomonitoring surveys. *Environmental Research*, v. 204, p. 112394, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112394.

GONZÁLEZ-RUBIO, J. M. *et al.* A simple method for direct mercury analysis in dried blood spots (DBS) samples for human biomonitoring studies. *Environment International*, v. 177, p. 107958, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107958.

GUTIÉRREZ-MOSQUERA, H. *et al.* Mercury levels in human population from a mining district in Western Colombia. *Journal of*

Environmental Sciences, v. 68, p. 83-90, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jes.2017.12.007.

IMO, D. *et al.* Human-biomonitoring and individual soil measurements for children and mothers in an area with recently detected mercury-contaminations and public health concerns: a cross-sectional study. *International Journal of Environmental Health Research*, v. 28, n. 4, p. 391-406, 2018. DOI: https://doi.org/10.1080/09603123.2018.1479517.

JACOBSON, T. A. *et al.* A state-of-the-science review and guide for measuring environmental exposure biomarkers in dried blood spots. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, v. 33, n. 4, p. 505-523, 2023. DOI: https://doi.org/10.1038/s41370-022-00460-7.

KIM, S. A.; KWON, Y.; KIM, S.; JOUNG, H. Assessment of dietary mercury intake and blood mercury levels in the Korean population: results from the Korean National Environmental Health Survey 2012-2014. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 13, n. 9, p. 877, 2016. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph13090877.

KOUTSIMPANI-WAGNER, A. *et al.* Mercury biomonitoring in German adults using volumetric absorptive microsampling. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 194, n. 4, p. 315, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-022-09962-1.

LEESE, E. *et al.* HBM4EU e-waste study: occupational exposure assessment to chromium, cadmium, mercury and lead during e-waste recycling. *Environmental Research*, v. 283, p. 121892, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121892.

LU, Q. Pilot multi-matrix biomonitoring of mixed mercury exposure pathways among e-waste dismantling workers in South China. *Toxics*, v. 14, n. 7, p. 584, 2026. DOI: https://doi.org/10.3390/toxics14070584.

MERGLER, D. *et al.* Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern. *Ambio*, v. 36, n. 1, p. 3-11, 2007. DOI: https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[3:MEAHEI]2.0.CO;2.

NYANZA, E. C. *et al.* Validation of dried blood spots for maternal biomonitoring of nonessential elements in an artisanal and small-scale gold mining area of Tanzania. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 38, p. 1285-1293, 2019. DOI: https://doi.org/10.1002/etc.4420.

OUBOTER, P. E. *et al.* Mercury levels in women and children from interior villages in Suriname, South America. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 5, p. 1007, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph15051007.

OUZZANI, M. *et al.* Rayyan: a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, v. 5, p. 210, 2016. DOI: https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4.

PACKULL-MCCORMICK, S. *et al.* Determinants of human hair mercury, blood mercury, blood selenium, and plasma omega-3 fatty acid levels within northern Canada. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 271, p. 114703, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2025.114703.

PÉREZ, R. *et al.* Biomonitoring of mercury in hair of children living in the Valencian Region (Spain): exposure and risk assessment. *Chemosphere*, v. 217, p. 558-566, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.017.

RUGGIERI, F.; MAJORANI, C.; DOMANICO, F.; ALIMONTI, A. Mercury in children: current state on exposure through human biomonitoring studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 14, n. 5, p. 519, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph14050519.

SCHLATHAUER, M. *et al.* A new method for quasi-reagent-free biomonitoring of mercury in human urine. *Analytica Chimica Acta*, v. 965, p. 63-71, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aca.2017.02.036.

SCHWEDLER, G. *et al.* Human biomonitoring pilot study DEMOCOPHES in Germany: contribution to a harmonized European approach. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 220, n. 4, p. 686-696, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.01.012.

SINGH, K. *et al.* Characterizing variability in total mercury hair:blood ratio in the general Canadian population. *Environmental Research*, v. 224, p. 115491, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115491.

SPANU, D. *et al.* A high-throughput, straightforward procedure for biomonitoring organomercury species in human hair. *Talanta*, v. 270, p. 125612, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.talanta.2023.125612.

SUBHAVANA, K. L.; QURESHI, A.; ROY, A. Mercury levels in human hair in South India: baseline, artisanal goldsmiths and coal-fired power plants. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, v. 29, p. 697-705, 2019. DOI: https://doi.org/10.1038/s41370-018-0107-0.

TIKHONOV, C. *et al.* Regionally representative hair mercury levels in Canadian First Nations adults living on reserves. *Canadian Journal of Public Health*, v. 112, supl. 1, p. 97-112, 2021. DOI: https://doi.org/10.17269/s41997-021-00508-5.

VOGEL, N. *et al.* Lead, cadmium, mercury, and chromium in urine and blood of children and adolescents in Germany: human biomonitoring results of the German Environmental Survey 2014-2017 (GerES V). *International Journal of Hygiene and*

Environmental Health, v. 237, p. 113822, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113822.

WINTER, M.; LESSMANN, F.; HARTH, V. A method for reliable quantification of mercury in occupational and environmental medical urine samples by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analytical Methods*, v. 15, p. 2030-2038, 2023. DOI: https://doi.org/10.1039/D2AY02051C.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Mercury and health.* Geneva: WHO, 2024. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health. Acesso em: 27 ago. 2026.

YU, Y.; ZHENG, J.; LUO, W.; LI, Z. Hair as a biomonitoring tool of human exposure to environmental pollutants: a review. *Chinese Science Bulletin*, v. 68, n. 16, p. 2070-2085, 2023. DOI: https://doi.org/10.1360/TB-2022-1247.

CAPÍTULO 7
IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A SAÚDE DE POPULAÇÕES VULNERÁVEIS: DESIGUALDADES SOCIOAMBIENTAIS E DESAFIOS PARA A PROMOÇÃO DA SAÚDE E A EQUIDADE NO SUS

Lucicleide Kubiczewski Goto
Eros Danilo Batista dos Santos
Ramon Corrêa Ferreira
Larissa Silva Araujo
José Mateus do Nascimento Pedroso
Ana Eliza Ferreira de Brito
Fábio de Lima Oliveira
Mirlane da Costa Frois
Getúlio José do Carmo Neves Netto
Lívia de Aguiar Valentim
Franciane de Paula Fernandes
Sheyla Mara Silva de Oliveira

Resumo
As mudanças climáticas representam importante ameaça à saúde pública, afetando de maneira desigual populações em situação de vulnerabilidade socioambiental. Este estudo teve como objetivo analisar evidências científicas acerca dos impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das populações vulnerabilizadas, com ênfase nas desigualdades em saúde e nos desafios para a promoção da saúde e a equidade no SUS. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de caráter descritivo-exploratório, realizada na base de dados PubMed, e nas bibliotecas virtuais SciELO e LILACS, considerando publicações entre 2021 e 2026. Foram identificados 27 artigos, dos quais 18 foram selecionados. Os resultados evidenciaram impactos relacionados ao aumento de doenças infecciosas, cardiovasculares e respiratórias, sofrimento psicológico, insegurança alimentar e nutricional, escassez e

contaminação da água. Conclui-se que os efeitos climáticos são potencializados pelas desigualdades sociais, demandando ações intersetoriais do SUS voltadas à vigilância, prevenção, adaptação, promoção da saúde e redução das vulnerabilidades.
Palavras-Chave: Mudança Climática. Saúde Pública. Populações Vulneráveis. Determinantes Sociais da Saúde.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), as mudanças climáticas constituem uma importante ameaça à saúde humana, uma vez que modificações nas condições climáticas favorecem a ocorrência de eventos extremos, alterações na disponibilidade de água e alimentos, disseminação de doenças e impactos sobre a saúde física e mental. Esses efeitos são agravados pelas desigualdades sociais, fazendo com que populações mais vulneráveis estejam mais expostas aos riscos ambientais e sanitários. A intensificação dos eventos climáticos extremos, como enchentes, secas e ondas de calor, são consequências das mudanças climáticas, produzindo impactos ambientais e sociais que podem atingir de maneira desigual diferentes grupos populacionais (Varela; Ramos, 2025). Esses eventos ultrapassam a dimensão ambiental ao produzirem impactos diretos e indiretos sobre a saúde da população, incluindo o aumento de doenças cardiovasculares e respiratórias, agravos relacionados ao calor e alterações no bem-estar. Dessa forma, seus efeitos configuram um importante desafio para a saúde pública, especialmente entre grupos mais vulneráveis (Liu *et al*., 2023).

A vulnerabilidade é compreendida como uma condição influenciada por fatores sociais, econômicos, ambientais e estruturais que aumentam a suscetibilidade de determinados grupos aos impactos das mudanças climáticas. Nesse sentido, condições como renda, idade, escolaridade, acesso aos serviços de saúde e características do território podem determinar diferentes níveis de vulnerabilidade entre as populações. Os impactos das

mudanças climáticas não atingem a população de maneira homogênea, uma vez que fatores como renda, idade, escolaridade, condições de moradia, acesso aos serviços de saúde e características territoriais influenciam a exposição e a capacidade de resposta aos riscos ambientais. Assim, populações socialmente vulnerabilizadas tendem a apresentar maior suscetibilidade aos efeitos climáticos sobre a saúde (Li; Toll; Bentley, 2023). Algumas populações apresentam maior vulnerabilidade aos impactos climáticos por estarem mais expostas aos riscos ambientais e possuírem menor capacidade de adaptação e resposta. Condições socioeconômicas, características territoriais e acesso a recursos e serviços podem ampliar essa vulnerabilidade, especialmente em comunidades socialmente desfavorecidas (Yu *et al*., 2021).

A relação entre ambiente, território e condições de vida influencia diretamente o processo saúde-doença, uma vez que características sociais, econômicas e ambientais podem produzir diferentes níveis de exposição e vulnerabilidade entre os grupos populacionais. Dessa forma, compreender o território permite identificar desigualdades e condições que interferem na saúde das populações (Oliveira; Bezerra, 2023).

Os determinantes sociais da saúde correspondem a condições sociais que influenciam o processo saúde-doença e contribuem para a produção de desigualdades e iniquidades em saúde, tornando sua compreensão fundamental para a elaboração de políticas públicas mais equitativas. As mudanças climáticas também interferem nos determinantes sociais da saúde, agravando desigualdades preexistentes e aumentando a exposição de populações socialmente vulneráveis a riscos ambientais e sanitários (De Mário; Ziegler; Muchira, 2023).

As alterações nas condições climáticas, incluindo variações de temperatura e precipitação, podem interferir diretamente nos padrões de ocorrência de doenças, favorecendo a disseminação de agentes infecciosos e aumentando a ocorrência de agravos à saúde. Evidências apontam associação entre temperaturas e precipitações elevadas e o aumento de infecções gastrointestinais

causadas por diferentes patógenos bacterianos (Marchal *et al.*, 2024).

As mudanças climáticas estão relacionadas ao aumento de diferentes doenças e agravos sensíveis ao clima, incluindo doenças infecciosas, cardiovasculares, respiratórias e neurológicas, além do aumento da mortalidade associada a eventos meteorológicos extremos (Rocque *et al.*, 2021). Entre os principais agravos sensíveis às mudanças climáticas destacam-se as doenças transmitidas por vetores, como dengue e malária, além das doenças cardiovasculares e da mortalidade associada às temperaturas elevadas, com tendência de aumento da carga de doença em cenários de maior alteração climática (Bianco *et al.*, 2024).

OBJETIVO

Objetivo geral

Analisar os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das populações vulneráveis, destacando as desigualdades socioambientais e os desafios para a promoção da saúde, a prevenção de agravos e a equidade no SUS.

Objetivos específicos

Identificar os principais impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das populações vulneráveis.

Analisar a relação entre vulnerabilidade socioambiental, determinantes sociais e desigualdades em saúde.

Discutir estratégias do SUS para a promoção da saúde, prevenção de agravos e adaptação às mudanças climáticas.

MATERIAL E MÉTODO

Este estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de caráter descritivo-exploratório, desenvolvida com o objetivo de reunir e discutir evidências relacionadas à temática proposta. A busca bibliográfica foi realizada na base de dados PubMed, e nas bibliotecas virtuais SciELO e LILACS, considerando trabalhos publicados no período de 2021 a 2026. A presente busca bibliográfica foi guiada pela seguinte pergunta de pesquisa: "Quais são os impactos das mudanças climáticas sobre a saúde das populações vulneráveis e de que maneira as desigualdades socioambientais desafiam a promoção da saúde, a prevenção de agravos e a equidade no Sistema Único de Saúde (SUS)?". Para a seleção dos estudos, foram combinados os seguintes descritores e seus correlatos: “Mudanças Climáticas”, “Saúde Pública” e “Populações Vulneráveis”. As estratégias de busca utilizaram os operadores booleanos AND e OR. Foram incluídos artigos originais publicados dentro do recorte temporal estabelecido, nos idiomas português, inglês e espanhol, que abordavam diretamente a temática proposta. Foram excluídos estudos duplicados, pesquisas não originais e trabalhos que não respondiam aos objetivos do estudo. Inicialmente, foram identificados 27 artigos nas bases de dados consultadas. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 18 artigos foram selecionados para compor a análise da presente revisão. Os estudos selecionados foram analisados de forma descritivo-exploratória, considerando os principais aspectos relacionados à temática investigada. As informações encontradas foram organizadas de acordo com os temas e evidências identificados na literatura, possibilitando a construção da discussão apresentada no capítulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alterações climáticas, especialmente o aumento da temperatura, podem favorecer a transmissão de arboviroses como dengue, chikungunya e Zika ao modificar a competência vetorial dos mosquitos do gênero Aedes. Além disso, podem modificar a distribuição e a dinâmica de doenças transmitidas por vetores, como malária, dengue e chikungunya, com efeitos que variam de acordo com as características ambientais e epidemiológicas de cada território. Essas alterações também podem favorecer a ocorrência de doenças relacionadas à água, uma vez que mudanças nos padrões de precipitação, chuvas intensas e alterações no fluxo dos corpos hídricos podem modificar as condições de exposição aos agentes infecciosos. Nesse contexto, projeções climáticas indicam tendência de aumento do risco de doenças de transmissão hídrica (Gomes et al., 2023; Salubi *et al*., 2025). Entre as principais doenças sensíveis às alterações climáticas, destaca-se a leptospirose, cuja ocorrência está relacionada a condições como chuvas intensas, inundações e outros eventos extremos, que favorecem o contato da população com água e solo contaminados (Herbreteau & Picardeau, 2026). Esses efeitos podem ser mais expressivos entre populações socialmente vulneráveis.

Para além das doenças infecciosas, as mudanças climáticas também podem afetar a saúde por meio da deterioração da qualidade do ar. De acordo com Islam *et al.* (2025), a exposição à poluição atmosférica, especialmente ao material particulado fino, está associada ao aumento da morbimortalidade cardiovascular, evidenciando os efeitos da qualidade do ar sobre a saúde. Nesse contexto, as fumaças provenientes das queimadas constituem importante fonte de material particulado atmosférico e estão associadas ao agravamento de desfechos respiratórios, especialmente entre indivíduos com asma e DPOC (Jiao *et al*., 2024). Assim, a exposição à poluição atmosférica pode representar

um importante mecanismo pelo qual as alterações ambientais repercutem sobre a saúde das populações.

Somados à poluição atmosférica, o aumento da temperatura e a ocorrência de ondas de calor constituem outros importantes fatores de risco à saúde. A exposição ao calor pode elevar o risco de morbimortalidade cardiovascular, especialmente entre idosos e outros grupos vulneráveis. Além disso, pode contribuir para o agravamento de doenças crônicas, com evidências de aumento da mortalidade cardiovascular e respiratória diante da elevação da temperatura, sobretudo em populações de países de baixa e média renda (Liu *et al.*, 2022; Siddiqui *et al.*, 2025). Dessa forma, os efeitos das mudanças climáticas sobre a saúde não se restringem às doenças infecciosas, mas também envolvem o agravamento de condições crônicas e o aumento da vulnerabilidade de determinados grupos populacionais.

Além das repercussões físicas, as mudanças climáticas também podem produzir impactos importantes sobre a saúde mental. A preocupação com as alterações ambientais pode assumir a forma de ecoansiedade, manifestando-se por sentimentos de medo, tristeza, impotência e ansiedade diante das ameaças ambientais e das incertezas relacionadas ao futuro. As enchentes, por sua vez, podem produzir repercussões importantes sobre a saúde mental, especialmente entre pessoas submetidas ao deslocamento e à perda de bens, estando associadas ao aumento de sintomas de ansiedade e depressão. A exposição direta ou indireta a eventos climáticos extremos pode desencadear sofrimento psicológico, com aumento de sintomas de ansiedade, depressão e estresse agudo entre indivíduos afetados por desastres (Nieves & Jansen, 2025; Feter *et al.*, 2026; Diefenthele *et al.*, 2024).

Outro importante eixo de impacto das mudanças climáticas sobre a saúde está relacionado à segurança alimentar e nutricional das populações vulneráveis. As alterações climáticas podem modificar as condições necessárias à produção e ao acesso aos alimentos, uma vez que variações de temperatura, alterações no

regime de chuvas, secas e eventos climáticos extremos podem comprometer a produção agrícola, reduzir a disponibilidade de alimentos e aumentar os custos de produção, afetando de maneira mais intensa populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica (Alpino *et al*., 2022). Além das perdas na produção, os eventos climáticos extremos podem provocar interrupções nos sistemas de abastecimento e reduzir a capacidade das famílias de adquirir alimentos. Nesse sentido, os impactos climáticos podem contribuir para a insegurança alimentar por diferentes mecanismos, envolvendo não apenas a disponibilidade dos alimentos, mas também o acesso e a capacidade de utilização adequada desses recursos (Hadley *et al.*, 2023).

Nesse contexto, as mudanças climáticas representam um desafio para todo o sistema alimentar, uma vez que seus efeitos podem atingir simultaneamente a produção, a distribuição, o acesso e a qualidade dos alimentos. Fanzo *et al.* (2025) destacam que eventos climáticos extremos podem comprometer a estabilidade dos sistemas alimentares e, consequentemente, repercutir sobre a qualidade da alimentação e o estado nutricional das populações. Entre os grupos mais vulneráveis encontram-se as crianças, para as quais a insegurança alimentar pode resultar em consequências importantes para o crescimento e o desenvolvimento. Alterações de temperatura, precipitação, secas e enchentes estão associadas a diferentes formas de desnutrição infantil, especialmente por meio da redução da segurança alimentar e das condições socioeconômicas que determinam o acesso aos alimentos (Klapka *et al.*, 2026). Dessa maneira, os impactos climáticos sobre os sistemas alimentares podem ampliar desigualdades nutricionais preexistentes e comprometer especialmente os grupos que apresentam maior dependência das condições ambientais para garantir sua alimentação.

A segurança alimentar e nutricional também está diretamente relacionada à disponibilidade e à qualidade da água, uma vez que a água constitui elemento fundamental para o consumo, a higiene,

o preparo dos alimentos e a manutenção das condições adequadas de vida. O aumento da frequência de períodos de escassez hídrica pode comprometer o acesso à água para consumo, higiene e outras necessidades básicas, ampliando os riscos à saúde. Zimmermann *et al*. (2025) destacam que a escassez de água pode repercutir sobre diferentes dimensões da saúde, incluindo higiene, alimentação, condições de vida e ocorrência de doenças. Dessa forma, as alterações climáticas sobre os recursos hídricos podem produzir consequências que ultrapassam a simples redução da disponibilidade de água, afetando diretamente diferentes dimensões da saúde e do bem-estar.

Além da redução da disponibilidade, as mudanças climáticas podem comprometer a qualidade da água disponível para consumo. O aumento das temperaturas pode favorecer alterações microbiológicas e químicas nos sistemas de abastecimento, criando novos desafios para a manutenção da segurança da água potável (Limaheluw & Van Der, 2025). Os eventos de inundação constituem outro importante fator de risco, uma vez que o contato entre águas de enchentes, esgoto, resíduos e outras fontes de contaminação pode comprometer os sistemas de abastecimento. Bekkelund *et al.* (2025), ao analisarem os efeitos de uma inundação sobre a água potável, identificaram alterações em indicadores de qualidade microbiológica, evidenciando a vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento diante de eventos climáticos extremos.

A alteração na qualidade da água pode, consequentemente, favorecer a ocorrência de doenças relacionadas à água, especialmente em situações nas quais o acesso à água segura e às condições adequadas de higiene é reduzido. Salubi *et al.,* (2025) demonstram que alterações na precipitação e a ocorrência de chuvas intensas podem modificar o risco de doenças transmitidas pela água. Dessa forma, os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos ultrapassam a questão da disponibilidade, envolvendo também a qualidade da água, a higiene, o saneamento e a prevenção de doenças. Essa relação evidencia a necessidade de considerar os impactos climáticos sobre a saúde de

maneira integrada, especialmente em populações vulneráveis, nas quais as limitações de infraestrutura e acesso aos serviços podem potencializar os efeitos dos eventos climáticos.

CONCLUSÃO

Portanto, conclui-se que as mudanças climáticas constituem um importante determinante das condições de saúde das populações, produzindo impactos que ultrapassam a dimensão ambiental e repercutem sobre diferentes aspectos do processo saúde-doença. As evidências analisadas demonstram que eventos como ondas de calor, secas, enchentes, queimadas e alterações nos regimes de precipitação estão associados ao aumento de doenças infecciosas, cardiovasculares e respiratórias, agravos relacionados à saúde mental, insegurança alimentar e nutricional e comprometimento da disponibilidade e qualidade da água. Esses impactos não ocorrem de maneira homogênea, sendo intensificados entre populações socialmente vulneráveis, que apresentam maior exposição aos riscos ambientais e menor capacidade de adaptação e resposta.

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de fortalecer estratégias de promoção da saúde, prevenção de agravos e adaptação às mudanças climáticas, considerando as desigualdades sociais e as especificidades de cada território. No âmbito do SUS, torna-se fundamental ampliar ações de vigilância em saúde, educação em saúde, atenção às populações vulneráveis e preparação dos serviços para eventos climáticos extremos, articulando políticas de saúde, meio ambiente, saneamento, segurança alimentar e assistência social. Assim, o enfrentamento das mudanças climáticas exige uma abordagem intersetorial e equitativa, capaz de reduzir vulnerabilidades, fortalecer a capacidade de resposta dos territórios e contribuir para a garantia do direito à saúde e para a promoção da equidade.

REFERÊNCIAS

ALPINO, Tais de Moura Ariza et al. The impacts of climate change on Food and Nutritional Security: a literature review. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 273-286, 2022. DOI: 10.1590/1413-81232022271.05972020.

BEKKELUND, Anders et al. Extreme weather and drinking water safety: impacts of the 2023 flood Hans in Norway. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 270, e114677, 2025. DOI: 10.1016/j.ijheh.2025.114677.

BIANCO, Gaia et al. Projected impact of climate change on human health in low- and middle-income countries: a systematic review. *BMJ Global Health*, v. 8, suppl. 3, e015550, 2024. DOI: 10.1136/bmjgh-2024-015550.

DE MARIO, Camila Gonçalves. Determinantes Sociais da Saúde: apontamentos para uma abordagem crítica. *Mediações*, Londrina, v. 28, n. 3, e47718, 2023. DOI: 10.5433/2176-6665.2023v28n3e47718.

FANZO, Jessica et al. Climate change, extreme weather events, food security, and nutrition: evolving relationships and critical challenges. *Annual Review of Nutrition*, v. 45, n. 1, p. 335-360, 2025. DOI: 10.1146/annurev-nutr-111324-111252.

GOMES, I. et al. Temperature and transmission of chikungunya, dengue, and Zika viruses: a systematic review of experimental studies on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*, v. 3, e100139, 2023. DOI: 10.1016/j.crpvbd.2023.100139.

HADLEY, Kristie et al. Mechanisms underlying food insecurity in the aftermath of climate-related shocks: a systematic review. *The Lancet Planetary Health*, v. 7, n. 3, p. e242-e250, 2023. DOI: 10.1016/S2542-5196(23)00003-7.

HERBRETEAU, Vincent; PICARDEAU, Mathieu. Climate change and leptospirosis: a growing environmental and zoonotic threat. *microLife*, v. 7, euqag015, 2026. DOI: 10.1093/femsml/uqag015.

ISLAM, Fariha et al. Air pollution and cardiovascular disease: a systematic review of the effects of air pollution, including bushfire smoke, on cardiovascular disease. *American Heart Journal Plus*, v. 54, e100546, 2025. DOI: 10.1016/j.ahjo.2025.100546.

JIAO, Anqi et al. Associations between short-term exposure to wildfire particulate matter and respiratory outcomes: a systematic review. *Science of the Total Environment*, v. 907, e168134, 2024. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.168134.

KLAPKA, Cecília Stanzani et al. Exploring the effects of climate change on child malnutrition: a scoping review. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, v. 39, n. 2, e70220, 2026. DOI: 10.1111/jhn.70220.

LI, Ang; TOLL, Mathew; BENTLEY, Rebecca. Mapping social vulnerability indicators to understand the health impacts of climate change: a scoping review. *The Lancet Planetary Health*, v. 7, n. 11, p. e925-e937, 2023. DOI: 10.1016/S2542-5196(23)00216-4.

LIMAHELUW, Jesse; VAN DER AA, Monique. Warming drinking water distribution systems in the context of climate change: a scoping review on health-related microbial and chemical water quality effects. *Journal of Water and Health*, v. 23, n. 8, p. 952-967, 2025. DOI: 10.2166/wh.2025.059.

LIU, Fengxuan; CHANG-RICHARDS, Alice; WANG, Kevin I-Kai; DIRKS, Kim Natasha. Effects of climate change on health and wellbeing: a systematic review. *Sustainable Development*, v. 31, n. 4, p. 2067-2090, 2023. DOI: 10.1002/sd.2513.

LIU, Jingwen et al. Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*

Planetary Health, v. 6, n. 6, p. e484-e495, 2022. DOI: 10.1016/S2542-5196(22)00117-6.

MANCHAL, Naveen et al. A systematic review and meta-analysis of ambient temperature and precipitation with infections from five food-borne bacterial pathogens. *Epidemiology and Infection*, v. 152, e83, 2024. DOI: 10.1017/S0950268824000839.

OLIVEIRA, João Paulo Gomes de; BEZERRA, Anselmo César Vasconcelos. A determinação social da saúde em territórios tradicionais: o caso da comunidade quilombola de São Lourenço, Goiana (PE). *Revista Geografar*, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 398-420, 2023. DOI: 10.5380/geografar.v18i2.89282.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Climate change and health*. Geneva: World Health Organization, 2023. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/climate-change. Acesso em: 3 set. 2026.

ROCQUE, Rhea J. et al. Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. *BMJ Open*, v. 11, n. 6, e046333, 2021. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-046333.

SALUBI, Eunice A.; GIZAW, Zemichael; SCHUSTER-WALLACE, Corinne J.; PIETRONIRO, Alain. Climate change and waterborne diseases in temperate regions: a systematic review. *Journal of Water and Health*, v. 23, n. 1, p. 58-78, 2025. DOI: 10.2166/wh.2024.314.

SIDDIQUI, Shahab Ali et al. A systematic review and meta-analysis of the impact of environmental heat exposure on cardiovascular diseases, chronic respiratory diseases and diabetes mellitus in low- & middle-income countries. *Environmental Research*, v. 282, e121980, 2025. DOI: 10.1016/j.envres.2025.121980.

VARELA, Aquiles J. Santodomingo; RAMOS, Ellen Taline de. Eventos climáticos extremos: uma discussão a partir do racismo ambiental e das questões de gênero. *Psicologia USP*, São Paulo, v. 36, e240093, 2025. DOI: 10.1590/0103-6564e240093.

YU, Jessica et al. Geospatial indicators of exposure, sensitivity, and adaptive capacity to assess neighbourhood variation in vulnerability to climate change-related health hazards. *Environmental Health*, v. 20, n. 1, p. 31, 2021. DOI: 10.1186/s12940-021-00708-z.

ZIEGLER, Carol; MUCHIRA, James. Climate Change: The Ultimate Determinant of Health. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, v. 50, n. 4, p. 645-655, 2023. DOI: 10.1016/j.pop.2023.04.010.

ZIMMERMANN, Karl et al. Addressing water scarcity to support climate resilience and human health. *Integrated Environmental Assessment and Management*, v. 21, n. 2, p. 291-300, 2025. DOI: 10.1093/inteam/vjaf001.

As relações entre ambiente, sociedade e saúde ocupam posição central nos debates contemporâneos, especialmente diante das mudanças climáticas, da degradação ambiental e das transformações territoriais que repercutem sobre as condições de vida e o perfil epidemiológico das populações. Este volume reúne capítulos científicos que discutem as interfaces entre sustentabilidade, meio ambiente e saúde, contemplando investigações e experiências relacionadas aos impactos ambientais, aos riscos sanitários, às condições socioambientais e aos desafios para a proteção da saúde humana e dos ecossistemas. Provenientes do II Congresso Internacional Interprofissional em Saúde Coletiva, os estudos reunidos nesta obra contribuem para compreender a complexidade das relações entre saúde e ambiente, incluindo realidades territoriais como a Amazônia, cuja diversidade socioambiental exige abordagens científicas contextualizadas. A coletânea propõe reflexões sobre a necessidade de integrar conhecimentos, políticas públicas e práticas profissionais na construção de respostas aos desafios socioambientais, reconhecendo a sustentabilidade como dimensão fundamental da saúde coletiva.

Pedro & João Editores
pedrojoaoeditores.com.br

ISBN 978-65-265-3399-4