

MERCÚRIO (Hg) E OS MUNDURUKU: UMA ANÁLISE NA PERSPECTIVA DA ECOLOGIA POLÍTICA E DA JUSTIÇA AMBIENTAL**MERCURY (Hg) AND THE MUNDURUKU: AN ANALYSIS FROM THE PERSPECTIVE OF POLITICAL ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL JUSTICE****MERCURIO (Hg) Y LOS MUNDURUKU: UN ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA ECOLOGÍA POLÍTICA Y LA JUSTICIA AMBIENTAL**

DOI: 10.54899/dcs.v23i95.7190

Submitted: 8/24/2026

Approved: 9/17/2026

Published on: 9/24/2026

Marcelo Maisonette Duarte

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)
da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)**Amanda Scalcon Bittencourt**

Mestra em Ambiente e Sustentabilidade

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)
da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)**Angélica Araújo**

Mestranda em Ambiente e Sustentabilidade

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)
da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)**Flávia Diniz da Silva**

Mestranda em Ambiente e Sustentabilidade

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)
da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)**Luiz Henrique Feijó Machado**

Mestre em Ambiente e Sustentabilidade

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)
da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)**Pedro Orsi Vargas**

Mestrando em Ambiente e Sustentabilidade

Instituição: Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)
da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

RESUMO

Este artigo analisa a contaminação por mercúrio sob a ótica da ecologia política, articulando processos ecológicos, impactos à saúde humana e conflitos socioambientais. A discussão parte da bioacumulação e da biomagnificação do metilmercúrio em ecossistemas aquáticos, destacando o risco associado ao consumo de pescado contaminado. Em seguida, examina como exemplo a mineração aurífera artesanal e ilegal na Amazônia, com ênfase no caso do povo Munduruku na bacia do rio Tapajós, onde a contaminação por mercúrio evidencia desigualdades de exposição, vulnerabilidade sanitária e violações territoriais. Também são discutidos a Convenção de Minamata, os avanços recentes da vigilância em saúde no Brasil e os limites de políticas centradas apenas na repressão ao garimpo. Conclui-se que a contaminação por mercúrio não é apenas um problema toxicológico, mas uma injustiça socioambiental que exige monitoramento ambiental, atenção à saúde, proteção territorial, rastreabilidade do ouro e participação efetiva das comunidades atingidas.

Palavras-chave: mercúrio; garimpo; Munduruku; ecologia política; justiça ambiental.

ABSTRACT

This article analyzes mercury contamination from the perspective of political ecology, connecting ecological processes, impacts on human health, and socio-environmental conflicts. The discussion begins with the bioaccumulation and biomagnification of methylmercury in aquatic ecosystems, highlighting the risk associated with the consumption of contaminated fish. It then examines artisanal and illegal gold mining in the Amazon, with emphasis on the Munduruku people in the Tapajós River basin, where mercury contamination reveals unequal exposure, health vulnerability, and territorial violations. The Minamata Convention, recent advances in health surveillance in Brazil, and the limits of policies focused only on repressing illegal mining are also discussed. The article concludes that mercury contamination is not only a toxicological problem, but also a socio-environmental injustice that requires environmental monitoring, health care, territorial protection, gold traceability, and effective participation by affected communities.

Keywords: mercury; gold mining; Munduruku; political ecology; environmental justice.

RESUMEN

Este artículo analiza la contaminación por mercurio desde la perspectiva de la ecología política, articulando procesos ecológicos, impactos en la salud humana y conflictos socioambientales. La discusión parte de la bioacumulación y la biomagnificación del metilmercurio en ecosistemas acuáticos, destacando el riesgo asociado al consumo de pescado contaminado. A continuación, examina como ejemplo la minería aurífera artesanal e ilegal en la Amazonía, con énfasis en el caso del pueblo Munduruku en la cuenca del río Tapajós, donde la contaminación por mercurio evidencia desigualdades de exposición, vulnerabilidad sanitaria y violaciones territoriales. También se discuten el Convenio de Minamata, los avances recientes de la vigilancia en salud en Brasil y los límites de las políticas centradas únicamente en la represión de la minería ilegal. Se concluye que la contaminación por mercurio no es solo un problema toxicológico, sino una injusticia socioambiental que exige monitoreo ambiental, atención a la salud, protección territorial, trazabilidad del oro y participación efectiva de las comunidades afectadas.

Palabras clave: mercurio; minería aurífera; Munduruku; ecología política; justicia ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A contaminação por mercúrio (Hg) constitui um dos problemas socioambientais mais persistentes e politicamente complexos da atualidade (Lourenço *et al.*, 2025). Embora o mercúrio seja um elemento de ocorrência natural, sua circulação em níveis

perigosos resulta, em grande medida, de atividades humanas como a mineração artesanal e de pequena escala de ouro, processos industriais, queima de carvão, desmatamento, descarte inadequado de resíduos e uso de produtos contendo esse metal. Essas atividades já alteraram em muito os fluxos do Hg entre os diversos compartimentos da biosfera (veja Obrist *et al.*, 2018; Odum, 1983, p. 233-234), ampliando os estoques que permanecem ativos no ciclo biogeoquímico entre a atmosfera, os continentes e os oceanos (Amos *et al.*, 2013; Selin, 2009; Streets *et al.*, 2017). O problema torna-se ainda mais grave em ambientes aquáticos, onde o mercúrio pode ser transformado em metilmercúrio, composto orgânico altamente tóxico, capaz de bioacumular nos organismos e biomagnificar ao longo das cadeias alimentares (Bisinoti; Jardim, 2004; Bowles *et al.*, 2001; Lourenço *et al.*, 2025).

Sob a perspectiva da Ecologia Política, a contaminação por mercúrio não deve ser interpretada apenas como uma questão química, toxicológica ou sanitária. Ela expressa relações desiguais de poder, disputas por território, falhas de governança ambiental, pressões de mercados globais e formas diferenciadas de exposição ao risco. Em outras palavras, o mercúrio não se distribui socialmente ao acaso: populações ribeirinhas, povos indígenas, trabalhadores do garimpo e comunidades periféricas tendem a arcar com os maiores impactos (Achatz *et al.*, 2021; Basta *et al.*, 2021; Martinez *et al.*, 2018; Martoredjo *et al.*, 2024; Régis Júnior *et al.*, 2026), enquanto os benefícios econômicos da extração mineral frequentemente se concentram em outros agentes da cadeia produtiva.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é reorganizar e discutir a problemática da contaminação por mercúrio a partir de três eixos integrados: a dinâmica ecológica da bioacumulação e da biomagnificação; os impactos à saúde humana e aos ecossistemas; e os conflitos socioambientais associados à mineração de ouro, com ênfase no caso do povo Munduruku na bacia do rio Tapajós. A análise também incorpora a Convenção de Minamata sobre mercúrio e as recentes iniciativas brasileiras de vigilância e atenção à saúde de populações expostas.

A tese central defendida é que o enfrentamento da contaminação por mercúrio exige mais do que soluções tecnológicas pontuais. São necessárias políticas públicas integradas, com fiscalização territorial, monitoramento ambiental, atenção continuada à saúde, responsabilização das cadeias econômicas envolvidas e participação efetiva das populações atingidas. Trata-se, portanto, de um tema que reúne ecologia, saúde pública, ecologia política e justiça ambiental.

2 ECOLOGIA POLÍTICA, JUSTIÇA AMBIENTAL E CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS

Desde que o termo foi inventado, toda política é definida por sua relação com a natureza, pois que não existe, de um lado, a política, e, de outro, a natureza (Latour, 2019). A Ecologia Política é um campo interdisciplinar que investiga como relações sociais, econômicas e políticas moldam o acesso à natureza, o controle dos recursos e a distribuição dos impactos ambientais. Ela assume que a Ecologia deve ser um projeto de emancipação social, e não apenas de Gestão Ambiental (Gorz, 2010), e necessita de uma nova racionalidade ambiental (Leff, 2021). Diferentemente de abordagens estritamente naturalistas, ela busca compreender quem se beneficia de determinadas formas de exploração ambiental, quem suporta os custos e quais mecanismos institucionais permitem a continuidade dessas desigualdades. Em diálogo com a Justiça Ambiental (Acselrad; Herculano; Pádua, 2004; Acselrad; Melo; Bezerra, 2009), esse campo evidencia que riscos ambientais não são distribuídos de maneira neutra: eles seguem padrões de classe, raça, território, etnia, gênero e poder político (Martínez Alier, 2007).

No caso do mercúrio, essa perspectiva é decisiva. A contaminação pode ser medida em amostras de água, sedimento, peixes, cabelo ou sangue, mas sua origem e sua permanência dependem tanto de processos biogeoquímicos quanto de decisões políticas e econômicas. A expansão do garimpo ilegal, a fragilidade da fiscalização, a demanda internacional por ouro, a lavagem de metais em cadeias formais e a baixa capacidade de resposta sanitária em territórios remotos são elementos que transformam uma substância química em um problema de injustiça socioambiental.

A Ecologia Política também permite observar que a degradação ambiental costuma estar associada a processos de territorialização e desterritorialização. Para povos indígenas e muitas comunidades tradicionais, o território não é apenas um espaço físico ou uma fonte de recursos; ele integra modos de vida, práticas alimentares, cosmologias, memórias e relações de pertencimento (Krenak, 2018). Assim, quando rios são contaminados, peixes deixam de ser seguros para consumo e áreas de floresta são invadidas, não ocorre somente dano ambiental: ocorre também dano cultural, alimentar, sanitário e político (Almeida, 2004), pois para muitas comunidades indígenas, não é a terra que pertence ao homem, mas os homens que pertencem à terra (Krenak, 2018).

Essa leitura amplia a noção de impacto. A contaminação por mercúrio não afeta apenas indivíduos isolados, mas redes sociais inteiras. Ela interfere na pesca, no cuidado das crianças, na saúde reprodutiva, na segurança alimentar, na mobilidade territorial e na autonomia das comunidades. Por isso, o problema deve ser tratado como conflito socioambiental e não apenas como evento toxicológico.

3 MERCÚRIO: FORMAS QUÍMICAS, FONTES E DINÂMICA AMBIENTAL

O mercúrio pode ocorrer em diferentes formas químicas, com comportamentos ambientais e efeitos toxicológicos distintos. As principais formas são o mercúrio elementar ou metálico (Hg_0), o mercúrio inorgânico, como Hg^{2+} , e compostos orgânicos, entre os quais se destaca o metilmercúrio (CH_3Hg^+). A forma metálica é frequentemente utilizada na amalgamação do ouro; quando aquecida, libera vapor de mercúrio, que pode ser inalado por trabalhadores e disperso pela atmosfera (Lacerda; Malm, 2008). Já em ambientes aquáticos, processos microbianos podem converter mercúrio inorgânico em metilmercúrio, forma mais preocupante do ponto de vista da alimentação humana (Morel; Kraepiel; Amyot, 1998; Bisinoti; Jardim, 2004; Lacerda; Malm, 2008).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera o mercúrio uma das dez substâncias químicas de maior preocupação para a saúde pública. A exposição, mesmo em pequenas quantidades, pode provocar efeitos graves, especialmente no desenvolvimento fetal e infantil, além de atingir os sistemas nervoso, digestivo, imunológico, respiratório, renal, cutâneo e ocular (OMS, 2024). A principal via de exposição ao metilmercúrio, para muitas populações, é o consumo de peixes e mariscos contaminados.

As fontes antropogênicas de mercúrio incluem mineração de ouro, queima de carvão, processos industriais, incineração de resíduos, fabricação e descarte de produtos contendo mercúrio, além de usos em equipamentos e materiais como termômetros, barômetros, lâmpadas fluorescentes e amálgamas dentárias (Driscoll *et al.*, 2013; Streets *et al.*, 2017). Na Amazônia brasileira, a mineração ilegal de ouro é especialmente relevante, pois combina lançamento direto de mercúrio em cursos d'água, desmatamento, erosão, assoreamento e violência territorial (Krenak, 2018; Lacerda; Malm, 2008; Lourenço *et al.*, 2025; Martoredjo *et al.*, 2024). A conversão de

florestas em pastagens, também libera muito do mercúrio naturalmente presente nos solos (Almeida *et al.*, 2005).

Uma característica agravante do mercúrio é sua persistência biogeoquímica. O mercúrio não é degradado: ele muda de espécie e se redistribui entre a atmosfera, os solos, as águas, a biota e os sedimentos. Parte do mercúrio pode permanecer imobilizada por longos períodos, mas reservatórios superficiais também podem remobilizar e reemitir o metal previamente depositado. Em ambientes aquáticos, sedimentos contaminados podem manter estoques potencialmente remobilizáveis e favorecer transformações como a metilação, dificultando a remediação e exigindo monitoramento de longo prazo (Morel; Kraepiel; Amyot, 1998; Lacerda; Malm, 2008; Lourenço *et al.*, 2025). Por isso, a redução das emissões primárias não produz queda imediata e proporcional da contaminação: estoques legados podem continuar alimentando o ciclo por décadas ou séculos, enquanto a remoção para sedimentos profundos ocorre em escalas ainda mais longas (Amos *et al.*, 2013; Obrist *et al.*, 2018; Selin, 2009).

4 BIOACUMULAÇÃO E BIOMAGNIFICAÇÃO EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

A bioacumulação ocorre quando um organismo incorpora uma substância em concentração maior do que a existente no ambiente. No caso do mercúrio, esse processo preocupa especialmente quando envolve o metilmercúrio, pois essa forma química é facilmente absorvida, atravessa membranas biológicas e tem alta afinidade por tecidos animais (Bisinoti; Jardim, 2004; Lacerda; Malm, 2008). Já a biomagnificação corresponde ao aumento gradual da concentração de uma substância ao longo dos níveis tróficos. Assim, peixes predadores, que se alimentam de outros peixes, tendem a apresentar concentrações de mercúrio mais elevadas do que espécies de níveis tróficos inferiores (Morel; Kraepiel; Amyot, 1998). Peixes predadores de topo podem acumular mercúrio em concentrações de 10.000 a 100.000 vezes superiores à concentração presente na água (Bowles *et al.*, 2001).

A dinâmica da bioacumulação depende de características biogeoquímicas dos ecossistemas aquáticos. Ambientes com elevada matéria orgânica, sedimentos finos, baixa oxigenação e intensa atividade microbiana podem favorecer a metilação do mercúrio, aumentando sua biodisponibilidade. Por isso, rios, lagos, áreas alagáveis e

reservatórios podem apresentar riscos diferentes conforme suas condições físicas, químicas e ecológicas (Lacerda; Malm, 2008).

Estudos sobre peixes indicam que a posição trófica é um dos fatores centrais para explicar a concentração de mercúrio nos tecidos. Espécies carnívoras e predadoras costumam acumular maiores concentrações do metal, o que amplia o risco para populações que dependem do pescado como principal fonte de proteína. Isso é particularmente importante em comunidades ribeirinhas e indígenas da Amazônia, onde o peixe não é apenas mais um alimento, mas parte do modo de vida e da segurança alimentar (Lustosa *et al.*, 2022; Martoredjo *et al.*, 2024).

Entretanto, a bioacumulação não é uniforme. Estudos em lagos africanos mostraram que sistemas mais produtivos, com maior biomassa de fitoplâncton e peixes, podem apresentar menor absorção de mercúrio por célula e menores fatores de magnificação trófica, fenômeno conhecido como diluição por crescimento (Poste *et al.*, 2015). Essa constatação não elimina o risco, mas demonstra que a avaliação da contaminação precisa considerar o estado trófico, a produtividade, a composição da comunidade de peixes e os hábitos alimentares das populações humanas locais.

Do ponto de vista da política pública, esses elementos indicam que o monitoramento deve ser territorializado. Não basta medir mercúrio em um único ponto do rio ou em uma única espécie de peixe. É necessário integrar análise de água, sedimento, pescado, dieta, biomarcadores humanos e informações socioculturais sobre pesca e consumo. Sem essa integração, a vigilância tende a subestimar riscos e a produzir recomendações alimentares pouco realistas para comunidades que dependem diretamente do rio.

5 PANORAMA HISTÓRICO DA CONTAMINAÇÃO POR MERCÚRIO

A história da contaminação por mercúrio revela a relação entre desenvolvimento econômico, tecnologia, negligência regulatória e sofrimento social. O caso mais emblemático ocorreu em Minamata, no Japão, a partir da década de 1950, quando efluentes industriais contendo metilmercúrio foram lançados no ambiente aquático e incorporados por peixes e mariscos consumidos pela população local. A chamada doença de Minamata provocou graves danos neurológicos, mortes, deficiência congênita e estigmatização social, tornando-se símbolo mundial dos riscos da poluição industrial e da omissão institucional (United Nations, 2026).

A tragédia de Minamata demonstrou que a contaminação química não é apenas um acidente ambiental, mas também uma falha política. Por anos, comunidades afetadas enfrentaram dificuldades para obter reconhecimento, diagnóstico e reparação. Esse aspecto é central para a ecologia política: o sofrimento ambiental costuma ser prolongado quando empresas e governos minimizam evidências, transferem responsabilidades ou tratam populações atingidas como danos colaterais do progresso econômico.

No Brasil, a contaminação por mercúrio ganhou especial relevância associada ao garimpo de ouro na Amazônia (Martoredjo *et al.*, 2024). Desde a década de 1970, diversas áreas amazônicas passaram a registrar um aumento na liberação de mercúrio em rios, sedimentos e peixes (Lacerda; Malm, 2008). A atividade garimpeira combina informalidade, baixa fiscalização, violência territorial e forte inserção em mercados nacionais e internacionais de ouro. Assim, o mercúrio se torna parte de uma cadeia econômica que começa em áreas remotas e pode terminar em circuitos financeiros formais. Mesmo não fazendo parte dessa cadeia, as comunidades tradicionais ribeirinhas são as que sofrem os maiores efeitos do mercúrio.

Casos em outros países amazônicos também reforçam essa dinâmica. Em Madre de Dios, no Peru, por exemplo, estudos registraram contaminação por mercúrio em sedimentos e peixes associada à mineração aurífera artesanal e de pequena escala (Martinez *et al.*, 2018). A semelhança entre diferentes contextos amazônicos mostra que o problema não é isolado: ele acompanha uma economia extrativa transnacional, na qual o controle ambiental local é frequentemente insuficiente diante da força da demanda global por ouro. Em um certo sentido, a Amazônia pode ser pensada como uma nova Minamata (Eckert; Rial, 2023), com o metilmercúrio afetando a vida de milhares de ribeirinhos e indígenas.

6 IMPACTOS À SAÚDE HUMANA E VIGILÂNCIA NO BRASIL

Os efeitos do mercúrio sobre a saúde variam conforme a forma química, a dose, a duração da exposição e a via de contato. O mercúrio metálico é perigoso sobretudo pela inalação de vapores, comum em contextos ocupacionais e no aquecimento da amálgama. Já o metilmercúrio é especialmente relevante para a saúde ambiental por sua capacidade de bioacumular em peixes e atravessar barreiras biológicas, como a barreira hematoencefálica e a barreira placentária (OMS, 2024).

A exposição ao metilmercúrio é particularmente grave para fetos, bebês e crianças, pois pode comprometer o desenvolvimento neurológico em fases sensíveis da vida. Entre os possíveis efeitos estão prejuízos cognitivos, alterações motoras, dificuldades de linguagem, déficits de aprendizagem e problemas de coordenação. Em adultos, a intoxicação crônica pode estar associada a tremores, alterações sensoriais, perda de memória, cefaleia, alterações comportamentais, disfunções renais e impactos cardiovasculares (Souza; Barbosa, 2000; Farias *et al.*, 2022).

A Organização Mundial da Saúde destaca que o mercúrio pode afetar os sistemas nervoso, digestivo e imunológico, além de pulmões, rins, pele e olhos. Também ressalta que a exposição durante a gestação representa ameaça ao desenvolvimento da criança antes mesmo do nascimento (OMS, 2024). Essa informação é central para regiões amazônicas contaminadas, onde mulheres gestantes e crianças podem estar expostas por meio do consumo frequente de peixes contaminados.

No Brasil, o Ministério da Saúde passou a consolidar instrumentos específicos para vigilância e atenção a populações expostas. O “Plano estratégico para medidas de atenção, vigilância e promoção à saúde de populações expostas e potencialmente expostas ao mercúrio”, publicado em 2025, informa que, entre 2007 e 2024, foram notificados 2.327 casos de intoxicação por mercúrio no país, dos quais 1.260 foram confirmados. O documento também registra crescimento das notificações ao longo do período e reconhece a recorrente subnotificação, especialmente em contextos de exposição crônica e baixa procura por atendimento (Brasil, 2025a).

Esse dado precisa ser interpretado com cautela. O aumento das notificações pode indicar maior exposição, melhor capacidade de vigilância ou ambos. Ainda assim, evidencia que a contaminação por mercúrio deixou de ser um tema restrito à pesquisa acadêmica e passou a demandar resposta estruturada do Sistema Único de Saúde (SUS). Em 2025, o Ministério da Saúde também lançou manual técnico específico para atendimento de indígenas expostos ao mercúrio, com orientações para identificação, notificação, monitoramento e encaminhamento de casos, reconhecendo a especificidade dos territórios indígenas e das equipes de saúde que atuam nesses contextos (Brasil, 2025b).

A vigilância em saúde, contudo, não deve funcionar apenas como registro posterior do dano. Ela precisa estar articulada à prevenção, ao monitoramento ambiental, à comunicação de risco culturalmente adequada, à segurança alimentar e

à proteção territorial. Caso contrário, o sistema apenas contabiliza adoecimentos produzidos por uma estrutura econômica que permanece ativa.

7 O CASO MUNDURUKU E A MINERAÇÃO DE OURO NA BACIA DO TAPAJÓS

Os povos indígenas fazem parte da história e da formação social do Brasil, possuindo diferentes culturas, línguas, modos de vida e formas próprias de organização social.

Apesar dos processos históricos de colonização, violência e perda territorial, os povos indígenas continuam resistindo e lutando pela preservação de seus territórios, culturas e conhecimentos tradicionais. Como destaca Baniwa (2006), compreender os povos indígenas exige reconhecer sua diversidade e sua participação ativa na construção da sociedade brasileira.

O caso do povo Munduruku, na bacia do rio Tapajós, representa uma das expressões mais graves da relação entre mercúrio, garimpo ilegal e injustiça ambiental no Brasil. Os Munduruku habitam regiões do Pará, Amazonas e Mato Grosso, com forte relação territorial com rios, florestas e áreas de pesca. A intensificação do garimpo ilegal no rio Tapajós tem provocado desmatamento, abertura de crateras, assoreamento de cursos d'água, circulação de maquinário pesado, conflitos internos e aumento da pressão sobre lideranças indígenas.

Conforme já indicado, a mineração aurífera ilegal utiliza mercúrio para formar uma amálgama com o ouro. Depois, essa amálgama é aquecida, liberando vapor de mercúrio e deixando o ouro separado. Parte do metal também é perdida diretamente na água e no solo. Em ambientes aquáticos, o mercúrio pode ser transformado em metilmercúrio e incorporado por organismos da cadeia alimentar. Para populações cuja dieta é fortemente baseada em pescado, esse processo transforma o alimento cotidiano em via de exposição crônica (Lacerda; Malm, 2008).

Estudo realizado por Brabo *et al.* (1999) identificou as principais espécies de peixe consumidas pela comunidade Munduruku de Saí Cinza, no Pará. Segundo este estudo, duas das principais espécies de pescado consumidas (o tucunaré e a traíra, ambas consideradas espécies predadoras de topo) estão entre as que apresentaram as mais elevadas concentrações de mercúrio.

Estudos conduzidos pela Fiocruz em parceria com organizações da sociedade civil identificaram contaminação por mercúrio em participantes Munduruku avaliados

na Terra Indígena Sawré Muybu, com níveis acima de limites considerados seguros em parcela expressiva da população examinada (Achatz *et al.*, 2021; Basta *et al.*, 2021). Esses dados reforçam que a contaminação não deve ser tratada como risco abstrato, mas como realidade concreta que atinge crianças, adultos, idosos e gestantes.

O impacto do garimpo, contudo, não se restringe à saúde individual. A presença de garimpeiros em terras indígenas pode desestruturar relações comunitárias, aumentar a violência, alterar práticas de pesca, gerar medo, facilitar a entrada de álcool e outras formas de exploração, comprometendo a autonomia territorial. A contaminação dos rios afeta também a soberania alimentar: quando o peixe passa a representar risco, a comunidade enfrenta o dilema de manter sua dieta tradicional ou substituí-la por alimentos externos, muitas vezes ultraprocessados, caros e/ou nutricionalmente inferiores.

A partir da ótica da Ecologia Política, o caso Munduruku revela uma assimetria profunda: os custos ambientais, sanitários e culturais recaem sobre comunidades que pouco participam dos lucros da mineração; já os benefícios econômicos circulam por redes de garimpo, compra, transporte, comércio e lavagem de ouro. Portanto, a proteção dos Munduruku exige mais do que atendimento médico e tecnologias de mitigação dos impactos (e.g. Okeke *et al.*, 2024). Exige combate às cadeias ilegais do ouro, proteção territorial, consulta livre, prévia e informada, fortalecimento institucional e reconhecimento dos conhecimentos indígenas na gestão ambiental do território.

Conforme Krenak (2018), “gente, lugar e jeito de estar no lugar compõe um todo”, e a lógica colonialista/extrativista “desmembra, desgarra e desterra”. Seguindo essa lógica do Antropoceno/Capitaloceno (Duarte *et al.*, 2025; Hernandez, 2025; Moore, 2022), o Direito é praticado visando o avanço do extrativismo e da violência contra povos indígenas e outras vidas humanas e não humanas. Como contraponto, o Direito Cosmopolítico Munduruku trabalha com “uma rede de direitos e obrigações sancionáveis tecidas por entidades humanas e mais-que-humanas”, sendo que é esse direito cosmopolítico que tem freado de alguma forma e a duras penas o avanço do extrativismo predatório sobre seus territórios (Korap Munduruku; Alfinito; Schavelzon, 2024).

8 CONVENÇÃO DE MINAMATA E GOVERNANÇA INTERNACIONAL DO MERCÚRIO

A Convenção de Minamata sobre mercúrio foi adotada em 2013 e entrou em vigor em 16 de agosto de 2017. Seu objetivo é proteger a saúde humana e o meio ambiente contra emissões e liberações antropogênicas de mercúrio e seus compostos. O tratado aborda diferentes etapas do ciclo de vida do mercúrio, incluindo mineração primária, comércio internacional, produtos contendo mercúrio, processos industriais, emissões atmosféricas, liberações em água e solo, resíduos, áreas contaminadas e mineração artesanal e de pequena escala de ouro (Minamata Convention on Mercury, 2024).

O Brasil assinou a Convenção em 2013, ratificou-a em 2017 e a promulgou internamente por meio do Decreto nº 9.470, de 14 de agosto de 2018 (Brasil, 2018), assumindo compromissos de controle do mercúrio em produtos, processos, emissões, resíduos e mineração de ouro. A existência do tratado, no entanto, não garante automaticamente sua efetividade. Em regiões marcadas por garimpo ilegal, baixo controle territorial e redes econômicas ilícitas, a implementação depende de fiscalização, rastreabilidade do ouro, cooperação federativa e políticas sociais.

Até agosto de 2026, a Convenção contava com 154 Partes, segundo a United Nations Treaty Collection (United Nations, 2026). Esse número demonstra ampla adesão internacional, mas também torna visível a complexidade de implementar obrigações comuns em países com capacidades institucionais muito diferentes. A sexta Conferência das Partes (COP-6) da Convenção de Minamata, realizada em Genebra entre 3 e 7 de novembro de 2025, reforçou temas como financiamento, avaliação de efetividade, engajamento de povos indígenas e comunidades locais e preocupações de saúde relacionadas a mulheres e crianças (Minamata Convention on Mercury, 2025).

Apesar de seu valor histórico, a Convenção enfrenta limites. Silva *et al.* (2017) argumentam que os prazos de transição e as permissões temporárias podem retardar a substituição de tecnologias contendo mercúrio, mesmo quando alternativas mais seguras já existem. Além disso, a mineração artesanal e de pequena escala de ouro permanece como um dos pontos mais difíceis de governança, pois envolve informalidade, pobreza, crime organizado, comércio internacional e baixa presença do Estado em áreas remotas.

Desse modo, a Convenção de Minamata deve ser entendida como instrumento necessário, mas insuficiente. Ela estabelece uma moldura regulatória global, porém sua efetividade depende da tradução desses compromissos em políticas nacionais e territoriais. No caso brasileiro, isso significa articular controle do comércio de mercúrio, rastreabilidade do ouro, proteção de terras indígenas, vigilância sanitária, produção científica e participação das comunidades atingidas.

9 POLÍTICAS PÚBLICAS E CAMINHOS PARA A JUSTIÇA AMBIENTAL

O enfrentamento da contaminação por mercúrio requer uma abordagem integrada. A repressão ao garimpo ilegal é indispensável, mas não suficiente. É necessário atingir as cadeias econômicas que sustentam a atividade, incluindo compra, transporte, refino, exportação e inserção do ouro ilegal em mercados formais. Sem controle financeiro e rastreabilidade, operações pontuais tendem a deslocar o garimpo de uma área para outra, sem eliminar sua base econômica.

No campo ambiental, políticas públicas devem priorizar monitoramento contínuo de rios, sedimentos, peixes e áreas de mineração abandonadas. A remediação de áreas contaminadas é complexa, cara e frequentemente limitada; por isso, a prevenção continua sendo a estratégia mais eficiente. Também é essencial mapear áreas de maior risco, identificar espécies de pescado com maior concentração de mercúrio e produzir recomendações alimentares realistas, que não culpabilizem as comunidades pela exposição que elas não produziram.

No campo da saúde, a resposta precisa incluir busca ativa de casos, formação de profissionais, protocolos de diagnóstico, acompanhamento de gestantes e crianças, avaliação neuropsicológica, comunicação de risco e garantia de atendimento especializado. A simples notificação não resolve o problema se não houver rede assistencial capaz de acolher e acompanhar as pessoas afetadas. O manual técnico voltado a indígenas expostos ao mercúrio, publicado pelo Ministério da Saúde em 2025 (Brasil, 2025b), é um avanço importante, mas sua efetividade dependerá de implementação territorial, recursos e continuidade institucional.

No campo político, a participação das comunidades atingidas deve ser condição para qualquer política de enfrentamento. Povos indígenas e comunidades ribeirinhas possuem conhecimento detalhado sobre ciclos de pesca, comportamento dos rios, alterações ambientais e mudanças na disponibilidade de alimentos. Ignorar

esses saberes empobrece a política pública e reproduz formas coloniais de gestão ambiental. A justiça ambiental exige que as populações afetadas não sejam apenas objeto de pesquisa ou atendimento, mas sujeitos centrais da tomada de decisão.

Por fim, é necessário reconhecer que a contaminação por mercúrio tem relação direta com modelos de desenvolvimento baseados na extração predatória. Enquanto o ouro ilegal continuar sendo socialmente tolerado, economicamente lucrativo e institucionalmente “lavável”, a contaminação persistirá. A solução, portanto, passa por uma mudança de governança: do controle fragmentado para a responsabilidade sistêmica; da resposta emergencial para a prevenção; e da invisibilização das comunidades para sua participação efetiva.

Cabe destacar também o art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Brasil, 1988), que impõe ao Poder Público e à coletividade o dever de prevenir a degradação ambiental. Soma-se a esse dispositivo a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) (Brasil, 1981), que estabelece a responsabilidade pela preservação e recuperação da qualidade ambiental e admite a responsabilização do poluidor pela reparação dos danos causados, independentemente da existência de culpa. No caso dos Munduruku, esse dever estatal adquire dimensão adicional em razão da Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), vigente no Brasil (Brasil, 2019), a qual reforça que o Estado deve consultar os povos indígenas sobre medidas e empreendimentos que os afetem, um ponto de atrito permanente entre governo, comunidades tradicionais e empresas. Além disso, a proteção jurídica conferida aos povos indígenas não se limita à posse física da terra, mas abrange a integridade dos recursos naturais necessários à manutenção de seus modos de vida.

A Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI), instituída pelo Decreto nº 7.747/2012 (Brasil, 2012), tem como objetivo proteger, recuperar e conservar os recursos naturais dos territórios indígenas, assegurando a integridade patrimonial e as condições de reprodução física e cultural das gerações presentes e futuras. Nesse sentido, a poluição pelo mercúrio não representa somente um dano à qualidade da água ou à fauna aquática, mas uma intervenção sobre elementos essenciais do próprio território indígena e, consequentemente, sobre direitos constitucionalmente protegidos.

Assim, a contaminação por mercúrio nas comunidades Munduruku deve ser compreendida como violação de direitos socioambientais de natureza coletiva, pois os Munduruku possuem o direito à proteção de suas terras, conforme descrito nos

documentos legais acima citados e no art. 231 da Constituição Federal (Brasil, 1988). Esse artigo reconhece a organização social das comunidades indígenas, seus costumes, suas línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, cabendo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação por mercúrio é um problema ambiental, sanitário e político. Sua dinâmica envolve processos biogeoquímicos complexos, como metilação, bioacumulação e biomagnificação, mas suas causas e consequências ultrapassam o campo da química ambiental. O mercúrio revela desigualdades profundas na distribuição de riscos, no acesso à proteção estatal e na capacidade de influenciar decisões sobre o território.

A análise sob a perspectiva da Ecologia Política permite compreender que o garimpo ilegal e a contaminação por mercúrio não são desvios isolados, mas expressões de um modelo extrativista sustentado por mercados, omissões institucionais e assimetrias de poder. O caso Munduruku evidencia de forma contundente essa realidade: povos que dependem do rio para viver são expostos a um contaminante associado a uma atividade econômica que ameaça sua saúde, seu território, sua alimentação e sua autonomia cultural.

A Convenção de Minamata representa um marco relevante da governança internacional, mas sua força depende da implementação concreta em escala nacional e local. No Brasil, os avanços recentes na vigilância e na atenção à saúde de populações expostas ao mercúrio são importantes, especialmente a elaboração de planos e manuais específicos. Contudo, tais medidas precisam ser acompanhadas de fiscalização ambiental, proteção territorial, rastreabilidade do ouro, responsabilização econômica e participação das comunidades atingidas.

Conclui-se que enfrentar o mercúrio exige articular ciência, política pública e justiça socioambiental. A pergunta central não é apenas como reduzir as concentrações de mercúrio na água, nos peixes ou no corpo humano, mas também como transformar as condições sociais e econômicas que permitem que determinados territórios e populações sejam continuamente expostos. Sem essa mudança

estrutural, a contaminação continuará sendo tratada como emergência recorrente, quando deveria ser enfrentada como injustiça ambiental evitável.

REFERÊNCIAS

- ACHATZ, R. W.; VASCONCELLOS, A. C. S.; PEREIRA, L.; VIANA, P. V. S.; BASTA, P. C. Impacts of the Goldmining and Chronic Methylmercury Exposure on the Good-Living and Mental Health of Munduruku Native Communities in the Amazon Basin. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 18, n. 17, art. 8994, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18178994>.
- ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. **A. Justiça ambiental e cidadania**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.
- ACSELRAD, H.; MELO, C. C. do A.; BEZERRA, G. das N. *O que é Justiça Ambiental?* Rio de Janeiro: Garamond, 2009.
- ALMEIDA, A. W. B. Terras tradicionalmente ocupadas: processos de territorialização e movimentos sociais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Recife, v. 6, n. 1, p. 9-32, 2004. DOI: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2004v6n1p9>.
- ALMEIDA, M. D.; LACERDA, L. D.; BASTOS, W. R.; HERRMANN, J. C. Mercury loss from soils following conversion from forest to pasture in Rondônia, Western Amazon, Brazil. **Environmental Pollution**, v. 137, n. 2, p. 179-186, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.02.026>.
- AMOS, H. M.; JACOB, D. J.; STREETS, D. G.; SUNDERLAND, E. M. Legacy impacts of all-time anthropogenic emissions on the global mercury cycle. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, DC, v. 27, n. 2, p. 410-421, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/gbc.20040>.
- BANIWA, G. dos S. L. *O índio brasileiro: o que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje*. Brasília, DF: Ministério da Educação; LACED/Museu Nacional, 2006.
- BASTA, P. C.; VIANA, P. V. S.; VASCONCELLOS, A. C. S.; PÉRISSÉ, A. R. S.; HOFER, C. B.; PAIVA, N. S.; KEMPTON, J. W.; ANDRADE, D. C.; OLIVEIRA, R. A. A.; ACHATZ, R. W.; PERINI, J. A.; MENESES, H. N. M.; HALLWASS, G.; LIMA, M. O.; JESUS, I. M.; SANTOS, C. C. R.; HACON, S. S. 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**, Basel, v. 18, n. 17, art. 9222, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18179222>.
- BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. O comportamento do metilmercúrio (metilHg) no ambiente. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 593-600, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000400014>.
- BOWLES, K. C.; APTE, S. C.; MAHER, W. A.; KAWAI, M.; SMITH, R. Bioaccumulation and biomagnification of mercury in Lake Murray, Papua New Guinea. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 58, n. 5, p. 888-897, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1139/f01-042>.

BRABO, E. S.; SANTOS, E. O.; JESUS, I. M.; MASCARENHAS, A. F.; FAIAL, K. F. Níveis de mercúrio em peixes consumidos pela comunidade indígena de Saí Cinza na Reserva Munduruku, Município de Jacareacanga, Estado do Pará, Brasil.

Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 325-331, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1999000200017>.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 31 ago. 2026.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 31 ago. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 7.747, de 5 de junho de 2012**. Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas - PNGATI, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 6 jun. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7747.htm. Acesso em: 31 ago. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 9.470, de 14 de agosto de 2018**. Promulga a Convenção de Minamata sobre Mercúrio, adotada em Kumamoto, Japão, em 10 de outubro de 2013. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9470.htm. Acesso em: 31 ago. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 10.088, de 5 de novembro de 2019**. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo Federal que dispõem sobre a promulgação de convenções e recomendações da Organização Internacional do Trabalho - OIT ratificadas pela República Federativa do Brasil. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 6 nov. 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d10088.htm. Acesso em: 31 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Plano estratégico para medidas de atenção, vigilância e promoção à saúde de populações expostas e potencialmente expostas ao mercúrio**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025a. 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-mercuro.pdf/view>. Acesso em: 31 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde; FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ; BRASIL. Ministério dos Povos Indígenas. **Manual técnico para o atendimento de indígenas expostos ao mercúrio no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025b. 288 p. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_atendimento_indigenas_expostos_mercurio.pdf. Acesso em: 31 ago. 2026.

DRISCOLL, C. T.; MASON, R. P.; CHAN, H. M.; JACOB, D. J.; PIRRONE, N. Mercury as a global pollutant: sources, pathways, and effects. ***Environmental Science & Technology***, Washington, DC, v. 47, n. 10, p. 4967-4983, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1021/es305071v>.

DUARTE, M. M.; RUSCHEINSKY, A.; RICHTER, M. F. Antropoceno. In: TRAMONTINA; LARA; ROTH; RICHTER (orgs.). ***Glossário de verbetes em ambiente e sustentabilidade: crise climática, riscos e adaptação - volume 3***. São Francisco de Paula - RS: UERGS, 2025.

ECKERT, C.; RIAL, C. S. M. Amazônia, uma nova Minamata?. ***Iluminuras***, Porto Alegre, v. 24, n. 64, p. 393-399, 2023. DOI: <https://doi.org/10.22456/1984-1191.132415>.

FARIAS, A. L. B. A.; TABOSA, N. P.; VIANA, P. M. M.; TRINDADE, A. P.; SILVA, J. L. P.; BALTAZAR, C. S.; VIANA, R. S.; SOUZA, C.; GARCIA, W. L.; PEREIRA, S. S.; AMARO, B. O. A exposição crônica ao mercúrio e hipertensão arterial sistêmica: revisão de literatura. ***Research, Society and Development***, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 8, e10211830631, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30631>.

GORZ, A. ***Ecológica***. São Paulo: Annablume, 2010.

HERNANDEZ, A. R. C. Capitaloceno. In: TRAMONTINA; LARA; ROTH; RICHTER (orgs.). ***Glossário de verbetes em ambiente e sustentabilidade: crise climática, riscos e adaptação - volume 3***. São Francisco de Paula - RS: UERGS, 2025.

KORAP MUNDURUKU, A.; ALFINITO, A. C.; SCHAVELZON, S. O direito cosmopolítico Munduruku como prática jurídica contra o Antropoceno. ***Direito e Práxis***, v. 15, n. 3, p. 1-37, 2024.

KRENAK, A. Ecologia Política. ***Ethnoscientia***, v. 3, n. 2, p. 1-2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18542/ethnoscientia.v3i2.10225>.

LACERDA, L. D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. ***Estudos Avançados***, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 173-190, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200011>.

LATOUR, B. ***Políticas da Natureza: como associar as ciências à democracia***. São Paulo: Editora da UNESP, 2019.

LEFF, E. ***Ecologia política: da desconstrução do capital à territorialização da vida***. Tradução de Jorge Calvimontes. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2021.

LOURENÇO, M.D.S.T.A.; DEBRUYNE, D.; DI MAGGIO, R.M.; GERMINARIO, C.; GRIFA, C.; IZZO, F.; LANGELLA, A.; DE PAULA, L.S.; SALVADOR, F.A. da S.; MERCURIO, M. Mercury contamination in Brazil related to (historical) artisanal and small-scale gold mining activity: a narrative review with quantitative synthesis. ***Environ Geochem Health***, v.48, n.1:45. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10653-025-02929-4>.

LUSTOSA, E. A.; MEDEIROS, T. K. F.; CABRAL, T. V. A.; SILVA, E. Bioacumulação de mercúrio (Hg) em espécies ícticas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 21, n. 1, p. 1-14, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/6462>. Acesso em: 31 ago. 2026.

MARTÍNEZ ALIER, J. **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo: Contexto, 2007.

MARTINEZ, G.; MCCORD, S. A.; DRISCOLL, C. T.; TODOROVA, S.; WU, S. H.; ARAÚJO, J. F.; VEGA, C. M.; FERNANDEZ, L. E.; NOREÑA, M. A.; BRANDON, J. A.; ASCHNER, M.; WEINHOUSE, C.; FINKELSTEIN, Y.; ACKERMANN, G. E.; CHEN, C. Y. Mercury contamination in riverine sediments and fish associated with artisanal and small-scale gold mining in Madre de Dios, Peru. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 15, n. 8, art. 1584, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15081584>.

MARTOREDJO, I.; SANTOS, L. B. C.; VILHENA, J. C. E.; RODRIGUES, A. B. L.; ALMEIDA, A.; PASSOS, C. J. S.; FLORENTINO, A. C. Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region. **Toxics**, Basel, v. 12, n. 3, art. 204, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics12030204>.

MINAMATA CONVENTION ON MERCURY. **Minamata Convention on Mercury: text and annexes**. 2024 ed. Geneva: Secretariat of the Minamata Convention, 2024. Disponível em: <https://minamataconvention.org/en/documents/minamata-convention-mercury-text-and-annexes>. Acesso em: 31 ago. 2026.

MINAMATA CONVENTION ON MERCURY. **Sixth meeting of the Conference of the Parties to the Minamata Convention on Mercury (COP-6)**. Geneva, 3-7 Nov. 2025. Disponível em: <https://minamataconvention.org/en/meetings/cop6>. Acesso em: 31 ago. 2026.

MOORE, J. W. (org.). **Antropoceno ou Capitaloceno?: natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Editora Elefante, 2022.

MOREL, F. M. M.; KRAEPIEL, A. M. L.; AMYOT, M. The chemical cycle and bioaccumulation of mercury. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 29, p. 543-566, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.543>.

OBRIST, D.; KIRK, J. L.; ZHANG, L.; SUNDERLAND, E. M.; JISKRA, M.; SELIN, N. E. A review of global environmental mercury processes in response to human and natural perturbations: changes of emissions, climate, and land use. **Ambio**, Dordrecht, v. 47, n. 2, p. 116-140, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-017-1004-9>.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. 434 p.

OKEKE, E. S.; NWANKWO, C. E. I.; OWONIKOKO, W. M.; EMENCHETA, S. C.; OZOCHI, C. A.; NWEZE, E. J.; OKEKE, V. C.; NWUCHE, C. O.; ENOCHOGHENE, A. E. Mercury's poisonous pulse: blazing a new path for aquatic conservation with

eco-friendly mitigation strategies. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 957, art. 177719, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177719>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Mercury and health**. Geneva: WHO, 24 Oct. 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>. Acesso em: 31 ago. 2026.

POSTE, A. E.; MUIR, D. C. G.; GUILDFORD, S. J.; HECKY, R. E. Bioaccumulation and biomagnification of mercury in African lakes: the importance of trophic status. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 506-507, p. 126-136, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.10.094>.

RÉGIS JÚNIOR, J. F.; AZEVEDO, M. S.; RÉGIS, D. G. M.; RODRIGUES, J. L.; SANTOS, C. A.; PANTOJA, D. A.; SILVA, V. P. Impactos do mercúrio na saúde de populações ribeirinhas e indígenas da Amazônia: revisão integrativa. **Revista Tópicos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 35, p. 1-21, 2026. DOI: <https://doi.org/10.70773/revistatopicos/784394446>.

ROSA, J. C. O.; COUTO, G. B. F.; SILVA, G. P.; LOPES, L. K. S. Os efeitos do mercúrio: e o risco à vida dos povos tradicionais brasileiros. **Revista Extensão**, Palmas, v. 8, n. 2, p. 109-117, 2024. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/extensao/article/view/9676>. Acesso em: 31 ago. 2026.

SELIN, N. E. Global biogeochemical cycling of mercury: a review. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, v. 34, p. 43-63, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.environ.051308.084314>.

SILVA, R. R.; CASTELO BRANCO, J.; THOMAZ, S. M. T.; CESAR, A. Convenção de Minamata: análise dos impactos socioambientais de uma solução em longo prazo. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 41, n. esp. 2, p. 50-62, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042017S205>.

SOUZA, J. R.; BARBOSA, A. C. Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 12, p. 3-7, nov. 2000. Disponível em: <https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a01.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2026.

STREETS, D. G.; HOROWITZ, H. M.; JACOB, D. J.; LU, Z.; LEVIN, L.; TER SCHURE, A. F. H.; SUNDERLAND, E. M. Total mercury released to the environment by human activities. **Environmental Science & Technology**, Washington, DC, v. 51, n. 11, p. 5969-5977, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00451>.

UNITED NATIONS. **Minamata Convention on Mercury: status of treaties**. New York: United Nations Treaty Collection, 2026. Disponível em: https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?chapter=27&clang=_en&mtdsg_no=X XVII-17&src=TREATY. Acesso em: 31 ago. 2026.