



EFEITOS GENOTÓXICOS E MUTAGÊNICOS DO MERCÚRIO METÁLICO NA SAÚDE DE MULHERES EM IDADE REPRODUTIVA E CRIANÇAS DA COMUNIDADE YANOMAMI: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Leandra Nascimento Fonseca*¹

Afiliação: ¹ Graduanda de Biomedicina pela Unicesumar, Maringá-PR. Contato: lfonsecabiomed@gmail.com.
Orientadora: Prof.^a. Doutora Renata Sano Lini; Departamento de Biomedicina e Farmácia da Unicesumar, Maringá-PR. Contato: renata.lini@unicesumar.edu.br.

RESUMO

A exposição ao mercúrio, um elemento altamente tóxico que se acumula na cadeia alimentar, representa um sério risco à saúde humana. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, mesmo pequenas quantidades de mercúrio podem ser prejudiciais, especialmente para o desenvolvimento de crianças no útero e em estágios iniciais da vida. Pesquisas revelam que certas aldeias amazônicas, cuja população é composta principalmente por mulheres jovens e crianças que se alimentam de peixes de rios contaminados pela mineração artesanal, apresentam altos índices de contaminação por mercúrio. Este estudo tem como objetivo compreender os efeitos genotóxicos e mutagênicos do mercúrio em mulheres e crianças da população Yanomami, através de uma revisão bibliográfica. A genotoxicidade do mercúrio interfere na proliferação celular e na integridade do DNA. Os achados indicam que a exposição ao mercúrio pode causar problemas imunológicos e hematológicos, mesmo em doses baixas. Estudos em animais e in vitro mostraram efeitos genotóxicos do mercúrio. A exposição ao metilmercúrio pode causar várias alterações em adultos e no Sistema Nervoso Central imaturo. Quase 80% das crianças nascidas em um ano perderam 2,0 pontos na escala de QI devido à exposição ao mercúrio durante a gestação. A compreensão completa dos efeitos genotóxicos e mutagênicos é fundamental para uma abordagem eficaz em termos de saúde pública e mitigação. Esta pesquisa busca preencher lacunas importantes sobre os impactos do mercúrio, auxiliando na formulação de estratégias de saúde pública para populações vulneráveis.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação Materno-Infantil; Metais pesados; Povos indígenas; Toxicologia.

1 INTRODUÇÃO

Os Yanomami não têm uma palavra para pesadelo; para eles, existem apenas sonhos ruins. Nas terras Yanomami, invadidas pelos napë warëri pë - como são chamados os garimpeiros por Kopenawa em seu livro *A Queda do Céu* (2015) - os sons da mata foram substituídos pelo som metálico do Tatuzão, dos motores das balsas e dos aviões que rasgam o mesmo céu onde vivem seus antepassados já mortos. Os Yanomamis já não podem mais dormir ou sonhar, os garimpeiros são os pesadelos dos Yanomamis, diz a antropóloga Hanna Limulja (2022).

O Tatuzão, uma espécie de sonda que bombeia água do rio, é usado para lavar a terra, que escorre para valas gigantes, empurrada pela pressão da água para uma caixa que retém as partículas de ouro presentes no solo.

Dias depois, os garimpeiros “batem” os tapetes onde o minério fica retido. Só aí o mercúrio é utilizado para agrupar as partículas, no que conhecemos por amalgama. Após esse processo, o mercúrio acaba sendo descartado principalmente nas águas dos rios Uraricoera, Rio Couto de Magalhães, Catrimani e Rio Mucajaí. Os rios são de suma importância para a população que vive nas Terras Indígenas Yanomami, pois essa população indígena bebe sua água e tem como base proteica de sua dieta o peixe (OEC, 2018).

Em janeiro de 2023, foi declarada uma emergência de saúde pública para os povos indígenas Yanomami devido às condições de saúde que indicaram uma crise humanitária nas terras indígenas.



Essa população vive em áreas isoladas com um alto registro de atividade ilegal de mineração artesanal de ouro. Um estudo conduzido pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), em parceria com o Instituto Socioambiental (ISA), já havia mostrado em 2014 que algumas aldeias tinham até 92% das pessoas examinadas contaminadas por mercúrio (ISA, 2014).

Os Yanomami vivem na floresta amazônica, na fronteira entre a Venezuela e o Brasil. A sua alimentação é baseada na caça, pesca, a coleta e o plantio de alguns alimentos é feito principalmente por mulheres em algumas comunidades (Vick, 2023). Existem aproximadamente 665 aldeias Yanomami entre o Brasil e a Venezuela, que se mantiveram totalmente isoladas até o início do século 19 (Instituto Update, 2013).

O povo Yanomami faz parte de um conjunto cultural e linguístico composto de pelo menos quatro subgrupos adjacentes que falam línguas da mesma família: a yanomae, yanômami, sanima e ninam (Camargo, 2023). Em 2011 a população Yanomami foi estimada em 35 mil indivíduos, onde cerca de 28 mil vivem no lado brasileiro da Amazônia (Camargo, 2023).

Segundo a Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI) (Camargo, 2023) a população Yanomami é composta em sua maioria por mulheres e crianças, que vivem em grandes moradias coletivas construídas na área central de suas aldeias localizadas na reserva ambiental Terra Indígena Yanomami (TI Yanomami), em uma área que cobre 9 milhões, 664 mil e 975 hectares (96 mil e 650 km²).

Segundo um levantamento bibliográfico da ISA, os povos Yanomami atuais são descendentes de um grupo indígena que permaneceu relativamente isolado há pelo menos mil anos. Esse grupo antigo teria ocupado a área das cabeceiras dos rios Orinoco e Parima (que fica atualmente em Roraima) e ali iniciado o seu processo de diferenciação linguística interna por volta de 700 anos atrás. O local central, onde historicamente os Yanomami ocupam, encontra-se na Serra Parima, na fronteira entre o Brasil e a Venezuela. Esta região é historicamente marcada por conflitos com garimpeiros devido ao interesse pela exploração do ouro nas terras amazônicas (Senado Federal, 2023).

No ano de 2019, estudos e relatórios de órgãos governamentais demonstraram que a contaminação por mercúrio nos rios das Terras Yanomami chegou a ser 8600% superior ao máximo estipulado para águas de consumo (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2022).

A contaminação por metais pesados, como o mercúrio, é uma preocupação significativa para a saúde humana e o meio ambiente devido à sua alta toxicidade e capacidade de bioacumulação. Esses metais podem se acumular nos tecidos de organismos vivos ao longo do tempo, sofrendo magnificação trófica durante a cadeia alimentar (Souza et.al 2018).

Desde o incidente de Minamata, os efeitos da exposição a esses metais têm sido amplamente estudados em todo o mundo. É sabido que a intoxicação por mercúrio, tanto em sua forma crônica quanto aguda, pode causar problemas neurológicos, renais, respiratórios, imunológicos e reprodutivos (Silva et. al, 2017).

No entanto, a questões éticas existe uma lacuna nos estudos que se concentram em uma parcela vulnerável da sociedade - mulheres em idade reprodutiva e crianças nos primeiros anos de vida - com relação aos efeitos genotóxicos e mutagênicos da contaminação por mercúrio.

Em janeiro de 2023, a emergência de saúde dos povos Yanomami e os altos índices de contaminação por mercúrio, conforme indicado pelas análises realizadas por órgãos governamentais de saúde e entidades que trabalham com essa população, evidenciaram que estávamos diante de uma situação sem precedentes para a ciência e a saúde populacional (OPAS, 2023).

A relevância de estudos toxicológicos em populações é inegável, principalmente no que se refere ao diagnóstico, tratamento e adoção de políticas governamentais de saúde e



proteção. Embora existam muitos estudos que exploram a contaminação por mercúrio proveniente da ação mineradora principalmente na região amazônica, existe uma lacuna com relação a estudos que apontam a relação entre efeitos mutagênicos e genotóxicos da contaminação por mercúrio e como isso tem afetado a população Yanomami (Santos et. al, 2023).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica integrativa para entender melhor os efeitos genotóxicos e mutagênicos da contaminação por mercúrio em mulheres em idade reprodutiva e crianças da população indígena Yanomami que vivem na Amazônia Brasileira.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução da pesquisa, utilizamos dados epidemiológicos de relatórios governamentais e associações de grupos indígenas. Durante os meses de maio, junho e julho, do ano de 2023, nas bases de dados “Google Scholar”, “SciElo”, “MedLine” e “PubMed.” Através de nossas buscas conseguimos encontrar 78 artigos de nosso interesse.

Usamos como termos de busca “Mercúrio”, “Contaminação por Mercúrio”, “Mutagenicidade do Mercúrio” e “Genotoxicidade do Mercúrio” em inglês, português e espanhol para garantir uma cobertura abrangente da literatura disponível.

Dos 78 artigos selecionados, apenas nove citam especificamente os povos indígenas Yanomami ou povos que vivem na região das Terras Indígenas Yanomami e compartilham recursos hídricos e alimentares. Priorizamos artigos de revisão sistemática, estudos experimentais e epidemiológicos. Os dados extraídos incluíram informações sobre o desenho do estudo, a população estudada, a localização geográfica dessa população, os métodos de coleta e análise de dados, os principais resultados e conclusões.

Para garantir uma coleta de dados mais precisa e relevante, excluímos artigos anteriores aos anos de 1980, cartas, editoriais, resumos em anais de eventos e estudos que se concentravam em dados populacionais urbanos afetados por atividades fabris coletivas ou individuais. Isso nos permitiu focar nossa revisão nos estudos mais relevantes e atuais sobre a contaminação por mercúrio nas Terras Indígenas Yanomami.

Além disso, para obter uma imagem mais precisa da situação de contaminação por mercúrio entre as mulheres e crianças Yanomami, cruzamos dados com relatórios de organizações que trabalham diretamente com a saúde desses povos, tanto entidades governamentais quanto não governamentais.

Através desta pesquisa, buscamos preencher as lacunas de conhecimento referentes a esse fenômeno complexo e multifacetado que se apresentou até então de forma única. A saúde para essa população pode ser simplesmente o diferencial entre prosperar ou extinguir-se, e a distância dos centros urbanos que por tanto tempo preservou seu modo de vida pode ser um complicador para que ações de saúde possam chegar até esses povos.

Portanto, é crucial entender os aspectos sociais e a escala da contaminação por mercúrio (Hg) nesta população, e como essa contaminação acaba por impactar não só a saúde física desta população, mas também toda sua estrutura social, e modo de vida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em nossa análise do material levantado para pesquisa encontramos indícios de que mulheres em idade reprodutiva e crianças Yanomami na Amazônia brasileira, enfrentam efeitos genotóxicos e mutagênicos devido a contaminação de mercúrio (Hg). Os 09 artigos



que citam nominalmente os Yanomami tratam tanto dos níveis de contaminação, tanto de experimentos *in vitro* para detecção de efeitos mutagênicos nos núcleos das células.

Tais estudos demonstraram que a exposição ao mercúrio (Hg) mesmo em pequenas doses tem o potencial de afetar diferentes sistemas biológicos, sendo o cérebro o principal órgão-alvo desse xenobiótico, o que leva a alterações psicomotoras, danos visuais, tremores e genotoxicidade (Fiocruz, 2016).

É importante ressaltar que indivíduos em formação, estão vulneráveis aos efeitos nocivos desse xenobiótico devido a sua capacidade de transferência através da barreira hematoencefálica, bem como a barreira placentária, entre outras consequências os estudos demonstram ainda problemas imunológicos, e hematológicos para exposição crônica ao metilmercúrio (MeHg) mesmo em doses baixas (Santos et. al, 2017).

Estudos em amostra animal mostraram alterações significativas no córtex motor e hipocampo causando uma disfunção neuroquímica em ratos expostos cronicamente ao mercúrio inorgânico, o que os levou a apresentar alterações do desempenho comportamental (Teixeira, et. al, 2019).

Em um outro estudo foi possível identificar a migração do DNA aumentada em ratos expostos a peixes contaminados com mercúrio e as análises histopatológicas mostraram infiltração leucocitária fraca, mas significativa (Teixeira, et. al, 2019).

Em estudos *in vitro* de linfócitos sanguíneos de indivíduos amazônicos, Crespo (2023) utilizou a análise de micronúcleo e aberrações cromossômicas para exposição de baixos níveis (1–500 µg/l ou 0,004–2 µM) de metilmercúrio. Os resultados apontaram o metal como o principal responsável pela inibição do ciclo celular e/ou pela perda da capacidade proliferativa das células. Esses resultados demonstraram efeitos de genotoxicidade do mercúrio em humanos e, especialmente, em populações amazônicas.

Com relação à exposição ao MeHg em adultos, Crespo-Lopez (2007) cita a indução de diferentes padrões de alterações no Sistema Nervoso Central (SNC) caracterizado por danos de áreas anatômicas localizadas do córtex visual e perda neuronal da camada de grânulos do cerebelo.

Já o SNC imaturo, que é considerado extremamente sensível à neurotoxicidade do MeHg, mostrou uma desorganização difusa e generalizada das estruturas citológicas do córtex cerebral com desaparecimento das células granulares. Segundo a autora, essas alterações podem ser associadas a falhas no padrão normal de divisão celular induzidas pela exposição ao MeHg durante o desenvolvimento do SNC.

Em outro estudo, Crespo (2007) estudou células de origem cerebral e cada linhagem celular mostrou-se sensível de forma diferente a cada biomarcador de danos genotóxicos, indicando a existência de diferentes mecanismos de toxicidade.

Dias et al. (2022) buscou compreender o impacto econômico do desenvolvimento de doenças ligadas à contaminação por mercúrio. Entre seus achados, destaca como consequência da contaminação do mercúrio alterações no desenvolvimento neurológico de lactentes expostos à contaminação durante a gestação. Para seu estudo foram consideradas informações sobre o prejuízo no desenvolvimento cognitivo de crianças das populações amazônicas, avaliando a perda de pontos de QI em filhos de mães expostas à contaminação durante a gestação. Os autores por ela revisados, estimaram que quase 80% das crianças nascidas no período de um ano perderam 2,0 pontos na escala de QI.

Outros estudos revisados utilizaram o nível de MeHg no cabelo de gestantes ou mulheres em idade fértil para avaliar sua exposição a áreas contaminadas. Perdas de pontos no QI das crianças foram observadas em relação linear com os níveis de Hg. Verificou-se que, para cada aumento de 1µg de Hg por grama de cabelo materno, há uma diminuição de 0,18 pontos no QI do bebê (Junior et. al, 2018). Um desses estudos calculou a maior taxa de incidência de retardo mental leve em uma população de pescadores de subsistência na Amazônia brasileira (Junior et. al, 2018).



Apesar da literatura apontar dados de que a contaminação de baixa carga por metais pesados, mesmo que por curto período causa danos hematológicos, em células renais, danos neurológicos, desencadeando processos oxidativos, formação de radicais livres, e eventualmente processos carcinogênicos dentre tantos outros indicativos de danos citogenéticos e mutagêneses não foram encontradas grandes evidências desses efeitos sobre o povo Yanomami.

Porém, ao buscarmos outras fontes de informação, encontramos informes de saúde da Fiocruz, e da FUNAI onde o pesquisador Paulo Basta realizar um estudo longitudinal na região do rio Tapajós, onde vive a população dos Munduruku, a terceira mais afetada pela exploração do ouro, esta população enfrenta severos problemas neurológicos com um aumento de mortes neonatais (Fiocruz, 2023). Além da pesquisa de campo, onde foram testadas amostras dessas populações, houve um aumento nas solicitações de cadeiras de rodas infantis a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) demonstravam relações entre o estado de saúde dos povos indígenas e a contaminação por mercúrio (Camargos, 2023).

Neste ponto os traços culturais da população Yanomami pode ser preponderante para a falta de indícios de que a contaminação por mercúrio possa estar causando mutações e danos genéticos no povo Yanomami. Esta evidência fica mais forte principalmente após a leitura da carta das mães Yanomami ao governo federal, onde essas mulheres pedem providências governamentais para que possam voltar a gerar filhos fortes (Assunção, 2022).

Os Yanomami, principalmente as comunidades que vivem em isolamento, e mantêm características culturais milenares, e praticam o infanticídio em crianças com má formação, o que explicaria a quase inexistência de malformações congênitas, deformidades, e anomalias cromossômicas entre os Yanomami.

Desde já ressalto que as concepções de vida e morte para esses povos é diferente da nossa concepção social, e que não nos cabe o julgamento cultural de todo esse povo por seus costumes culturais, principalmente levando em consideração que a vida dessas pessoas é regida pelas condições naturais e principalmente a saúde é um diferencial entre a vida e a morte para esse povo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados de nossa pesquisa apontam que a genotoxicidade do mercúrio ocorre principalmente através da geração de radicais livres capazes de causar danos ao DNA e, às células, levando eventualmente a processos carcinogênicos.

Em relação a limitações deste estudo podemos citar a carência de estudos direcionados a população indígena, principalmente com relação a povos isolados, isso se deve principalmente às barreiras geográficas que existem entre os grandes centros de pesquisa e a população a qual esta pesquisa se destina a estudar.

Além das já citadas lacunas de conhecimento, podemos citar também que estudos de contaminação em populações devem levar em consideração que o contexto, os hábitos sociais, alimentares dessas populações, além do tempo de exposição ao contaminante podem influenciar sobre maneira os estudos dos pesquisadores.

Para concluirmos nossa pesquisa gostaria de ressaltar a importância de estudos toxicológicos da população sobre a contaminação de metais pesados, entendemos que existem muitas barreiras a serem transpostas ao se pesquisar os impactos de uma contaminação por metais pesados em larga escala em populações nativas.

Essas populações guardam modos de vida ainda muito rudimentares que podem impactar sobre maneira os resultados dos estudos, mesmo diante das evidências de estudos experimentais e epidemiológicos revisados exaustivamente, ainda pairavam dúvidas de como o mercúrio afeta a população que vive nas terras Yanomami, pois ao



cruzar dados epidemiológicos de relatórios governamentais encontramos poucas evidências de que estava ocorrendo efeitos mutagênicos e genotóxicos na população Yanomami.

Entre os anos de 2020 e 2023 houve um aumento mundial no valor do grama do ouro, principal produto da exploração da mineração nas Terras Indígenas Yanomami, a mineração que antes era feita de maneira artesanal tomou contornos de indústria, o que causou a situação de calamidade de saúde pública do povo Yanomami citada no início de nossa pesquisa.

Quero aqui encerrar este artigo deixando duas importantes questões:

1. Qual o valor de uma vida humana?
2. Qual o tamanho do horror que nos desperta saber que somos o pesadelo das mães Yanomami que tem que decidir se seus filhos vivem ou morrem devido a exploração de ouro em suas terras?

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, Clara. **Em carta a Lula, mulheres Yanomami pedem fim do garimpo nas terras indígenas**. Rede Brasil atual, 2022. Disponível em:

<https://www.redebrasilatual.com.br/cidadania/em-carta-a-lula-mulheres-yanomami-pedem-fim-do-garimpo-nas-terras-indigenas-cumprir-a-lei/> Acesso em: 10 ago.2023.

BAHIA, Marcelo de Oliveira et al. **Environmental biomonitoring using cytogenetic endpoints in a population exposed to mercury in the Brazilian Amazon**.

Environmental Mutagenesis and Genomics Society, Pará, v. 44, n. 4, p. 346-349, mai. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1002/em.20054>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/em.20054>. Acesso em: 02 ago. 2023.

BASTA, P.C; HACON, S.S. **Impacto do mercúrio em áreas protegidas e povos da floresta na Amazônia Oriental – Uma abordagem integrada saúde-ambiente**

Aspectos Metodológicos e Resultados Preliminares. Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP-FIOCRUZ), Rio de Janeiro, p. 1-140, out. 2020. Disponível em:

<http://ds.saudeindigena.icict.fiocruz.br/handle/bvs/6421>. Acesso em: 02 ago. 2023.

BRASIL. Senado Federal. **Comissão temporária externa para acompanhar a situação dos yanomami e a saída dos garimpeiros das terras indígenas**. Relatório Final, 2023.

CAMARGO, Marcelo. Quem são os yanomami e qual é o território que eles ocupam na Amazônia. National Geographic, 2023. Disponível

em:<https://www.nationalgeographicbrasil.com/historia/2023/01/quem-sao-os-yanomami-e-qual-e-o-territorio-que-eles-ocupam-na-amazonia> Acesso em: 02 ago.2023

CAMARGOS, Daniel. **Mercúrio: crianças Munduruku não brincam ou andam; povo é que o mais solicita cadeiras de rodas**. Brasil de fato, 2023. Disponível em:

<https://www.brasildefato.com.br/2023/04/19/mercurio-criancas-munduruku-nao-brincam-ou-andam-povo-e-que-o-mais-solicita-cadeiras-de-rodas> Acesso em: 10 ago.2023

Contaminação da Biremi à Emergência sanitária no território Yanomami. OPAS,

2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/23-2-2023-contribuicao-da-bireme-emergencia-sanitaria-no-territorio-yanomami> Acesso em: 02 ago. 2023



CRESPO, Maria Helena Lopez. **Methylmercury genotoxicity: A novel effect in human cell lines of the central nervous system**. Environment International, USA, v. 33, p. Pages 141-146, fev. 2007. DOI <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.08.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016041200600130> .Acesso em: 2 ago. 2023.

FIOCRUZ. **Elevados níveis de contaminação por mercúrio preocupam comunidade indígena Yanomami**. Fiocruz, 2016. Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/39388> Acesso em: 02 ago. 2023.

ESTECHA, Montserrat González et al. **Efectos sobre la salud del metilmercurio en niños y adultos; estudios nacionales e internacionales**. Nutrición Hospitalaria, Madrid, v. 30, n. 5, p. 1-19, jul. 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.30.5.7728>. Disponível em: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v30n5/03revision02.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2023.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Estudo constata contaminação por mercúrio em yanomamis**. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, abr. 2016. Disponível em: <https://revistahcsm.coc.fiocruz.br/estudo-constata-contaminacao-por-mercuro-em-yanomamis/> . Acesso em: 4 jun. 2023.

FAGUNDES, Beatriz Helena Fernandes et al, **Methylmercury exposure during prenatal and postnatal neurodevelopment promotes oxidative stress associated with motor and cognitive damages in rats: an environmental-experimental toxicology study**, Toxicology Reports, v 9, p. 563-574, fev. 2022, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2022.02.014> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214750022000269> Acesso em: 02 set. 2023.

FARINA, M; ASCHENER, M; ROCHA J.B. **Oxidative stress in MeHg-induced neurotoxicity**. Environment International, USA, v. 256, p. 405-417, nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2011.05.001>. em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0041008X11001700#preview-section-cited-by>. Acesso em: 02 ago. 2023.

GROTTO, Denise et al. **Evaluation of toxic effects of a diet containing fish contaminated with methylmercury in rats mimicking the exposure in the Amazon riverside population**, SP, v. 111, p. 1074-1082, set. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.09.013>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935111002386>. Acesso em: 02 set. 2023.

JUNIOR, José Maria et al. **Teores de mercúrio em cabelo e consumo do pescado de comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira, região do Tapajós**. Ciência & Saúde Coletiva, Belém, v. 23, n. 3, p. 1-8, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018233.09492016>. em: <https://www.scielo.org/article/csc/2018.v23n3/805-812>. Acesso em: 02 ago. 2023.

KOPENAWA, Davi; ALBERT, Bruce. **A queda do céu: palavras de um xamã Yanomami**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.



LIMULJA, Hanna. **O desejo dos outros: Uma etnografia dos sonhos yanomami**. São Paulo: Editora Terceiro Nome, 2015.

LOPEZ, Maria Elena et al. **Genotoxicity of mercury: Contributing for the analysis of Amazonian populations**. *Environment International*, Belém, v. 37, n. 1, p. 136-141, jan. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.08.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412010001595>. Acesso em: 02 ago. 2023.

Mapa Área total degradada pelo garimpo ilegal na Terra Indígena Yanomami - Hutukara. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/noticias-socioambientais/relatorio-faz-balanco-do-primeiro-semester-da-emergencia-yanomami> Acesso em: 20/11/2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Mercury and health**. 31 mar. 2017. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health> . Acesso em: 2 ago. 2023.

OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida; BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira. **Fundamentos de toxicologia**. São Paulo: Atheneu, 2021.

RAMOS, Alcida Rita; SENRA, Estêvão Benfica; OLIVEIRA, Marcos Wesley. **Terra indígena Yanomami 30 anos: o futuro é indígena**. Instituto Socioambiental Hutukara Associação Yanomami, São Paulo, 2022.

Rios na terra yanomami têm 8600% de contaminação por mercúrio, revela laudo da PF. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2022. Disponível em: https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=39&campo=17680 Acesso em: 02 ago. 2023.

Santos, et. al. **Exposição ao mercúrio e os impactos à saúde humana**. Rio de Janeiro, 6º simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade, 2017. Disponível em: https://www.itr.ufrj.br/sigabi/wp-content/uploads/6_sigabi/Sumarizado/SANTOS_MOANAFERREIRADOS_63.pdf Acesso em: 02 ago. 2023.

SILVA, et. al. **Convenção de Minamata: análise dos impactos socioambientais de uma solução em longo prazo**. Rio de Janeiro, v. 41, p. 50-62, jun. 2017. DOI: 10.1590/0103-11042017S205. Acesso em: 02 ago. 2023.

SOUZA, et. al. **Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores**. *Brasília*, v.9, nº 3, p. 95-106, dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18571/acbm.189>. Acesso em: 02 ago. 2023.

TEIXEIRA, Francisco Bruno et al. **Neurochemical dysfunction in motor cortex and hippocampus impairs the behavioral performance of rats chronically exposed to inorganic mercury**. *Journal of Trace Elements in Medicine in Biology*, Pará, v. 52, p. 143-150, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.12.008>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0946672X1830542X?via%3Dihub>. Acesso em: 04 ago. 2023.



VICK, Mariana. Yanomami: origem, história, práticas e visões de mundo. Nexojornal, 2023. Disponível em: < nexojornal.com.br/expresso/2023/02/19/Yanomami-origem-historia-praticas-e-visoes-de-mundo . Acesso em: 10 ago.2023

XAVIER, F. C., CAMPELLO, M. J. **Direito ao patrimônio genético como direito transindividual: considerações sobre o caso Sangue Yanomami**. Universitat de Barcelona. Revista de Bioética y Derecho, n. 41, p. 161-169, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/783/78354511011/html> /. Acesso em: 03 abr. 2023.

Yanomami, defesa de territórios e a importância do Ministério dos Povos indígenas. Instituto Update, 2023. Disponível em: <https://www.institutoupdate.org.br/yanomami-defesa-de-territorios-e-a-importancia-do-ministerio-dos-povos-indigenas/#:~:text=Localizado%20na%20regi%C3%A3o%20norte%20da,a%20ca%C3%A7a%20e%20a%20agricultura> Acesso em: 02 ago.2023.