

INTOXICAÇÕES EXÓGENAS POR MERCÚRIO NO BRASIL E O CITOX UFAL NAS MÍDIAS

ISSN Eletrônico
2236-5842/ QUALIS B1
Vol.13| N°18
JAN - JUN| 2024

Resumo

O mercúrio é um metal pesado que causa danos toxicológicos agudos e crônicos cumulativos, inclusive, neurotoxicidade para os seres humanos. Afeta animais e contamina o meio ambiente. Sabe-se que todos são suscetíveis, porém, as populações mais vulneráveis são ribeirinhas e indígenas, por exposição ambiental e dieta rica em pescados contaminados. Neste trabalho objetivou-se realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) acerca das intoxicações por mercúrio no Brasil, com ênfase na população ribeirinha e indígena. Além de levantamento no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) e Ministério da Saúde (MS), visando publicizá-los, no âmbito da educação em saúde, no Instagram do Centro de Informações Toxicológicas da Ufal (CITox Ufal). A metodologia foi dividida em três partes para atingir o objetivo estabelecido: 1) RSL; 2) Levantamento epidemiológico secundário no Sinan e MS; e 3) Postagem sobre mercúrio no @citoxufal. Observou-se que, de acordo com o Sinan, no período de 2012 a 2022 o Brasil apresentou um total de 2463 notificações de intoxicações por metal, com maior incidência em 2019. Já o Boletim Epidemiológico da Vigilância em Saúde do MS afirma que o Brasil registrou 1.103 casos de intoxicação exógena, especificamente por mercúrio, de 2006 a 2021. No âmbito da difusão científica, a postagem acerca do mercúrio funcionou como um elemento disparador de discussão, que induziu a troca de saberes e conhecimentos acadêmicos com a sociedade. Por fim, o fazer extensionista do CITox Ufal foi alcançado, ressaltando a importância da popularização da ciência para promover a saúde das pessoas.

Palavras-chave: Mercúrio. Intoxicação exógena. Indígena. Ribeirinhos. Mídias.

Carlos Eugênio Ataíde Costa Melo (Autor)

Vínculo institucional: UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

Allysson Firmino de França Farias (Autor)

Vínculo institucional: UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

Lucas Tenório Carmo do Nascimento Bezerra (Autor)

Vínculo institucional: UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

Daniel Augusto Monteiro de Barros (Autor)

Vínculo institucional: UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

Ticiano Gomes do Nascimento (Autor)

Vínculo institucional: UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

Maria Aline Barros Fidelis de Moura (Autora)

Vínculo institucional: UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS

Submetido em JUL/2023

Aceito em MAR/2024

Revisado em JUL/2024

Publicado em AGO/2024

INTRODUÇÃO

O presente artigo lança luz aos problemas de saúde relacionados ao metal mercúrio, que ao ser volatilizado para a atmosfera ou contaminar acidentalmente águas e solos, pode causar impactos toxicológicos significativos aos seres humanos, animais e ao meio ambiente como um todo. Diante dessa questão, observa-se uma lacuna acerca da difusão científica e popularização dos conhecimentos sobre o mercúrio, dessa forma, com base em uma revisão sistemática da literatura e epidemiologia descritiva, por meio das mídias sociais do Centro de Informações Toxicológicas da Ufal – CITox – foram realizadas ações de educação em saúde junto às pessoas, promovendo maior troca e alcance na divulgação desse tema relevante, em termos de saúde pública, que é a toxicidade do mercúrio e as intoxicações exógenas causadas por esse metal, além de ressaltar a necessidade de controle e vigilância epidemiológica relacionados especialmente às populações mais vulneráveis, a exemplo dos povos indígenas e ribeirinhos.

O mercúrio é um metal líquido à temperatura ambiente. (Nordberg et al., 2007). Ele faz parte da classe dos metais de transição e pode se apresentar das seguintes formas: vapor de mercúrio, sal inorgânico mercurioso, sais inorgânicos mercúricos e metilmercúrio. Tais formas de transição fazem parte do chamado ciclo biogeoquímico, um processo natural dos elementos químicos no ambiente e que por se tratar do mercúrio pode ser chamado de ciclo do mercúrio, mas devido a fontes antropogênicas esse ciclo é intensificado e acaba afetando o meio ambiente como um todo (Curtis; John, 2012).

É importante destacar que uma das fontes de maior contaminação de efluentes e do meio ambiente, no Brasil, ocorre como consequência da extração artesanal de ouro. Essa forma de contaminação ambiental pelo mercúrio foi intensificada pela “corrida do ouro” na região amazônica, que ocorreu a partir da década de 1980 após a descoberta de ouro na Fazenda Três

Barras no Pará, na chamada Serra Pelada. Considera-se que essa e as demais áreas em que ocorre garimpagem do ouro são os territórios mais afetados no Brasil, pois são expostos ao mercúrio devido aos métodos que utilizam este metal para a extração e purificação do ouro, por meio da amalgamação, em que o ouro reage preferencialmente com o mercúrio e assim é separado dos sedimentos que não têm valor comercial (Trindade; Barbosa Filho, 2002).

Após a obtenção desse amálgama, haverá um processo de decomposição térmica ou química, para dar continuidade a purificação do ouro, porém tais processos aumentam a concentração do mercúrio na atmosfera, afetando diretamente o trabalhador que fez o processo de decomposição, desencadeando efeitos tóxicos de causa ocupacional, como também efeitos nocivos à natureza devido à poluição do meio ambiente e aos povos residentes em áreas próximas a esses garimpos, sejam legais ou não (Trindade; Barbosa Filho, 2002).

Ainda, acerca do ciclo do mercúrio, é importante destacar que pode ocorrer a decomposição bacteriana do metal presente nos efluentes e sedimentos ambientais, em que bactérias anaeróbicas e aeróbicas podem metilar o mercúrio, resultando no metilmercúrio tóxico, que por bioacumulação e biomagnificação irão contaminar peixes e outros animais aquáticos, além de toda a cadeia trófica da região (Bisinoti; Jardim, 2004 e Klaassen; Watkins Iii, 2012).

Diante da problemática exposta, esse estudo apresenta um objetivo igualmente amplo, que é levantar as evidências científicas acerca da toxicidade do mercúrio, especialmente para as populações mais vulneráveis, com ênfase para ribeirinhos e indígenas; evidenciar as questões epidemiológicas; e popularizar a Toxicologia visando ratificar a presença de danos tóxicos e promover enfrentamento às intoxicações por mercúrio no Brasil, por meio da principal mídia social do CITox Ufal atualmente, o @citoxufal no Instagram.

METODOLOGIA

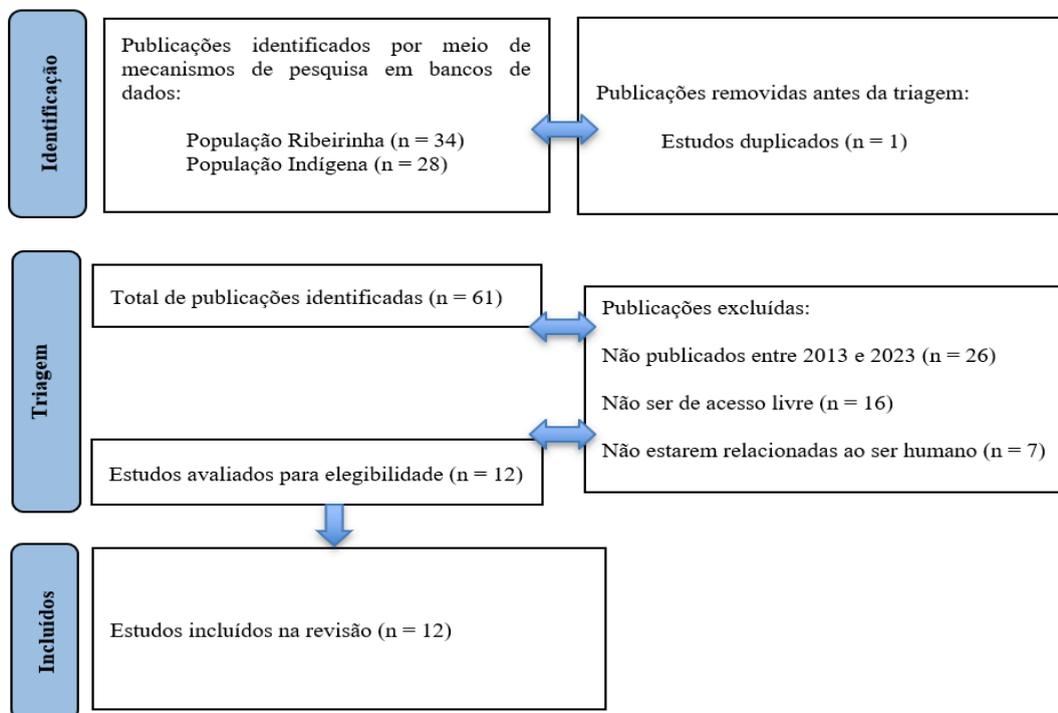
O presente trabalho foi realizado em três etapas: 1) Iniciou-se por uma revisão sistemática da literatura (RSL), cuja metodologia será detalhada em seguida; 2) Foi realizado um levantamento na plataforma de base do DATASUS, na sessão de “Dados Epidemiológicos Sinan”, na aba de “Doenças e Agravos de Notificação – 2007 em diante > Intoxicação exógena”, e por “agente tóxico > Metal” no Brasil, por ano de notificação, considerando a série histórica de 2012 até 2022; além disso, 3) Foi planejada e executada uma ação de educação em saúde, na mídia social Instagram, na página do CITox Ufal, @citoxufal.

Considerando os recentes registros e notícias midiáticas acerca a intoxicação de povos indígenas no Brasil por mercúrio (Ramalho et al, 2023), a coleta de artigos para a presente RSL foi realizada para responder a seguinte pergunta: “Quais e como são os registros científicos acerca da intoxicação por mercúrio no Brasil, especialmente no âmbito da população indígena e ribeirinha?”. Buscou-se artigos na base PubMed, entre 31 de maio a 17 de julho de 2023. Para responder à pergunta referente à população indígena, foram utilizados descritores DeCS/MeSH, na seguinte estratégia de busca: "indigene" OR "indigeneity" OR "indigenous" OR "indigenes" OR "indigenization" OR "indigenous" AND "mercurial" OR "mercurials" OR "mercuries" OR "mercury poisoning" OR "mercury" AND "poisoning" OR "mercury poisoning" OR "mercurialism" AND "brazil" e todos os seus correspondentes na língua portuguesa. Já relacionado à população ribeirinha, foram utilizados descritores DeCS/MeSH, na seguinte estratégia de busca: “Mercury” OR “Mercury Poisoning” AND “brazil” AND “Riverine” e todos os seus correspondentes na língua portuguesa.

Os critérios de inclusão escolhidos foram: 1) artigos de acesso aberto; 2) escritos em inglês ou português; 3) conteúdo focado na população brasileira, ribeirinha e indígena; 4) relacionados ao garimpo artesanal de ouro; 5) artigos publicados entre 2013 e 2023. Como critérios de exclusão, além de contrários aos parâmetros de inclusão, também foram excluídos artigos que não possuíam estudos com o ser humano.

O trabalho foi organizado por meio do fluxograma PRISMA (Page et al., 2021) para o melhor entendimento da escolha dos artigos desta RSL, conforme Figura 1.

Figura 1: Fluxograma PRISMA do processo de seleção de publicações.



Fonte: adaptado do diagrama de fluxo PRISMA 2020 (Page et al., 2021)

Em relação à segunda etapa deste estudo, sabe-se que no Brasil existe o Sistema de Informação de Agravos de Notificação, que serve de base para o DATASUS, como um sistema de coleta, transmissão e disseminação de dados coletados pelos Sistemas de Vigilância Epidemiológica dos Estados, referentes aos agravos de notificação compulsória, sendo a intoxicações exógenas enquadradas como tal, com periodicidade de notificação semanal, de acordo com a Portaria de Consolidação nº 4, de 28 de setembro de 2017, Anexo (“SINANWEB - Página inicial”, [s.d.]). Dessa forma, foram coletados dados epidemiológicos secundários, junto ao Sinan, quanto às intoxicações por metais no Brasil, referente à série histórica de 2012 a 2022.

E, por último, como uma etapa de consolidação e popularização do conhecimento construído nas duas etapas anteriores, na lógica da educação em saúde, para evidenciar a problemática e, com isso, promover o enfrentamento das intoxicações por mercúrio do Brasil, foi realizada a difusão científica por meio da mídia social do CITox Ufal, o @citoxufal. O material pedagógico utilizado para a difusão científica foi elaborado através da aplicação Canva, contendo informações sobre o mercúrio, sua toxicidade, fontes de exposição para os seres humanos e meio ambiente, epidemiologia descritiva com base nos dados secundários, e contendo informações sobre as populações mais suscetíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da RSL foi possível ratificar que o metilmercúrio (MeHg) é a variação mais tóxica para o ser humano, possui a capacidade de bioacumular no meio ambiente, e que a principal forma de exposição humana ao MeHg ocorre pela ingestão de alimentos, principalmente de pescados (Bisinoti; Jardim, 2004). Essa observação sobre a dieta esteve presente em quase todos os artigos desta RSL, que conforme mostrado no fluxograma da figura 1, foram incluídos 14 (quatorze) artigos para análise e discussão.

É importante destacar que a OMS e a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura ressaltam os benefícios de neuroproteção associados ao Ômega 3 e ao selênio presentes em peixes e pescados, dessa forma, ratifica-se a necessidade de diminuição da contaminação das águas brasileiras pelo mercúrio (Bello et al., 2023).

Presença de mercúrio tóxico, proveniente da mineração do ouro, entre a população ribeirinha e indígena no Brasil

Souza-Araujo *et al.* (2016) tentaram justificar que 90% do mercúrio encontrado no solo vem de fontes naturais associadas ao ferro e que a contaminação dos ambientes aquáticos não estaria tão relacionada à prática da mineração de ouro. Tal consideração foi completamente contestada por De Bakker *et al.* (2021), que afirmam que o mercúrio utilizado na prática da mineração do ouro assume a principal contribuição nas emissões de mercúrio para o meio

ambiente. Pois, além dessa utilização para formação de amálgamas e sua posterior decomposição térmica, a instalação desses locais de mineração promove o desmatamento do entorno, sendo assim, um conjunto de fatores para a contaminação dos ambientes aquáticos.

Vasconcellos *et al.* (2021), observaram o consumo de peixes dos povos indígenas Munduruku, nas aldeias de Sawré Aboy, Poxo Muybu e Sawré Muybu, localizadas no médio Tapajós. Foi constatado que 96% dos entrevistados consumiam peixes ao menos 3 vezes por semana, variando seu consumo entre espécies e níveis tróficos de acordo com o período de seca e de chuvas. Os autores conduziram avaliação dos riscos à saúde humana pela exposição ao mercúrio, encontrando diferenças significativas das concentrações de mercúrio no tecido muscular das cadeias tróficas de peixes piscívoros (consumidores terciários), que possuíam níveis de mercúrio superiores a 0,5µg/g, valores maiores do que os recomendados pela OMS (Joint Expert Committee On Food Additives, 2004). Ao final, os autores constataram que, atualmente, devido à contaminação, não existe consumo seguro de peixes pela população Munduruku. Mesmo considerando que peixes são a principal fonte de proteína animal para aqueles ribeirinhos e indígenas (Vasconcellos *et al.*, 2021).

Basta *et al.* (2021) consideram que o nível socioeconômico é uma variável importante para os níveis de concentração de mercúrio encontradas nas populações indígenas e ribeirinhas, pois uma maior renda possibilitaria a obtenção de outras proteínas animais como a exemplo carne, frango e porco, assim tornando essas populações menos dependentes do peixe contaminado e promovendo uma diminuição dos níveis de mercúrio encontrado nessas populações.

Semelhante ao encontrado por De Bakker *et al.* (2021), Souza-Araujo *et al.* (2016) desenvolveram uma pesquisa sobre o mercúrio e metilmercúrio em peixes do rio Bacajá, no Pará. O estudo em 22 espécies de peixes demonstrou que 9 possuíam níveis de mercúrio total superiores ao recomendado pela OMS. Dentre essas 9 espécies, todas elas se encontram no nível trófico dos piscívoros, demonstrando assim a biomagnificação do mercúrio na cadeia trófica.

Meneses *et al.* (2022), trazem que 3/4 dos participantes da sua pesquisa tiveram níveis de exposição por mercúrio maiores do que a OMS recomenda.

A intoxicação por mercúrio pode afetar a todos, porém, alguns grupos são mais vulneráveis, como mulheres em idade fértil e grávidas. Bello *et al.* (2023) apontam que, segundo a OMS, os níveis de segurança relacionados à concentração de mercúrio em mulheres em idade fértil é de até 6,0µg/g. Entretanto, em seus estudos, as concentrações de mercúrio em mulheres em idade reprodutiva na bacia do rio madeiras no Pará, variou entre 1,02 µg/g até 146,80 µg/g. O consumo de peixes é alto nas áreas ribeirinhas e rurais, evidenciando que, provavelmente, os peixes estão contaminados.

Já Meneses *et al.* (2022) fez um comparativo entre as cidades ribeirinhas e urbanas presentes na bacia do Tapajós e obteve que 64,7% dos participantes eram mulheres em idade fértil e dentre essas 69,9% delas tinham níveis em média 3 vezes maiores que o recomendado pela OMS.

Carvalho *et al.* (2019) focaram nos níveis de metilmercúrio e na situação de saúde em bebês, mulheres em idade fértil e recém-nascidos em comunidades das aldeias Sawré Aboy, Sawré Muiybu e Poxo Muiybu. Foi constatado que os níveis médios de mercúrio dos participantes de Sawré Aboy foi de 12,67 µg/g; de Sawré Muiybu foi de 6,32 µg/g; e em Poxo Muiybu foi de 7,57 µg/g. As concentrações exorbitantes na aldeia de Sawré Aboy se explicam pelo consumo mais elevado de peixes do rio Jamanxin, afetado pela mineração do ouro.

Assim como o observado por Carvalho *et al.* (2019), os autores Hacon *et al.* (2014) observaram que os níveis de mercúrio em mulheres em idade fértil variaram entre 2,4 a 6,3 ppm, onde as maiores médias foram encontradas em localidades mais distantes da capital e que dependiam da pesca de subsistência.

Freitas *et al.* (2019) fizeram um estudo comparativo em crianças, usando cabelo como amostra biológica, em três áreas distintas no Norte do país: Caratateua-PA, Barreiras-PA e São

luiz do Tapajós, regiões que possuem mineração do ouro; além de Limoeiro do Arujú-PA, região que não possui mineração do ouro. Foi constatado pelos autores que crianças das vilas ribeirinhas afetadas pela mineração possuem níveis de mercúrio maiores que as demais localidades. Sabe-se que o mercúrio atravessa a barreira placentária, de modo que essas crianças podem ter sido afetadas desde a gestação, afirmam os autores.

É preciso ressaltar que um dos principais alvos da intoxicação por mercúrio é o sistema nervoso e os danos neurológicos podem ser graves, dentre os trabalhos dessa RSL, Santos-Lima *et al.* (2020), correlacionaram a exposição ao mercúrio com as funções neuropsicológicas em crianças e adolescente de comunidades ribeirinhas próximas a região do rio madeira e na cidade de Rondônia. Os autores avaliaram: inteligência; memória curta e de trabalho; flexibilidade cognitiva; conhecimento semântico e fluência verbal; além de função motora. Após toda análise, os autores detectaram a correlação entre altos níveis de mercúrio total e a diminuição da performance nos testes neuropsicológicos, dose-dependente, ou seja, quanto maiores os níveis de contaminação por mercúrio, piores os resultados nos testes neuropsicológicos das crianças.

Khoury *et al.* (2013) encontraram resultados semelhantes. Foi feito um estudo comparativo entre duas regiões: Uma do rio Acará, sem mineração presente, e outra na bacia do rio Tapajós, com atividades de mineração do ouro. Foram realizados testes neuropsicológicos em crianças e constatado efeito tóxico neurológico dose-dependente do mercúrio. Ressaltando a incidência de distúrbios sensoriais caracterizados como “meia-luva”, típico da intoxicação por metilmercúrio, com incidência de 51% em barreiras e 10% em São Luiz.

Oliveira *et al.* (2021) avaliaram mais uma comunidade bastante afetada pela ação da mineração artesanal de ouro, que fica à mercê da intoxicação gerada pelo consumo de peixes contaminados pelo mercúrio, essa população se encontra nas terras indígenas Munduruku, nas aldeias Sawré Muybu, Poxo Muybu e Sawré Aboy. Por meio de exames neuropsicológicos sistematizados como: equilíbrio estático; exame de nervo craniano; testes sensoriais; função motora; e avaliação cognitiva, buscaram associar anormalidades neurológicas com a exposição

crônica por mercúrio. Também foram observados sintomas toxicológicos com relação à dose-dependência. Foi observado que participantes com exposição maiores que 10 µg/g apresentaram a maior prevalência de problemas cognitivos, diminuição de fluência verbal e descoordenação cerebral, indicando disfunções do sistema nervoso central.

Além do exposto até agora, sabe-se que a exposição crônica ao mercúrio também pode causar problemas cardiovasculares. Basta *et al.* (2021) encontraram na população Munduruku dentre 13 indivíduos classificados como hipertensos, 12 deles possuíam níveis de mercúrio maiores que 6,0 µg/g, sugerindo uma relação entre hipertensão e altas concentrações de mercúrio.

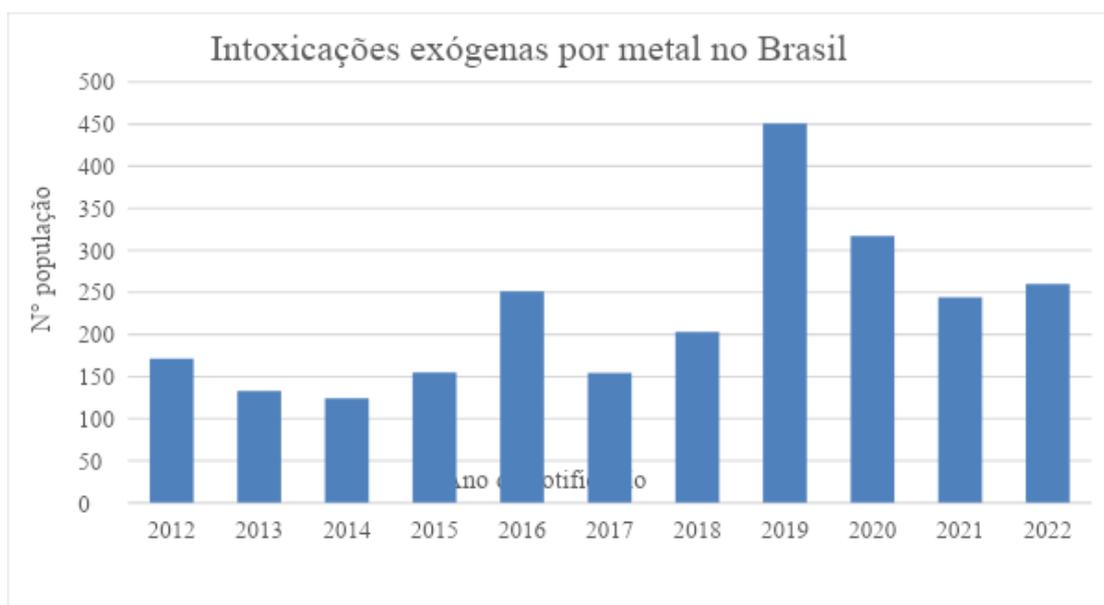
Durante essa pesquisa da RSL, um artigo se destacou por tratar sobre o estresse oxidativo induzido pela exposição ao mercúrio em populações da Amazônia. Carvalho *et al.* (2019) avaliaram biomarcadores do estresse oxidativo em pessoas ribeirinhas do rio Madeira, cujas pessoas apresentam menor consumo de peixes em relação às pessoas da comunidade de Cuniã, que é mais isolada e apresenta grande consumo de peixes, sendo uma região de garimpagem do ouro. Os autores observaram uma maior indução de biomarcadores do estresse oxidativo para as pessoas da comunidade Cuniã e correlacionaram tal resultado à maior exposição dessas pessoas ao mercúrio. Esse estudo demonstrou a importância dos biomarcadores oxidativos na avaliação da exposição ao mercúrio de forma aguda.

Diante desse contexto, ressalta-se a importância de compilar dados, acerca das intoxicações por mercúrio no Brasil, e evidenciá-los.

O que o Sinan apresenta em termos das intoxicações por metal no Brasil?

Considerando os aspectos epidemiológicos totais no Brasil, foi realizado o levantamento na base de dados do Sinan entre 2012 e 2022, conforme figura 2.

Figura 2: Intoxicações exógenas por metal no Brasil



Fonte: Adaptado do Ministério da Saúde/SVS - Sinan. Autores, 2023.

De acordo com o Sinan, o Brasil apresentou um total de 2463 notificações de intoxicações por metal, sendo o ano de 2019 o de maior incidência. Ressalta-se que tais dados representam a notificação geral para intoxicações por todos os metais pesados, entretanto, sabe-se que o mercúrio é o que mais contribui para tal estatística (Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Brasil. 2023).

Além desses dados do Sinan, segundo o Boletim Epidemiológico divulgado recentemente pela Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, do Ministério da Saúde, o Brasil registrou 1.103 casos de intoxicação exógena por mercúrio de 2006 a 2021. Roraima, Distrito Federal e Maranhão foram os estados com as maiores taxas, 1,49%, 0,12% e 0,11%, respectivamente (Brasil. Ministério da Saúde. 2023).

O que demonstra também a necessidade de capacitação dos profissionais para viabilizarem as notificações e, com isso, diminuir a subnotificação das intoxicações e demais inconsistências junto ao Sinan.

E o Centro de Informações Toxicológicas da Ufal – CITox, como contribuiu?

Por fim, visando popularizar tais conhecimentos e, com isso, promover o enfrentamento às intoxicações exógenas pelo mercúrio no Brasil, foram produzidos e publicados os posts sobre o tema nas mídias sociais do CITox Ufal (@citoxufal), conforme figura 3, para trocar informações com a população, promover a difusão científica na lógica da educação em saúde e promover a saúde das pessoas.

Além das postagens, também houve indução de interação com o público de seguidores. Para garantir interações típicas de redes sociais, foram realizadas enquetes nos stories do Instagram @citoxufal, como também, divulgação via grupos, acadêmicos ou não, em aplicativos de mensagens como WhatsApp. Tal movimento de difusão foi realizado pelos autores deste estudo, pelos demais estudantes do curso de Farmácia da Ufal e Centro Acadêmico 20 de Janeiro, além dos demais extensionistas do CITox.

Além disso, o CITox contou com apoio da assessoria de comunicação da própria Universidade Federal de Alagoas e da Pró-Reitoria de Extensão, para a divulgação nas redes sociais. Como também, a assessoria de comunicação da Fundação de Amparo à Pesquisa de Alagoas também divulgou por meio de seu Instagram @fapealemrevista. Todos visando a divulgação do material e ampla discussão sobre o tema.

Figura 3: Imagens da postagem sobre intoxicação por mercúrio no @citoxufal



Antropogênicas

- DEFUMADA DE CARVÃO
- REPOZO DE BLEN
- MINERIAS DE RESERVO
- PROCESSOS INDUSTRIAIS
- PROXIMIDADE DE CIMENTO

O descarte irregular de produtos contendo mercúrio também é uma fonte de exposição ao metal.

METILMERCÚRIO

- Nas águas, o mercúrio pode se transformar em uma forma mais TÓXICA para os seres humanos.
- O metilmercúrio bioacumula-se e biomagnifica-se na cadeia trófica.
- O consumo de peixes e de frutos do mar contaminados representa RISCO à saúde da população.

POPULAÇÕES VULNERÁVEIS

- GESTANTES
- LACTANTES
- CRANIAIS
- INDÍGENAS
- RIBEIRINHAS

Gestantes, lactantes, mulheres em idade fértil, crianças, indígenas e ribeirinhas são populações mais vulneráveis aos impactos do mercúrio na saúde.

TODOS ESTÃO SUJEITOS À INTOXICAÇÕES ALIMENTARES

MERCÚRIO METÁLICO

A absorção dérmica é lenta, porém pode provocar dermatite de contato.

A absorção pela via digestiva é muito baixa, mas pode implicar em anormalidades gastrointestinais.

Possui efeitos teratogênicos e mutagênicos.

MERCÚRIO INORGÂNICO

Formado pela combinação de mercúrio com outros elementos, como cloro, enxofre e oxigênio.

A ingestão de sais de mercúrio pode provocar sintomas gastrointestinais, renais e até a morte. Os efeitos da exposição prolongada pela ingestão ou derme podem ser semelhantes aos da exposição crônica ao vapor de mercúrio metálico.

Nas águas, pode se transformar em metilmercúrio

METILMERCÚRIO

Absorvido pelo trato gastrointestinal, atravessa a barreira hematoencefálica e placentária, chegando ao cérebro e ao feto.

Principais sinais e sintomas incluem:

- DORES DE CABEÇA
- FRACQUEZ
- INSOMNIO
- COMUNICADO
- COMUNICADO
- COMUNICADO

As manifestações neurológicas neonatais são ainda mais severas, com efeitos teratogênicos e mutagênicos.

INTOXICAÇÕES POR MERCÚRIO

INTOXICAÇÃO AGUDA

Caracteriza-se após exposição única ou sucessiva exposições no período de 24 horas, podendo causar efeitos imediatos sobre a saúde.

INTOXICAÇÃO CRÔNICA

Decorrente de repetidas exposições por longos períodos, podendo impactar diferentes órgãos e sistemas do corpo humano.

SINAIS E SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO

A exposição ao mercúrio pode ser ambiental ou ocupacional.

A gravidade dos efeitos à saúde depende da forma química do mercúrio, da dose, da via, do tempo de exposição e de características individuais.

Vias de exposição

Os sistemas:

- nervoso
- cardiovascular
- renal

SÃO OS MAIS AFETADOS

Os sintomas podem incluir distúrbios neurológicos e comportamentais.

MERCÚRIO METÁLICO

O vapor de mercúrio metálico é quase totalmente absorvido pela via inalatória e ultrapassa as barreiras hematoencefálica e placentária, se acumulando principalmente no rim.

Sinais e sintomas podem ocorrer tanto em crianças, gestantes, idosos, ocupacional, renal e levar à morte.

A inalação de altas concentrações pode ocasionar dano rápido aos pulmões. Transtornos psíquicos, comportamentais, neuropatias e lesões cutâneas são comuns nas exposições crônicas.

INTOXICAÇÕES POR MERCÚRIO NO BRASIL

O Boletim Epidemiológico divulgado pela Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, vinculado ao Ministério da Saúde mostra que entre 2006 e 2021, o Brasil registrou 1.103 casos de intoxicação exógena por mercúrio.

Roraima (1,49%), Distrito Federal (0,12%) e Maranhão (0,11%) são os estados com as maiores taxas de incidência durante o período de análise.

Os dados também indicam que uma parcela significativa da contaminação por Hg ocorre em crianças. A faixa etária de maior prevalência foi de 0 a 5 anos, representando 43,06%. Já em crianças entre 6 a 10 anos, a intoxicação por ingestão de mercúrio também chama a atenção, o que totaliza 7,09% dos casos.

Segundo o relatório, a taxa de intoxicação por mercúrio entre mulheres indígenas de 0 a 60 anos é de 69,03%, e a taxa de intoxicação por mercúrio entre homens da mesma faixa etária é de 30,67%.

Quanto ao local de exposição:

- 61,47% dos casos ocorreram na residência do paciente;
- 21,31% foram no local de trabalho;
- 15,14% foram ignorados ou não informados.

GOSTOU DO CONTEÚDO?

CURTA NOSSO POST | COMENTE SE ACHOU LEGAL | COMPARTILHE COM OS AMIGOS | SALVE PARA DEPOIS

CIT

Fonte: Autores, 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira etapa desse estudo, a revisão da literatura, contribuiu para ratificar que a principal fonte de exposição humana ao mercúrio se dá pela dieta das pessoas, por meio do consumo de peixes contaminados por mercúrio e este, por sua vez, é proveniente de fontes antropogênicas, especialmente vinculadas à mineração artesanal do ouro. Além disso, foi significativa a observação de que as principais pessoas afetadas pela contaminação desses peixes são as populações ribeirinhas e indígenas, que estão suscetíveis aos efeitos tóxicos do mercúrio, em seus aspectos agudos e crônicos cumulativos, com diversas consequências fisiopatológicas, inclusive, a neurotoxicidade irreversível.

Os dados do Sinan e do Boletim Epidemiológico da Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente do Ministério da Saúde evidenciam que, mesmo contando com a possibilidade de

subnotificações, já há um retrato alarmante para a população brasileira e tal fato deveria ser mais divulgado para a sociedade, visando o apelo popular para o enfrentamento mais efetivo dos poderes públicos em relação à utilização ilegal de mercúrio na mineração artesanal do ouro no Brasil.

Por fim, o fazer extensionista do CITox Ufal foi alcançado, por meio da mídia social Instagram @citoxufal, promovendo a postagem acerca do mercúrio, como um elemento disparador de discussão, que induziu a troca de saberes e conhecimentos acadêmicos com a sociedade, representada pelo público de seguidores e todos que foram agregados no processo, formando uma rede social de amplos interesses, voltados aos aspectos toxicológicos das substâncias, no caso, o mercúrio, seus impactos fisiopatológicos e sociais. Esse resultado profícuo remete, portanto, aos princípios da indissociabilidade entre a pesquisa, o ensino e a extensão universitária.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Alagoas, Fapeal e CNPq por auxílios e bolsas concedidas aos discentes vinculados ao Grupo de Pesquisa em Toxicologia da Ufal/CNPq. Agradecem especialmente as Assessorias de comunicação da Ufal, da Pró-Reitoria de Extensão e à Fapeal em Revista, pelo apoio na divulgação do material pedagógico e extensionista postado no Instagram @citoxufal.

REFERÊNCIAS

BASTA, Paulo Cesar; VIANA, Paulo Victor de Sousa; VASCONCELLOS, Ana Claudia Santiago de; 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, 2021.

BELLO, Thayssa C. S.; BURALLI, Rafael J.; CUNHA, Mônica P. L.; 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, 2023.

BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. O comportamento do metilmercúrio (MeHg) no ambiente. **Química Nova**, v. 27, p. 593–600, ago. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico**. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Volume 54. N.º 2. 16 Fev. 2023.

BRASIL. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Disponível em: <<http://portalsinan.saude.gov.br/>> . Acesso em: 09 de junho de 2023.

CARVALHO, Leandro V.B.; HACON, Sandra S.; VEGA, Claudia M.; et al. Oxidative Stress Levels Induced by Mercury Exposure in Amazon Juvenile Populations in Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 15, p. 2682, 2019.

CURTIS D. Klaassen, JOHN B. Watkins III. **Fundamentos em Toxicologia**. de Casarett e Doull (Lange). MacGrawHill 2a edição. 2012.

DE BAKKER, Leonardo Barcellos; GASPARINETTI, Pedro; DE QUEIROZ, Júlia Mello; et al. Economic Impacts on Human Health Resulting from the Use of Mercury in the Illegal Gold Mining in the Brazilian Amazon: A Methodological Assessment. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 22, p. 11869, 2021.

FREITAS, Joyce S.; LACERDA, Eliza Maria C. B.; RODRIGUES JÚNIOR, Dario; et al. Mercury exposure of children living in Amazonian villages: influence of geographical location where they lived during prenatal and postnatal development. **Anais Da Academia Brasileira De Ciencias**, v. 91, n. suppl 1, p. e20180097, 2019.

HACON, Sandra S.; DÓREA, José G.; FONSECA, Márlon de F.; et al. The influence of changes in lifestyle and mercury exposure in riverine populations of the Madeira River (Amazon Basin) near a hydroelectric project. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 3, p. 2437–2455, 2014.

JOINT EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES (ED.). **Evaluation of certain food additives and contaminants: sixty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives**; [meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Rome 2003]. Geneva: WHO, 2004.

KHOURY, Eliana Dirce Torres; SOUZA, Givago da Silva; SILVEIRA, Luiz Carlos de Lima; et al. [Neurological manifestations in riverine populations from areas exposed to mercury in the Brazilian Amazon]. *Cadernos De Saude Publica*, v. 29, n. 11, p. 2307–2318, 2013.

MENESES, Heloisa do Nascimento de Moura; OLIVEIRA-DA-COSTA, Marcelo; BASTA, Paulo Cesar; et al. Mercury Contamination: A Growing Threat to Riverine and Urban Communities in the Brazilian Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 5, p. 2816, 2022.

NORDBERG G. F, FOWLER B. A, NORDBERG M, Friberg L. T. **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3rd edition. chapter 33. New York, NY, USA: Elsevier; 2007.

OLIVEIRA, Rogério Adas Ayres de; PINTO, Bruna Duarte; REBOUÇAS, Bruno Hojo; et al. Neurological Impacts of Chronic Methylmercury Exposure in Munduruku Indigenous Adults: Somatosensory, Motor, and Cognitive Abnormalities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 19, p. 10270, 2021.

PAGE MJ, MCKENZIE JE, BOSSUYT PM, BOUTRON I et al. **The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews**. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

RAMALHO, Y; OLIVEIRA, V; ABREU, L; HISAYASU, A. **Indígenas de 14 regiões na Terra Yanomami têm altos níveis de contaminação por mercúrio, revela laudo da Polícia Federal**. Disponível em: <https://g1.globo.com/tr/roraima/noticia/2023/03/21/indigenas-de-14-regioes-na-terra-yanomami-tem-altos-niveis-de-contaminacao-por-mercúrio-revela-laudo-da-polícia-federal.ghtml>. Acesso em junho de 2023.

SANTOS-LIMA, Cassio dos; MOURÃO, Dennys de Souza; CARVALHO, Chrissie Ferreira de; et al. Neuropsychological Effects of Mercury Exposure in Children and Adolescents of the Amazon Region, Brazil. **NeuroToxicology**, v. 79, p. 48–57, 2020.

SOUZA-ARAÚJO, J.; GIARRIZZO, T.; LIMA, M. O.; et al. Mercury and methyl mercury in fishes from Bacajá River (Brazilian Amazon): evidence for bioaccumulation and biomagnification: mercury in fishes in amazonian indigenous areas. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 249–263, 2016.

TRINDADE, R. B. E.; BARBOSA-FILHO, O. **Extração de ouro: princípios, tecnologia e meio ambiente**. [s.l.] CETEM/MCT, 2002.

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, p. 7940, 2021.