

IMPACTOS DA CONTAMINAÇÃO POR MERCÚRIO NA SAÚDE HUMANA

IMPACTS OF MERCURY CONTAMINATION ON HUMAN HEALTH

IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN POR MERCURIO EN LA SALUD HUMANA

 <https://doi.org/10.56238/arev7n9-218>

Data de submissão: 19/08/2025

Data de publicação: 19/09/2025

Mariana Cupaiol Martins

Discente do Curso de Biomedicina

Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)

E-mail: marianacupaiolmart@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-0686-8476>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6328467080433664>

Fernanda Baumgartner Inada

Discente do Curso de Medicina

Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)

E-mail: fer.inada1605@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-2190-1994>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0859694801857390>

Morgana Cardoso de Souza

Pós-graduanda de Enfermagem em Saúde da Família
e Atenção Primária à Saúde

Instituição: Faculdade de Minas (FACUMINAS)

E-mail: morganis123@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-5734-695X>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2221693438779522>

Livia Caggiano Santiago

Discente do Curso de Biomedicina

Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)

E-mail: liviacaggiano33@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-1687-1561>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8931409768766727>

Igor Massaiti Saito

Graduado em Medicina

Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)

E-mail: saitomassaiti@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-8814-8370>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8195088139739773>

Ana Carolina Alvares Dalto Ribas
Discente do curso de Biomedicina
Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)
E-mail: nandaalvaresribas@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-9674-1929>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7403469158501890>

Thaís Naomi Miura de Souza
Discente do Curso de Psicologia
Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)
E-mail: miurathais@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-8991-0730>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8997078308438934>

Israel Abraão Nascimento Oliveira
Discente do Curso de Biomedicina
Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)
E-mail: docbirth@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-2709-6009>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1776028750564699>

Paulo Cezar Novais
Docente do Programa de Pós-graduação em Interações
Estruturais e Funcionais em Reabilitação
Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)
E-mail: paulocezarnovais@yahoo.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8372-6293>
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4616229099221681>

Isabela Bazzo da Costa
Docente do curso de Biomedicina
Instituição: Universidade de Marília (UNIMAR)
E-mail: isabelabazzo@unimar.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4791-0517>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0592696919456258>

RESUMO

Sendo um elemento muito volátil e possuindo baixa fricção elétrica, o Mercúrio gera um alto índice de saturação no ar, o que pode proporcionar a inalação, a ingestão ou a absorção cutânea desse elemento químico, sendo capaz de provocar a morte ou danos à saúde humana, possuindo também alta toxicidade para a vida aquática, gerando severas contaminações aos corpos d'água, necessitando de um cuidado especial para com a recreação, irrigação e abastecimento público. A irrigação realizada de maneira indevida tem potencial para gerar impactos no meio ambiente, o que pode ocasionar na contaminação por substâncias agroquímicas e mudanças físicas e químicas no corpo hídrico, a partir de tal contaminação, o caminho para se chegar ao abastecimento público é simplificado, e com os possíveis contaminantes emergentes, que são substâncias com potencial para causar males a saúde pública, tornando cada vez mais crescente o contágio da população. Este artigo tem como objetivo analisar os efeitos do mercúrio na saúde humana, com ênfase nas doenças relacionadas ao sistema nervoso central e trato respiratório, e discutir as fontes de contaminação naturais e antropogênicas,

bem como os tratamentos existentes. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura com base em artigos publicados em periódicos.

Palavras-chave: Mercúrio. Saúde. Teratogenia. Toxicidade.

ABSTRACT

Being a highly volatile element with low electrical friction, Mercury generates a high saturation rate in the air, which can lead to inhalation, ingestion, or skin absorption of this chemical element, which can cause death or harm to human health. It is also highly toxic to aquatic life, causing severe contamination of water bodies, requiring special care for recreation, irrigation, and public water supplies. Improper irrigation has the potential to impact the environment, which can lead to contamination by agrochemicals and physical and chemical changes in the water body. This contamination simplifies the pathway to public water supplies. Potential emerging contaminants, which are substances with the potential to harm public health, increase the risk of infection among the population. This article aims to analyze the effects of mercury on human health, with an emphasis on diseases related to the central nervous system and respiratory tract, and to discuss the natural and anthropogenic sources of contamination, as well as existing treatments. To this end, a literature review was conducted based on articles published in journals.

Keywords: Mercury. Health. Teratogenicity. Toxicity.

RESUMEN

Al ser un elemento altamente volátil con baja fricción eléctrica, el mercurio genera un alto nivel de saturación en el aire, lo que puede provocar su inhalación, ingestión o absorción cutánea, lo que puede causar la muerte o daños a la salud humana. Además, es altamente tóxico para la vida acuática, causando una grave contaminación de los cuerpos de agua, lo que requiere especial cuidado en la recreación, el riego y el suministro público de agua. El riego inadecuado tiene el potencial de impactar el medio ambiente, lo que puede provocar contaminación por agroquímicos y cambios físicos y químicos en el cuerpo de agua. Esta contaminación simplifica el acceso al suministro público de agua. Los posibles contaminantes emergentes, sustancias con potencial perjudicial para la salud pública, aumentan el riesgo de infección en la población. Este artículo tiene como objetivo analizar los efectos del mercurio en la salud humana, con énfasis en las enfermedades relacionadas con el sistema nervioso central y el tracto respiratorio, y analizar las fuentes naturales y antropogénicas de contaminación, así como los tratamientos existentes. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica basada en artículos publicados en revistas científicas.

Palabras clave: Mercurio. Salud. Teratogenicidad. Toxicidad.

1 INTRODUÇÃO

O mercúrio é um elemento químico natural encontrado na água, ar e solo, podendo ser originado por processos naturais ou por atividades humanas (antropogênicas), no contexto brasileiro, esse problema assume contornos particularmente graves, sobretudo em regiões onde predominam atividades como o garimpo de ouro artesanal e o descarte inadequado de resíduos industriais. Devido à sua alta volatilidade e condutividade elétrica e térmica, pertencente ao grupo dos metais, em suas distintas formas, podendo ser químicas, orgânicas ou inorgânicas, se apresenta de forma persistente no ambiente, sendo amplamente utilizado em diversos setores industriais, apesar de sua conhecida toxicidade, dentre os seus diferentes compostos.

Dentre as diferentes formas que o mercúrio pode assumir, o metilmercúrio (MeHg) é considerado a sua forma mais tóxica, que apresenta forte afinidade por tecidos biológicos e notável potencial de bioacumulação, ou seja ocorre um acúmulo em elevadas concentrações nos organismos de níveis tróficos mais baixos, tal composto é produzido principalmente por processos microbiológicos em ambientes aquáticos, a partir do mercúrio existente nos sedimentos.

Todavia, os danos causados pelo Mercúrio variam, como por exemplo os radicais orgânicos, afetando a biota e o ser humano, causando distúrbios para a vida aquática, gerando severas contaminações aos corpos d'água, necessitando de um cuidado especial para com a recreação, irrigação e abastecimento público. A irrigação realizada de maneira indevida tem potencial para gerar impactos no meio ambiente, o que pode ocasionar na contaminação por substâncias agroquímicas e mudanças físicas e químicas no corpo hídrico, a partir de tal contaminação, o caminho para se chegar ao abastecimento público é simplificado, e com os possíveis contaminantes emergentes, é possível que ocorra um crescente no número de pessoas contaminadas e com sequelas.

Os efeitos do mercúrio sobre a saúde humana são variados e potencialmente irreversíveis, tal incidência está associada a diversos problemas de saúde, especialmente danos neurológicos, imunológicos e respiratórios, causando danos irreparáveis, pode ser citado por exemplo os danos na linguagem do indivíduo, sua parte motora, distúrbios neurológicos, e em crianças pode afetar o crescimento infantil uma vez que os mesmos são mais suscetíveis aos efeitos nocivos do metal. A exposição humana ao mercúrio pode ocorrer por diferentes vias: inalação de vapores, contato dérmico e, principalmente, ingestão de alimentos contaminados, nos ecossistemas aquáticos, o mercúrio elementar lançado por atividades antrópicas é convertido por microrganismos em metilmercúrio, o qual se acumula nos tecidos dos organismos aquáticos e se biomagnifica ao longo da cadeia alimentar.

Nesse cenário, a avaliação ambiental e epidemiológica da exposição ao mercúrio torna-se essencial. No entanto, há ainda importantes lacunas em relação ao monitoramento sistemático e à

padronização de métodos de detecção e análise do mercúrio em amostras ambientais e biológicas, onde a falta de dados precisos sobre tais níveis de exposições dificulta a adoção de medidas preventivas e adoção de leis vigorosa, a exposição contínua, silenciosa e muitas vezes invisível ao metal pesado demanda uma abordagem multidisciplinar que envolva não apenas a ciência.

O presente estudo trata de uma revisão de literatura sobre algumas publicações localizadas em periódicos, os dados coletados foram feitos com possíveis conclusões de diversos autores. Com o objetivo de analisar criticamente os impactos da contaminação por mercúrio na saúde humana, com ênfase nas doenças relacionadas ao sistema nervoso central e trato respiratório, e discutir as fontes de contaminação naturais e antropogênicas, bem como os tratamentos existentes.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METILMERCÚRIO

O metil mercúrio mais conhecido como metilHg, é a espécie mais tóxica e que se apresenta de forma inorgânica e orgânica no ecossistema, na forma orgânica, o íon mercúrico apresenta-se ligado covalentemente a um radical orgânico, sendo o metilmercúrio (CH_3Hg^+) e o dimetilmercúrio ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$), representando apenas 1,5% do mercúrio total. Contudo, as partículas que contém o Hg^{2+} podem ser metiladas por bactérias sulfatoredutoras, isto é, o metilmercúrio pode ser desmetilado – desmetilação é uma reação química onde é retirado o grupo metilo (-CH₃) de uma molécula. (MICARONI et al., 1999).

A oscilação das reações de metilação e desmetilação determina se um ambiente atuará como fonte ou sumidouro do elemento químico no ambiente. A principal forma de contaminação do homem ao metilHg é através de sua alimentação, onde ocorre rápida absorção, mas também é possível citar as atividades de mineração onde pessoas tem o contato direto com o elemento, embora os mecanismos tóxicos do metilHg ainda serem estudados, possíveis causas são apontadas como por exemplo os danos causados por estresse oxidativos, em outras palavras há um desequilíbrio na produção de radicais livres e a quantidade de antioxidantes para neutralizá-los. Dentre suas aplicações, temos: o uso nas indústrias que queimam combustíveis fósseis, produção de acetaldeído, lâmpadas, pilhas, baterias, produtos odontológicos, amalgamação do mercúrio em extração de ouro. A emissão industrial, é estimada entre 2.000 e 3.000 toneladas por ano de acordo com a Organização Mundial de saúde (MICARONI et al., 1999).

2.2 FONTES E DISTRIBUIÇÃO DO MERCÚRIO

Por se tratar de um elemento muito volátil e com baixa fricção elétrica, ele é um elemento químico natural encontrado na água, ar e solo, podendo participar de atividades como combustão natural e processos biológicos, ou seja, orgânico ou antropogênicos. Todavia, os danos causados pelo Mercúrio variam, afetam a biota e o ser humano, causando distúrbios para a vida aquática, gerando severas contaminações aos corpos d'água, necessitando de um cuidado especial para com a recreação, irrigação e abastecimento público. A irrigação realizada de maneira indevida tem potencial para gerar impactos no meio ambiente, o que pode ocasionar a contaminação por substâncias agroquímicas e mudanças físicas e químicas no corpo hídrico, a partir de tal contaminação, o caminho para se chegar ao abastecimento público é simplificado, e com os possíveis contaminantes emergentes, que são substâncias com potencial para causar males a saúde pública, o contagio da população se torna cada vez mais crescente.

A Convenção de Minamata, aplicada a partir de 2020, recorda sobre o primeiro desastre ambiental de repercussão mundial, ocorrido por volta de 1953 na Baía de Minamata no Japão expondo o risco a exposição ao mercúrio, o metilmercúrio utilizado como subproduto era despejado no esgoto contaminando a biota marinha e seu corpo d'água, chegando a população, através dos alimentos, ingestão de peixes e frutos do mar, em 1956 oficialmente descoberta a “Doença de Minamata” quando uma criança foi levada ao hospital paralisada semelhante a outros casos, atingindo níveis epidemiológicos, com mortalidade de 20% e estimativas apontam que a empresa Chisso descartou cerca de 300 toneladas de metilmercúrio na baía, a Convenção de Minamata proíbe a fabricação, importação e exportação de lâmpadas fluorescentes que contenham mercúrio (MICARONI et al., 1999).

Outros casos ocorreram na região norte do Brasil em toda a floresta tropical da bacia do Rio Amazonas, onde estudos apontam sobre a contaminação por metilmercúrio nos peixes, sendo a mesma fonte de alimentação para a população local aumentando a exposição dos mesmos. Sua provável fonte vem das minas de ouro no interior resultante da vaporização do mercúrio através de seu aditivo, afetando a atmosfera do local, apresentando maior risco de contaminação e exposição para a população (LACERDA et al., 1997).

Estimativas recentes apontam que, 95% dessa substância se encontra no solo, 3% em águas oceânicas e 2% na atmosfera como uma das alternativas de reduzir o uso do mesmo, foram elaborado legislações proibitivas, como por exemplo no Brasil a Lei n.º 938, de 31 de agosto de 1981, que determina o controle do comércio, da população e da importação de Mercúrio Metálico (HG) mas tal elemento é capaz ainda de ser manipulado na fabricação de eletrônicos, porém por determinação legal

até 2020 as empresas tinham que eliminá-lo de baterias, cosméticos e outros materiais, gerado o controle e a redução da geração de tais resíduos, pois seu manuseio e descarte inadequados de produtos que contenham mercúrio geram a contaminação no solo, água e ar, retendo nos sedimentos, tais medidas são de suma importância para a saúde pública, a proteção do meio ambiente, manejo de recursos naturais e desenvolvimento sustentável. (MICARONI et al., 1999; POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE et al., 1981).

Atualmente, a carga de mercúrio no ambiente, se deriva das atividades do garimpo, enquanto as fontes industriais representam 30% da emissão total, a emissão por fontes antropogênicas vem crescendo cada vez mais, se tornando a principal forma de disseminação desse elemento (LACERDA et al., 1997).

2.3 DOENÇAS RELACIONADAS À CONTAMINAÇÃO

A exposição humana ao metil-Hg é a forma mais tóxica de contaminação, onde a principal via de contaminação é a ingestão de peixes contaminados, ingestão de água e ar. O Hg possui afinidade com os aminoácidos presentes no sistema nervoso, podendo levar a disfunção neural e desenvolvimento de doenças neurodegenerativas, sua gravidade deriva de alguns fatores, como a idade e duração da exposição, ou seja, prever a toxicidade do mercúrio é difícil, um dos primeiros sintomas são parestesia e demência, a seguir de sintomas de toxicidade pulmonar, e gosto metálico na boca (SOUZA et al., 2022).

Já no trato respiratório, tem sido notado uma alteração de ritmo e função cardíaca, através de vapores tóxicos, podendo acarretar a uma insuficiência respiratória. Estudos realizados tanto em humanos quanto em animais, fazem associação de doenças como: hipertensão, infarto de miocárdio e doença coronariana, em um estudo realizado em ratos machos determina que apresentam disfunção arterial tanto em artéria de resistência quanto de condutância, por causa da diminuição de ácido nítrico (principal vasodilatador), quando o mesmo não se encontra em níveis corretos o endotélio vascular perde sua função fisiológica, perdendo a regulação de seu tônus muscular, e a sua disfunção ocorre quando há um desequilíbrio na capacidade do endotélio (RIZZETTI et al., 2024.)

Em crianças a contaminação pode afetar o crescimento infantil, uma vez que os mesmos são mais suscetíveis aos efeitos nocivos do metal, que de acordo com a OMS, fetos são mais vulneráveis pois as mães possuem altos níveis da substância química em seu sangue, passando então os nutrientes necessários para o feto juntamente com a substância tóxica, à contaminação pelo mesmo também pode causar distúrbios imunológicos (SOUZA et al., 2022).

2.4 POSSÍVEIS TRATAMENTOS

Em casos de intoxicação, o tratamento pode ser realizado através da lavagem gástrica ou pelo uso de medicamentos quelantes – substâncias com a capacidade de se ligarem ao ferro, produzindo um composto que pode ser eliminado nas fezes. Atualmente o DMSA, um análogo do British Anti-Lewisite (BAL) com alta afinidade pelo mercúrio, é um agente normalmente usado contra o envenenamento por metais pesados, porém existem estudos e testes sobre o uso do quelante DMPS. Como por exemplo em alguns testes apresentou melhorias significativas no tremor e suores noturnos, mas em contrapartida, houve casos de erupção cutânea alérgica em um paciente. Devido a tais resultados, mais pesquisas são necessárias para esclarecer a relação entre o quelante e sua eficácia. (BERNHOFT et al., 2012).

3 METODOLOGIA

O estudo realizado consiste em uma pesquisa bibliográfica, acerca de algumas publicações localizadas em periódicos, com a terminologia mercúrio, à busca de artigos relacionados aos aspectos de criação natural e artificial do mercúrio, de modo que afetam a saúde humana, com o intuito de realizar o levantamento de possíveis conclusões. As buscas foram realizadas nas plataformas de pesquisa: SCIELO; Google Acadêmico; OJS/PKP; RCDA; UNEP – *Environment Programme*; BVS; PubMed. O horizonte de tempo para tal pesquisa foi em artigos com variação de publicação de 2000 a 2025.

4 CONCLUSÕES

De acordo com o exposto, a contaminação por mercúrio representa uma ameaça significativa à saúde humana e ao equilíbrio ambiental, devido a sua alta toxicidade, está diretamente associada a graves distúrbios neurológicos, respiratórios, imunológicos e cardiovasculares, afetando de forma mais intensa populações vulneráveis, como crianças, gestantes, ribeirinhos e comunidades indígenas.

As fontes de contaminação estão ligadas tanto a processos naturais quanto, principalmente, a atividades antropogênicas, como mineração, queima de combustíveis fósseis e uso industrial, tornando urgente a aplicação efetiva de políticas públicas de controle, fiscalização e remediação ambiental, visto que a principal via de exposição humana ocorre através da ingestão de alimentos contaminados, especialmente peixes, bem como da inalação de vapores e do contato ocupacional. Iniciativas como a Convenção de Minamata e legislações nacionais têm papel fundamental na mitigação dos impactos do mercúrio, embora sua eficácia dependa da adesão dos setores produtivos e do comprometimento político.

Apesar dos avanços no tratamento por meio de agentes quelantes como o DMSA e o DMPS, ainda há limitações clínicas e lacunas científicas que exigem o aprofundamento de pesquisas. Portanto, reforça-se a necessidade de estratégias preventivas, educação ambiental e ações interdisciplinares voltadas à conscientização da população e à redução da emissão e do uso desse metal tóxico, promovendo a saúde pública e a sustentabilidade dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS

1. LACERDA, L. D. Contaminação por mercúrio no Brasil: fontes industriais vs garimpo de ouro. *Química Nova*, v. 20, n. 2, p. 196–199, abr. 1997.
2. SOUSA, L. A. DE; ZAITUNE, M. P. DO A. Uma revisão de escopo de revisões sistemáticas sobre exposição humana ao mercúrio. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 47, 2022.
3. BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. O comportamento do metilmercúrio (metilHg) no ambiente. *Química Nova*, v. 27, n. 4, p. 593–600, 1 ago. 2004.
4. RIZZETTI, D. et al. Peptídeos derivados da clara do ovo previnem distúrbios cardiovasculares induzidos por mercúrio em ratos: papel da enzima conversora de angiotensina (ECA) e da NADPH oxidase. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378427417313784>>. Acesso em: 1 out. 2024.
5. DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 31 ago. 1981. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 26 set. 2024.
6. MICARONI, R.; BUENO, M.; JARDIM, W. COMPOSTOS DE MERCÚRIO. REVISÃO DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO, TRATAMENTO E DESCARTE. *Scielo*, 31 mar. 1999.
7. BERNHOFT, R. Toxicidade e tratamento por mercúrio: uma revisão da literatura. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3253456/>>. Acesso em: 3 set. 2024.
8. LACERDA, L. D. DE; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 173–190, 2008.
9. POZZETTI, V. et al. Uso de mercúrio na Amazônia brasileira: contaminação, problemas e legislação vigente. Acesso em: 1 set. 2024.
10. BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. O comportamento do metilmercúrio (metilHg) no ambiente. *Química Nova*, v. 27, n. 4, p. 593–600, 1 ago. 2004.
11. MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. DE. Solubilidade das substâncias orgânicas. *Química Nova*, v. 36, n. 8, p. 1248–1255, 2013.
12. ENVIRONMENT, U. Global Mercury Assessment 2018. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/publication/global-mercury-assessment-2018?_ga=2.189172075.1168450811.1736437696-1824822541.1698013884>. Acesso em: 23 agosto.2024.
13. MILIONI, A. Impacto neurotóxico do mercúrio avaliado no sistema nervoso central por testes neuropsicológicos e no sistema nervoso independente por pupilometria. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/D.47.2015.tde-24092015-164005>>. Acesso em: 13 nov. 2024.