

# Mercúrio e seus compostos

## Identificação da substância

**Mercúrio** - sinônimos: mercúrio elementar, mercúrio metálico; símbolo: Hg; Nº CAS: 7439-97-6.

### Sais de mercúrio:

**Cloreto mercurioso** - sinônimos: cloreto de mercúrio (I), calomelano (mineral); fórmula:  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ; Nº CAS: 10112-91.

**Cloreto mercúrico** - sinônimos: cloreto de mercúrio (II), cloreto mercúrico, dicloreto de mercúrio, dicloromercúrio, sublimado corrosivo; fórmula:  $(\text{HgCl}_2)$ ; Nº CAS: 7487-94-7.

**Sulfeto de mercúrio** - sinônimos: sulfeto de mercúrio (II); cinábrio (mineral); fórmula:  $(\text{HgS})$ ; Nº CAS: 1344-48-5.

### Compostos orgânicos de mercúrio:

**Metilmercúrio** - sinônimo: MeHg; fórmula:  $\text{CH}_3\text{Hg}$ ; Nº CAS: 22967-92-6.

**Fulminato de mercúrio** - sinônimos: fulminato de mercúrio (II); fórmula:  $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ ; Nº CAS: 628-86-4.

**Tiocianato de mercúrio** - sinônimos: tiocinato de mercúrio (II); fórmula:  $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ ; Nº CAS: 592-85-8.

**Tiosalicilato de sódio e etilmercúrio** - sinônimos: timerosal; etil(2-mercaptobenzoato-(2)-O,S)mercurato (I) de sódio; fórmula:  $\text{C}_9\text{H}_9\text{HgNaO}_2\text{S}$ ; Nº CAS: 54-64-8.

## Descrição e usos

O mercúrio metálico (Hg) é um metal pesado tóxico, encontrado na natureza na forma líquida à temperatura ambiente, inodoro, de cor prateada. É considerado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma das dez substâncias ou grupo de substâncias de maior preocupação para a saúde pública. Existem três formas de ocorrência e de associação do mercúrio que conferem diferentes graus de toxicidade: mercúrio elementar (metálico), compostos inorgânicos de mercúrio (sais inorgânicos) e compostos orgânicos de mercúrio (organometálicos).

Pelo desconhecimento dos riscos à saúde associados aos compostos de mercúrio no passado, alguns compostos tiveram uso medicinal, como o cloreto mercúrico ( $\text{HgCl}_2$ ) e o cloreto mercurioso ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ); o primeiro no tratamento de doenças como a sífilis e o segundo como purgante, vermífugo (anti-helmíntico) e diurético, pelas propriedades conhecidas como desinfetantes. O sulfeto de mercúrio (HgS), pigmento vermelho proveniente do mineral cinábrio, foi muito utilizado até meados do século XX em instrumental científico, aparatos elétricos e ortodontia. Dentre os sais inorgânicos de mercúrio, o fulminato de mercúrio (II), utilizado como componente detonante, é corrosivo, explosivo, sensível à fricção e choques, figurando na lista de materiais controlados pelo exército.

O mercúrio e seus compostos estão presentes em alguns processos industriais para produção de outras substâncias químicas, obtidas pela combinação com elementos como cloro, enxofre e

oxigênio. Também são usados para fins medicinais específicos, em quantidades controladas e aprovadas por órgãos competentes. A utilização do elemento mercúrio em lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias, interruptores elétricos, como reagente analítico em sínteses orgânicas na fabricação de fungicidas, inseticidas, preservante de madeira, tintas para cerâmicas, fogos de artifício, cosméticos e na metalurgia ainda ocorre, porém com metas de usos cada vez mais restritas e com propostas de ciclagem da quantidade existente em circulação no planeta, em consonância com a “Convenção de Minamata” (2017), compromisso global do qual o Brasil é signatário e ratificou a sua participação conforme o Decreto Federal Nº 9.470, de 14 de Agosto de 2018.

A partir de 2019, termômetros e medidores de pressão que se utilizavam de coluna de mercúrio para diagnóstico em saúde passaram a ter sua fabricação, importação e comercialização, bem como seu uso em serviços de saúde, proibidos pela resolução RDC No 145/2017 publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução análoga foi aplicada para a fabricação, a importação, a comercialização e o uso de mercúrio e do pó para liga de amálgama odontológico na forma não encapsulada. Para a destinação segura de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) contendo mercúrio, foram estabelecidas determinações da ANVISA no ano de 2018. Termômetros de uso doméstico devem ser manipulados e armazenados com cuidado, para evitar, ao máximo, a quebra do vidro. Caso haja rompimento ou vazamento do metal, este deve ser recolhido em um recipiente de vidro, manter o local ventilado e evitar a inalação e seu contato com a pele, devendo ser destinado em locais apropriados, nunca em lixo comum.

Na forma orgânica, o mercúrio teve seu uso proibido no Brasil em cosméticos, sabões clareadores e agrotóxicos. Seu uso é permitido apenas como antisséptico, na forma de timerosal (tiossalicilato de sódio e etilmercúrio), para conservação de algumas vacinas, em concentrações controladas. No passado, o timerosal era princípio ativo de medicamentos “curativos” e bactericidas de uso tópico, bastante difundido entre a população. Em 2001, o Ministério da Saúde determinou a substituição desse princípio ativo. A medida atingiu outros 48 medicamentos, entre antissépticos, soluções nasais e oftalmológicas e remédios de uso ginecológico.

### **Comportamento no ambiente**

O mercúrio é relativamente incomum na crosta terrestre e a sua liberação ocorre por processos naturais (erosão e atividade vulcânica) e por mineração. As atividades antropogênicas são as principais fontes de contaminação do ambiente, como por exemplo a queima de carvão, processos cloroalcalinos (produção de cloro e soda) que utilizavam eletrodos de mercúrio, componentes eletroeletrônicos e a atividade garimpeira. Uma vez liberado, o mercúrio permanece no ambiente (persistente), onde assume diversas formas químicas e,

por ser volátil na forma elementar, circula em todos os meios físicos (ar, água, solo e sedimentos), em um ciclo biogeoquímico complexo.

As emissões para o ar ocorrem principalmente na forma de mercúrio elementar, que é muito estável e pode permanecer na atmosfera por muito tempo, possibilitando seu transporte a longas distâncias.

O vapor de mercúrio elementar presente na atmosfera pode se depositar ou ser convertido na forma de íons (forma solúvel), retornando à superfície terrestre pela água da chuva. O metal na forma iônica pode ser convertido novamente em vapor de mercúrio elementar e retornar à atmosfera (a partir do solo ou da água), ou ser biotransformado por microrganismos presentes no ecossistema aquático (principalmente em sedimentos) em metilmercúrio (MeHg), que se bioacumula e biomagnifica ao longo da cadeia trófica.

No solo, a distribuição do metal depende da sua composição (areia, argila, matéria orgânica) e das características físicas e químicas do meio (potencial redox, pH, porosidade, densidade, etc.). As formas metálicas (elementar) e iônicas apresentam baixa mobilidade e, em grande parte, são adsorvidas nas partículas do solo, por substâncias húmicas e minerais. Aterros mal operados e acidentes podem causar a contaminação das águas subterrâneas.

### **Exposição humana e efeitos na saúde**

A exposição ao mercúrio inorgânico pode ocorrer por inalação de vapores de mercúrio metálico em ambientes ocupacionais, como consultórios odontológicos, fundições e locais onde houve derramamento ou emissão de mercúrio. A inalação de altas concentrações de vapor de mercúrio elementar (metálico) pode causar rápido dano aos pulmões, enquanto que a inalação crônica de baixas concentrações dos vapores pode produzir distúrbios neurológicos, digestivos, erupções cutâneas, insuficiência renal e alterações no sistema imune. A ingestão ou a absorção dérmica desses compostos por longo período pode causar efeitos similares aos observados na exposição crônica ao vapor de mercúrio elementar (metálico).

Os compostos orgânicos de mercúrio são os mais relevantes sob o ponto de vista toxicológico, sobretudo os que contêm radicais de cadeia curta metil, etil e propil. Dentre os organometálicos, o metilmercúrio é o mais preocupante, responsável pela contaminação da água, peixes e alimentos, como o ocorrido no desastre ambiental na cidade de Minamata, no Japão. Desde a década de 30, uma indústria local produtora de acetaldeído utilizou sulfato e cloreto de mercúrio como agente catalítico, com o lançamento contínuo nas águas da Bacia de Minamata na forma de rejeitos de mercúrio, principalmente na forma metilmercúrio, gerado no processo produtivo. A poluição das águas e sedimentos resultou na contaminação de moluscos e peixes por MeHg e intoxicou pescadores e moradores da região. Após cerca de 20 anos de exposição, somente na década de 1950, foram conferidos ao mercúrio os sintomas de perda de visão e

comprometimento da coordenação motora e muscular, somados aos danos neurológicos irreversíveis em crianças nascidas nesse período. Estima-se que pelo menos 50 mil pessoas tenham sofrido as consequências da “Doença de Minamata”.

O uso de fungicida à base de mercúrio no tratamento de sementes destinadas ao plantio de grãos de trigo foi responsável por outro episódio de intoxicações e mortes, no Iraque na década de 1970, pelo consumo de pão feito com grãos contendo metilmercúrio.

O consumo de grandes quantidades de MeHg durante semanas ou meses (ou anos, como ocorrido em Minamata), pode causar danos no sistema nervoso, em áreas sensoriais e de coordenação, com o surgimento de formigamento nas extremidades e ao redor da boca, falta de coordenação e diminuição do campo visual; déficits de memória e cognição nos casos mais graves em adultos. Crianças nascidas de mães contaminadas com MeHg apresentaram anormalidades no desenvolvimento e paralisia cerebral, alopecia e baixo peso corpóreo. Cabe ressaltar que os riscos por consumo de pescados e mariscos dependem da quantidade ingerida e dos níveis de mercúrio presentes nos organismos. A ANVISA estabelece limites máximos tolerados (LMT) para mercúrio de 1,0 mg/kg em peixes predadores, de 0,50 mg/kg em peixes não predadores e de 0,50 mg/Kg para crustáceos e moluscos. Grande parte das pessoas pode apresentar mercúrio elementar (Hg) como componente traço nos tecidos, porém a quantidade de MeHg é a de maior relevância para a saúde humana, já que sua absorção é rápida e elevada (cerca de 95%) no trato gastrointestinal, sendo distribuído no corpo, atravessando facilmente as barreiras placentária e hematoencefálica. A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica os compostos de metilmercúrio como possíveis carcinógenos humanos (Grupo 2B). O mercúrio elementar (metálico) e os compostos inorgânicos de mercúrio não são classificáveis quanto a sua carcinogenicidade para o ser humano (Grupo 3).

### Padrões e valores orientadores

Meio	Concentração	Comentário	Referência <sup>1</sup>
Solo	0,5 mg/kg* 12 mg/kg* 36 mg/kg* 70 mg/kg* E <sup>2</sup>	Valor de Prevenção VI cenário agrícola- APMax VI cenário residencial VI cenário industrial Valor de Referência de Qualidade	CONAMA 420/2009
Solo	0,5 mg/kg* 1,2 mg/kg* 0,9 mg/kg* 7 mg/kg* 0,05 mg/kg*	Valor de Prevenção VI cenário agrícola- APMax VI cenário residencial VI cenário industrial VRQ	Valores orientadores para solo e água subterrânea no Estado de São Paulo- CETESB-DD 125/2021/E
Água potável <sup>3</sup>	0,001 mg/L	VMP (Padrão de potabilidade)	Portaria GM/MS/888/2021

Meio	Concentração	Comentário	Referência <sup>1</sup>
Água subterrânea	1 µg/L 10 µg/L 2 µg/L 1 µg/L	VMP (consumo humano) VMP (dessedentação) VMP (irrigação) VMP (recreação)	CONAMA 396/2008
Água subterrânea	1 µg/L	VI	Valores orientadores para solo e água subterrânea no Estado de São Paulo- CETESB-DD 125/2021/E
Águas doces <sup>3</sup>	0,0002mg/L 0,002 mg/L	VM (classes 1 e 2) VM (classe 3)	CONAMA 357/2005
Águas salinas <sup>3</sup>	0,0002 mg/L 1,8 µg/L	VM (classes 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005
Águas salobras <sup>3</sup>	0,0002 mg/L 1,8 µg/L	VM (classe 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005
Efluentes <sup>3</sup>	0,01 mg/L	VM (Padrão de lançamento)	CONAMA 430/2011

<sup>1</sup>As regulamentações podem ter alterações: Resolução CONAMA 420/2009, alterada pela Resolução CONAMA nº 460/2013; Resolução CONAMA nº 357, alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009 e nº 430, de 2011 e complementada pela Resolução nº 393, de 2007; <sup>2</sup>a ser definido pelo Estado; <sup>3</sup>Mercurio total; VI = Valor de Investigação (CONAMA)/ Valor de intervenção (CETESB); \*Peso seco; APMaX = Área de Proteção Máxima; VMP = Valor Máximo Permitido; VM = Valor Máximo; VRQ = Valor de referência de qualidade.

## Referências/Sites relacionados

- KLAASSEN, C.D. (ed). **Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons**. 9th ed. New York: McGraw Hill, 2019. 1639 p.
- OGA, S.; CAMARGO, M.M.A.; BATISTUZZO, J.A.O. (eds). **Fundamentos de Toxicologia**. 5ª edição. São Paulo: Atheneu Editora, 2021. 848 p.
- AZEVEDO, F.A.; CHASIM, A.A.M. (eds). **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu Editora, 2003. 554p.
- AZEVEDO, F.A. **Toxicologia do mercúrio**. São Paulo: Editora RIMa/InterTox, 2003. 272p.
- <http://www.anvisa.gov.br/>
- <http://www.atsdr.cdc.gov/>
- <http://www.cetesb.sp.gov.br/>
- <https://cvs.saude.sp.gov.br/>
- <http://www.epa.gov/>
- <http://www.iarc.fr/>
- <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>
- <http://www.mercuryconvention.org/>
- <http://www.mma.gov.br/conama/>
- <https://renastonline.ensp.fiocruz.br/>
- <https://www.unep.org/>
- <http://www.who.int/en/>