

Arsênio

Identificação da substância

Símbolo: As

Nº CAS: 7440-38-2

Sinônimos: arsênio preto, arsênio coloidal, arsênio cinza

Descrição e usos

O arsênio (As) é um semi-metal de ocorrência natural em toda crosta terrestre e presente em mais de 200 minerais, sendo arsenopirita (FeAsS) o mineral mais comum. É obtido como subproduto do tratamento de minérios de cobre, chumbo, cobalto, ouro, níquel e zinco.

O arsênio metálico é utilizado na produção de ligas não-ferrosas, em conjunto, por exemplo, com os metais cobre e chumbo, na fabricação de componentes microeletrônicos, semicondutores, diodos emissores de luz infravermelha, diodos lasers, circuitos integrados e células solares. Em células solares, o emprego de arseneto de gálio as torna mais resistentes a danos por radiação e por calor, em comparação às fabricadas com silício. O arsênio na forma metálica também é empregado na produção de cerâmica, vidro e pigmentos. O ácido arsênico e o trióxido de arsênio são usados como descolorante, clareador e dispersante de bolhas de ar na produção de vidros. A utilização de arsênio para conservação do couro e da madeira e em fungicidas, herbicidas e desfolhantes passou a ter maior restrição devido aos efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde humana. Alguns países, como os Estados Unidos, adotaram o banimento de seu uso em inseticidas domésticos. O arsênio existe na forma orgânica (compostos organoarsênicos), como a arsenobetaina, presente em organismos marinhos; os ácidos dimetilarsínico (DMA) e monometilarsônico (MMA), presentes em herbicidas e fungicidas, com uso cada vez mais restrito.

Comportamento no ambiente

O arsênio é liberado ao ambiente por fontes naturais (poeiras e vulcões) e antropogênicas, como mineração de metais não ferrosos e fundição, aplicação de agrotóxicos, combustão de carvão e madeira e incineração de resíduos urbanos. O transporte e a presença do arsênio na água dependem da forma química em que se apresenta e das interações com outras substâncias presentes no meio. O arsênio é insolúvel em água, mas muitos compostos de arsênio são solúveis e podem contaminar os corpos d'água e as águas subterrâneas, tanto pela dissolução de rochas e minérios, como pelos de efluentes industriais, notadamente resíduos de mineração, e pela deposição atmosférica.

O arsênio presente no solo forma complexos insolúveis com óxidos de ferro, alumínio e magnésio e, nessa forma, o metal apresenta pouca mobilidade. No entanto, o arsênio pode ser liberado da fase sólida sob condições redutoras, resultando em formas de arsênio com maior mobilidade, as quais podem lixiviar para a água subterrânea ou escoar para águas superficiais e bioacumular em vegetais e grãos.

O arsênio pentavalente geralmente é a espécie mais comum em águas superficiais bem oxigenadas; enquanto que, sob condições de redução, como aquelas encontradas em sedimentos de lagos profundos ou em águas subterrâneas, a forma predominante é o arsênio trivalente. Alterações do pH pode elevar a concentração do arsênio dissolvido na água, porém grande parte do arsênio irá se adsorver ao material particulado e aos sedimentos.

O arsênio liberado por processos de combustão geralmente ocorre como óxidos altamente solúveis. Essas partículas podem sofrer dispersão pelo vento e retornar à superfície do solo e de águas por deposição seca ou úmida.

Exposição humana e efeitos na saúde

O arsênio não é um elemento essencial ao ser humano e a sua forma inorgânica é altamente tóxica. O arsênio é considerado pela Organização Mundial da Saúde (OMS, em inglês, World Health Organization – WHO) uma das 10 substâncias de maior preocupação para a saúde pública. A exposição não ocupacional ao arsênio ocorre principalmente por ingestão de água contaminada e alimentos. A exposição ambiental por via inalatória é considerada mínima. O arsênio está presente em quantidades mínimas em vários alimentos, porém em concentrações mais relevantes em frutos do mar, carnes e grãos. Em frutos do mar, o arsênio é encontrado predominantemente em sua forma orgânica, que é menos tóxica; em grãos, como o arroz, o arsênio se apresenta na forma inorgânica, assim como na ingestão de água contaminada. Teores menores são encontradas em derivados do leite, vegetais e frutas. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamenta as concentrações máximas de arsênio em alimentos e estabelece valores seguros para o consumo humano.

Os sinais e sintomas clínicos iniciais de intoxicação aguda por arsênio são: dor abdominal, vômito, diarreia, vermelhidão da pele, dor muscular e fraqueza. Esses efeitos frequentemente são seguidos por dormência e formigamento das extremidades, câibras e pápula eritematosa. Segundo a OMS, há relatos de intoxicação aguda por ingestão de água de poços, com concentrações bastante elevadas, de até 21mg/L.

A exposição crônica de arsênio na água de consumo humano, mesmo em concentrações baixas, provoca o chamado arsenismo ou arsenicismo, condição causada pelo envenenamento gradual por arsênio. Segundo a OMS, os sinais observados em populações que consumiram água contaminada com arsênio ao longo de anos são lesões dérmicas, com hiper e hipopigmentação, neuropatia periférica, câncer de pele, bexiga e pulmão, e doença vascular periférica, com as lesões dérmicas as mais comuns, observadas após um período mínimo de exposição de cerca de 5 anos. Efeitos no sistema cardiovascular foram observados em crianças que consumiram água

contaminada com arsênio (concentração média de 0,6 mg/L) para um tempo médio de exposição de 7 anos. A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica o arsênio e compostos de arsênio inorgânico como cancerígenos para o ser humano (Grupo 1).

Padrões e valores orientadores

Meio	Concentração	Comentário	Referência ¹
Solo	3,5 mg/kg* 15 mg/kg* 35 mg/kg* 55 mg/kg* 150 mg/kg*	VRQ Valor de Prevenção VI cenário agrícola - APMáx VI cenário residencial VI cenário industrial	CONAMA 420/2009 e Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea no Estado de São Paulo CETESB - DD125/2021/E
Água potável	0,01 mg/L	VMP (Padrão de potabilidade)	Portaria GM/MS 888/2021
Água subterrânea	10 µg/L 200 µg/L 50 µg/L	VMP (consumo humano) VMP (dessedentação de animais) VMP (recreação)	CONAMA 396/2008
Água subterrânea	10 µg/L	VI	Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea no Estado de São Paulo CETESB - DD125/2021/E
Águas doces ²	0,01 mg/L 0,14 µg/L 0,033 mg/L	VM (classes 1 e 2) VM pesca/cultivo de organismos (classe 1) VM (classe 3)	CONAMA 357/2005
Águas salinas ²	0,01 mg/L 0,14 µg/L 0,069 mg/L	VM (classe 1) VM pesca/cultivo de organismos (classe 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005
Águas salobras ²	0,01 mg/L 0,14 µg/L 0,069 mg/L	VM (classe 1) VM pesca/cultivo de organismos (classe 1) VM (classe 2)	CONAMA 357/2005
Efluentes ²	0,5 mg/L	VM (Padrão de lançamento)	CONAMA 430/2011

¹As regulamentações podem ter alterações: Resolução CONAMA 420/2009, alterada pela Resolução CONAMA nº 460/2013; Resolução CONAMA nº 357, alterada pelas Resoluções nº 370/2006, nº 397/2008, nº 410/2009 e nº 430/2011 e complementada pela Resolução nº 393, de 2007; ²Arsênio total; *Peso seco; VI = Valor de Investigação (CONAMA)/ Valor de intervenção (CETESB); APMáx = Área de Proteção Máxima; VMP = Valor Máximo Permitido; VM = Valor Máximo; VRQ = Valor de referência de qualidade para o Estado de São Paulo.

Referências/Sites relacionados

OGA, S.; CAMARGO, M.M.A.; BATISTUZZO, J.A.O. (eds). **Fundamentos de Toxicologia**. 5ª edição. São Paulo: Atheneu Editora, 2021. 848 p.

SAKUMA, A.M.; DE CAPITANI, E.M.; TIGLEA, P. Arsênio. In: Azevedo, F.A.; CHASIN, A.A.M. **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu Editora, 2003, 554p.

<http://www.atsdr.cdc.gov/>

<http://www.cetesb.sp.gov.br/>

<http://conama.mma.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.who.int/>

Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental

Julho de 2012

Atualizado em março de 2022