

Coletânea de Informações sobre o Mercúrio

Incluindo padrões ambientais no Brasil

4ª Reunião do Grupo de Trabalho Lâmpadas Mercuriais

Câmara Técnica de Saúde, Saneamento Ambiental e Gestão de Resíduos do Conselho Nacional do Meio Ambiente

Elaborada por:

**Coordenação Geral de Saúde do Trabalhador e
Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental:**

**Eric Fischer Rempe
Luciana Assis Amorim
Renata Vasconcelos Neto**

27 de Janeiro de 2010

**Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador
Secretaria de Vigilância em Saúde
Ministério da Saúde**

Identificadores para o Mercúrio:

- Nome químico: Mercúrio
- Fórmula molecular: Hg
- Nº CAS - 7439-97-6 (mercúrio elementar)
 - Nº CAS de outros compostos mercuriais:
 - 7487-94-7 bicloreto de mercúrio
 - 3823-63-2 azida mercurial
 - 7783-30-4 iodeto de mercúrio
 - 592-04-1 cianeto de mercúrio
 - 12136-15-1 nitrito de mercúrio
 - 1191-80-6 oleato de mercúrio
- Nº NIOSH RTECS - OV4550000
- Nº DOT - 2809
- Nº HSDB - 1208

Números e nomes de expedição:

- UN 2024 (compostos mercuriais, líquidos)
- UN 2025 (mercúrio, sólido)
- IMO 6.1 (compostos mercuriais, líquidos ou sólidos)

Ficha de Instruções de Segurança de Produto Químico – FISPQ para o Mercúrio (Material Safety data Sheet – International Programme on Chemical Safety, 2004)

MERCURY		0056 April 2004	
CAS No: 7439-97-6 RTECS No: OV4550000 UN No: 2809 EC No: 080-001-00-0		Quicksilver Liquid silver Hg Atomic mass: 200.6	
EXPOSURE		STRICT HYGIENE! AVOID EXPOSURE OF (PREGNANT) WOMEN! AVOID EXPOSURE OF ADOLESCENTS AND CHILDREN!	IN ALL CASES CONSULT A DOCTOR!
Inhalation	Abdominal pain. Cough. Diarrhoea. Shortness of breath. Vomiting. Fever or elevated body temperature.	Local exhaust or breathing protection.	Fresh air, rest. Artificial respiration if indicated. Refer for medical attention.
Skin	MAY BE ABSORBED! Redness.	Protective gloves. Protective clothing.	Remove contaminated clothes. Rinse and then wash skin with water and soap. Refer for medical attention.
Eyes		Face shield, or eye protection in combination with breathing protection.	First rinse with plenty of water for several minutes (remove contact lenses if easily possible), then take to a doctor.
Ingestion		Do not eat, drink, or smoke during work. Wash hands before eating.	Refer for medical attention.

Frases de risco (Nº CAS - 7439-97-6 /mercúrio elementar):

R: 23 – tóxico se inalado.

R: 33 – risco de ocorrência de efeitos cumulativos.

R: 50/53 – muito tóxico para organismos aquáticos, podendo ocasionar efeitos adversos de longo prazo em ambiente aquático.

Frases de segurança (Nº CAS - 7439-97-6 / mercúrio elementar):

S: 1/2 – armazenar em local trancado e fora do alcance de crianças.

S: 7 – manter recipientes bem vedados.

S: 45 – em caso de acidente ou se não se sente bem, procure imediatamente um médico (se possível mostre o rótulo)

S: 60 – este material e sua embalagem deve ser destinado como resíduo perigoso.

S: 61 – evite despejar esta substância no meio ambiente. Obtenha informações nas instruções especiais e/ou na ficha de instruções de segurança de produto químico – FISPQ.

Formas Químicas do Mercúrio:

O Hg raramente é encontrado como elemento livre na natureza. Encontra-se amplamente distribuído, porém em baixas concentrações, por toda a crosta terrestre.

As formas nas quais pode ser encontrado são: mercúrio metálico (Hg^0), mercúrio (I) e mercúrio (II), nas quais os átomos perdem um ou dois elétrons, respectivamente, formando o mercúrio mercurioso (Hg_2^{++}) e o mercúrio mercúrico (Hg^{++}). Estes dois últimos, mercurioso e mercúrico, formam diversos compostos químicos orgânicos e inorgânicos. Os compostos formados a partir do mercúrio (II) são mais abundantes que aqueles formados a partir do (I) e são encontrados na forma de cloretos, nitratos e sulfatos, como os representados a seguir (CRA, 2001):

- Fluoretos: HgF_2 , Hg_2F_2
- Cloretos: HgCl_2 , Hg_2Cl_2
- Brometos: HgBr_2 , Hg_2Br_2
- Iodetos: HgI_2 , Hg_2I_2
- Hidretos: HgH_2
- Óxidos: HgO , Hg_2O
- Sulfetos: HgS
- Selenitos: HgSe
- Teluritos: HgTe
- Nitratos: $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$

TABELA 1 – Formas orgânicas e inorgânicas do mercúrio

Inorgânicas	
- Metálico	Hg^0
- Sais mercuriosos	Hg_2Cl_2
- Sais mercúricos	HgCl_2
Orgânicas	
- Compostos de alquilmercúrio	CH_3HgCl
- Compostos de arilmercúrio	$\text{C}_6\text{H}_5\text{HgCl}$
- Compostos de alcoxiarilmercúrio	$\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{HgCl}$

FONTE – CLARKSON, 1976, apud QUEIROZ, 1995

(Fonte: CRA, 2001)

Propriedades físico-químicas relevantes do mercúrio (CRA, 2001):

- Número atômico: 80
 - Massa atômica relativa: 200,61
 - Ponto de fusão: $-38,9\text{ }^\circ\text{C}$
 - Ponto de ebulição: $356,9\text{ }^\circ\text{C}$
 - Densidade relativa: 13,6 (água = 1)
 - Gravidade específica: 13,456 ($20\text{ }^\circ\text{C}$)
 - Pressão de vapor: 9,16 Pa ($0,0012\text{ mmHg}$)
 - Fator de conversão: $1\text{ ppm} = 1\text{ mg/kg} = 5\text{ mmol/kg}$
 - Absorção à luz ultravioleta: 2.537 \AA
 - Volume molar: $14,09/\text{cm}^3$
 - Velocidade do som: $1.407/\text{ms}^{-1}$
 - Propriedades de elasticidade: módulo Bulk = $25/\text{Gpa}$
 - Dureza do mineral: 1,5
 - Resistência elétrica: 96 mW
 - Índice de refração: 1,000933
 - Viscosidade dinâmica: $1,55\text{ Pa.s}$ a $20\text{ }^\circ\text{C}$
 - Moche OBS: unidade de viscosidade dinâmica = Pa.s
 - Tensão superficial: 484 dines/cm ($25\text{ }^\circ\text{C}$)
 - Temperatura e pressão críticas: $1.462\text{ }^\circ\text{C}$ e 1.587 atm
 - Resistividade elétrica: $95,76\text{ mW.cm}$ ($20\text{ }^\circ\text{C}$)
- (CRA, 2001 citando: HSDB, 2000; WEBELEMENTSTM, 2001; WHO, 1978; WHO, 1989; WHO, 1990; WHO, 1991)

Concentrações de Hg no meio água

Referências legais no Brasil para Hg na água

Portaria do Ministério da Saúde 518/04 – Qualidade da água para consumo humano

Padrão de potabilidade – 0,001 mg/L (= 1 µg/L)

Resolução CONAMA 357/05 – Qualidade das águas superficiais

Águas doces – classe I e II – 0,0002 mg/L de mercúrio total (= 0,2 µg/L)
Águas doces – classe III – 0,002 mg/L de mercúrio total (= 2 µg/L)
Águas salinas – classe I – 0,0002 mg/L de mercúrio total (= 0,2 µg/L)
Águas salinas – classe II – 1,8 µg/L de mercúrio total (= 0,0018 mg/L)
Águas salobras – classe I – 0,0002 mg/L de mercúrio total (= 0,2 µg/L)
Águas salobras – classe II – 1,8 µg/L de mercúrio total (= 0,0018 mg/L)
Lançamento de efluentes – 0,01 mg/L de mercúrio total (= 10 µg/L)

Resolução CONAMA 396/08 – Qualidade das águas subterrâneas

Valores Máximos Permitidos (VMPs) para:

Consumo humano – 1 µg/L de mercúrio (= 0,001 mg/L)
Dessedentação de animais – 10 µg/L de mercúrio (= 0,01 mg/L)
Irrigação – 2 µg/L de mercúrio (= 0,002 mg/L)
Recreação – 1 µg/L de mercúrio (= 0,001 mg/L)
Limite de quantificação praticável 1 µg/L de mercúrio (= 0,001 mg/L)

Obs.: Não foi definido Valor de Referência de Qualidade para o Mercúrio.

Referências às concentrações de Hg encontradas no meio água

CRA 2001 - Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 1. *Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos*. Centro de Recursos Ambientais – CRA, Governo da Bahia. 2001

Concentrações em águas de diversas procedências (WHO, 1976; EPA 1984; HSDB, 2000):

- chuva e neve, 0,01-0,48 ppb;
- oceanos e mares, 0,005-5,0 ppb;
- águas oceânicas costeiras, 2 a 15 ng/L;
- águas em alto mar, 0,5 a 3,0 ng/L;
- Baía de Minamata na época da contaminação – 1,6 a 3,6 µg/L
- Oceano Pacífico – superfície – 0,11 µg/L
- Oceano Pacífico – 3.000 m – 0,15 a 0,27 µg/L
- rios e águas de lago, 0,01-0,1 ppb;
- água doce de rios e lagos, 1 a 3 ng/L.
- água de superfície, com qualidade potável, < 30 ng/L
- águas do rio Danúbio e locais como o 'Boden See', apresentaram valores em torno de 50 ng/L
com base nos resultados de 152 amostras analisadas;
- águas de riachos e rios próximos de depósitos de Hg, 0,5 - 100 ppb;
- águas subterrâneas normais, 0,01 - 0,10 ppb;
- águas de poços, 0,001 ppb Hg;
- águas termais e algumas águas minerais, 0,01 - 2,5 ppb;
- águas de minas de carvão (Donets Basin, USSR), 1 - 10 ppb;
- águas subterrâneas próximas a minas ou depósitos de sulfetos polimetálicos, 1-1000 ppb;
- água potável, entre 5 a 100 ng Hg/L;
- água potável da Alemanha, as concentrações de Hg foram de aproximadamente 600 ng/L;

Concentrações de Hg no meio solo

Referências legais no Brasil para Hg no solo

Resolução CONAMA 420/09 – critérios e valores orientadores de qualidade do solo

Valor de Referência de Qualidade (VRQ) – Cada UF deverá apresentar o seu	
Valor de prevenção –	0,5 mg/kg (ppm)
Valor de Investigação – solo agrícola APM _{ax} –	12 mg/kg (ppm)
Valor de Investigação – solo residencial –	36 mg/kg (ppm)
Valor de Investigação – solo industrial –	70 mg/kg (ppm)
Valor de Investigação – água subterrânea –	1 µg/L

Estado de São Paulo – Decisão de Diretoria no 195-2005-E

Valor de Referência de Qualidade (VRQ) / SP	0,05 mg/kg (ppm)
Valor de prevenção –	0,5 mg/kg (ppm)
Valor de Investigação – solo agrícola APM _{ax} –	12 mg/kg (ppm)
Valor de Investigação – solo residencial –	36 mg/kg (ppm)
Valor de Investigação – solo industrial –	70 mg/kg (ppm)
Valor de Investigação – água subterrânea –	1 µg/L

Referências às concentrações de Hg encontradas no meio solo

CRA 2001 - Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 1. *Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos*. Centro de Recursos Ambientais – CRA, Governo da Bahia. 2001

Concentração de mercuriais no solo e no ar ambiental:

- concentração aproximada de todas as formas de Hg na crosta terrestre: 80 ppb (0,08 ppm)
- no solo e depósitos glaciais: solos normais, areia, etc - 20 a 150 ppb (0,020 a 0,150 ppm);
- solos normais e húmicos: 60-200 ppb, 30-140 ppb, 25-150 ppb.
- no solo, próximo a depósitos de Hg ou de sulfetos, até 250.000 ppb (250 mg/kg);
- 50 ppm (50 mg/kg) de Hg no solo comprometem o crescimento de plantas e, solos que apresentam concentrações superiores a 1.000 ppm, são considerados tóxicos. (CRA, 2001 citando HSDB, 2000).

Concentrações de Hg na atmosfera

Referências legais no Brasil para Hg em ambiente de trabalho

Atmosfera no ambiente de trabalho:

NR 15 – Atividades e operações insalubres – Port. GM 3.214/78 – última alteração em 13/03/08.

Anexo 11 Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho:

10. Os limites de tolerância fixados no Quadro n.º 1 são válidos para jornadas de trabalho de até 48 (quarenta e oito) horas por semana, inclusive.

QUADRO N.º 1

TABELA DE LIMITES DE TOLERÂNCIA

AGENTES QUÍMICOS	Valor teto	Absorção também p/pele	Até 48 horas/semana		Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização
			ppm*	mg/m3**	
Mercurio (todas as formas exceto orgânicas)				0,04	máximo

0,04 mg/m³ = 40 ng/m³

Anexo 13 Agentes Químicos:

1. *Relação das atividades e operações envolvendo agentes químicos, consideradas, insalubres em decorrência de inspeção realizada no local de trabalho. Excluem-se desta relação as atividades ou operações com os agentes químicos constantes dos Anexos 11 e 12.*

- *Mercurio – Insalubridade de grau máximo: fabricação e manipulação de compostos orgânicos de mercúrio*

NR 7 – Programa de controle médico de saúde ocupacional – Port. GM 3.214/78 – última alteração em 22/04/98.

7.5.1 *Todo estabelecimento deverá estar equipado com material necessário à prestação dos primeiros socorros, considerando-se as características da atividade desenvolvida; manter esse material guardado em local adequado e aos cuidados de pessoa treinada para esse fim.*

(Aprovado pela Portaria SSST n.º 24, de 29 de dezembro de 1994)

QUADRO I Parâmetros para Controle Biológico da Exposição Ocupacional a Alguns Agentes Químicos								
Agente Químico	Indicador Biológico		VR	IBMP	Método Analítico	Amostragem	Interpretação	Vigência
	Mat. Biológico	Análise						
Mercurio Inorgânico	Urina	Mercurio	Até 5µg/g creat.	35µg/g creat.	EA A	PU T-12 12	EE	

VR: Valor de Referência da Normalidade: valor possível de ser encontrado em populações não-expostas ocupacionalmente (5 µg de Hg / g de creatinina);

IBMP: Índice Biológico Máximo Permitido: é o valor máximo do indicador biológico para o qual se supõe que a maioria das pessoas ocupacionalmente expostas não corre risco de dano à saúde. A ultrapassagem deste valor significa exposição excessiva (35 µg de Hg / g de creatinina);

Referências às concentrações de Hg em humanos

WHO, 1991. Environmental Health Criteria 118 – Inorganic Mercury. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva, 1991.

Exposição humana:

- A exposição da população ao mercúrio é tipicamente baixa. **Ocasionalmente podem ocorrer níveis de exposição similares à exposição ocupacional** podendo resultar em efeitos adversos à saúde. Por isto, o **manuseio inadequado de mercúrio líquido, de mercúrio dispersado de recipientes, de termômetros quebrados, de lâmpadas fluorescentes**, assim como, a ingestão de baterias de mercúrio, tem resultado em intoxicações severas e eventualmente em pneumonite aguda (Inflamação dos pulmões ou dificuldade respiratória provocada pela inalação de produtos químicos nocivos).
- Exposição humana de longo prazo a vapores de mercúrio ocorre principalmente em ambiente ocupacional, assim como, em casos nos quais o metal tenha sido manuseado inapropriadamente no ambiente residencial.
- Aproximadamente 80% do vapor de mercúrio inalado é absorvido nos pulmões, enquanto que a absorção cutânea é de 1 % da absorção pulmonar. Não há dados sobre a absorção pela mucosa oral dos vapores de mercúrio. Vapores de mercúrio podem atravessar a barreira placentária, de modo a expor também o feto em desenvolvimento.
- Em crianças foram observadas diferentes doenças relacionadas à exposição mercurial, como: Pink disease (intoxicação de bebês hipersensíveis ao Hg), alergias cutâneas e síndrome do linfonodo mucocutâneo (Kawasaki disease).
- Níveis de mercúrio na urina e no sangue podem ser utilizados como indicadores de exposição se a exposição é recente e constante, é de longo tempo e é avaliada com base em um grupo de pessoas expostas.
- Níveis na urina de 50 µg / g de creatinina foram observados após exposição ocupacional de aproximadamente 40 µg de mercúrio / m³ de ar. Esta relação de 5:4 entre os níveis na urina e no ar ambiente é bem inferior à relação apresentada no relatório anterior da OMS em 1976 (WHO, 1976). Esta diferença pode ser explicada em parte pelas diferentes metodologias de coleta utilizadas na década de 70 e atualmente para avaliar a exposição.
- Assim, **uma exposição de 40 µg de Hg/m³ de ar (igual ao limite de tolerância da NR 15) irá corresponder a aproximadamente 15 – 20 µg de Hg / litro de sangue.** Isto indica uma elevação (duplicação) do nível de mercúrio no sangue em relação às concentrações observadas em populações não expostas (1 a 8 µg/L).

Intoxicação:

- Existem muito poucas informações a respeito dos níveis de Hg no cérebro nos casos de **intoxicação mercurial, e nada que torne possível uma estimativa do “nível sem efeitos observados” em uma curva de dose-resposta.**
- Em uma excreção urinária de 100 µg de Hg / g de creatinina, apresenta-se como alta a probabilidade do indivíduo desenvolver os sintomas neurológicos clássicos da intoxicação por mercúrio (tremor, eretismo mercurial, etc.) e proteinúria (a urina contém quantidades anormais de proteínas).
- Dados epidemiológicos sobre níveis de exposição correspondentes a valores inferiores a 30-50 µg de Hg / g de creatinina não estão disponíveis.
 - Observação 1: O IBMP da NR 7 é de 35 µg de Hg / g de creatinina;
 - Observação 2: Não pode ser descartada a possibilidade de intoxicação, assim como, não pode ser correlacionada uma intoxicação a estes níveis de Hg na urina.

Nutes-UFRJ, 2010. Introdução a Toxicologia / Toxicologia aplicada / Módulo X / Intoxicação por Metais / Mercúrio. <http://lct.nutes.ufrj.br/toxicologia/mX.merc.htm> acessado em 25/01/2010

Valores de referência para mercúrio na urina e no sangue dependerão de investigação em populações regionais isentas de exposição inalatória ou digestiva ao mercúrio. Para o:

- Mercúrio sanguíneo, a média para a população não exposta varia de 1 a 8 µg/L;
- Mercúrio urinário varia de 4 a 5µg/L.

Mais recentemente estudos internacionais subsidiaram o valor estabelecido pela International Commission on Occupational Health (ICOH) e pela *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) de 2µg/L na urina para pessoas que não consomem peixe.

Referências legais no Brasil para Hg na atmosfera

Padrão de Emissão Atmosférica:

Resolução CONAMA 316/02

Art. 38. Todo e qualquer sistema de tratamento térmico não deve ultrapassar os seguintes limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos:

I - material particulado (MP) total: setenta miligramas por normal metro cúbico;

II - substâncias inorgânicas na forma particulada, agrupadas em conjunto como:

a) Classe 1: vinte e oito centésimos de miligrama por normal metro cúbico incluindo: (...)

2. mercúrio e seus compostos, medidos como mercúrio (Hg); (...)

Referências às concentrações de Hg encontradas na atmosfera

BMZ, 1996. Guia de Protección Ambiental – Tomo III Catálogo de Estándares Ambientales. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania.

Mercúrio: Valores comparativos / de referência (pág. 274)

- Hemisfério Sul (África) 2,3 ng/m³
- EEUU 1,9 – 36 ng/m³

CRA 2001 - Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 1. Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos . Centro de Recursos Ambientais – CRA, Governo da Bahia. 2001

- Admitindo-se que os níveis no ambiente sejam de 50 ng/m³, a inalação média diária de vapores de mercúrio metálico seria de 1 µg/dia.
- A inalação média diária por grupos populacionais, que vivem próximos de áreas mais poluídas, é difícil de ser avaliada com qualquer grau de precisão; o mesmo ocorre com os valores diários associados à exposição ocupacional, devido à grande variação observada em relação às condições das exposições industriais (WHO, 1976).

A seguir, são apresentadas concentrações atmosféricas observadas em alguns locais:

- a média em 1983, nos Estados Unidos, foi de 2-10 ng de Hg/m³;
- a menor concentração foi a encontrada em Denver, de 2-5 ng/m³;
- em São Francisco, níveis de 0.5-50 ng/m³ (dependendo muito da direção do vento);
- poeira do ar na cidade de New York, entre 1 a 41 ng/m³;
- concentrações ambientais variaram de 0 a 14 ng/m³
- e Hg ligado a material particulado no ar de Chicago variou de 3 a 39 ng/m³ (USEPA, 1984, apud HSDB, 2000).
- a média na Rússia foi de 10 ng/m³;
- em regiões não industrializadas do Japão, 0-14 ng/m³ (WHO, 1976; HSDB, 2000).

Concentrações de Hg no corpo humano

Marco Antônio Borba, 2008. Documento Preliminar contendo o “Protocolo de Vigilância à Saúde de Populações Expostas ao Mercúrio, contendo Parâmetros e Indicadores de Exposição. OPAS, 2008.

Estima-se que o conteúdo normal de mercúrio no organismo humano oscile entre 1 – 13 miligramas e que o metilmercúrio represente 10% do conteúdo total. A distribuição do conteúdo corporal de mercúrio está refletida na seguinte tabela:

COMPARTIMENTO	MERCURIO TOTAL	METILMERCURIO
Músculo	44%	54%
Fígado	22%	19%
Rim	9%	-
Sangue	9%	15%
Pele	8%	-
Cérebro	4%	7%
Intestino	-	3%

Nas publicações da OMS, se estabelecem as seguintes relações entre os primeiros efeitos para adultos sensíveis e a quantidade de mercúrio no sangue (Hg-S) urina (Hg-U) e ar (Hg-A), nas exposições de longo prazo.

Sintomas não específicos :

35 µg/L em sangue

150 µg/L em urina

0,05 mg/m³ em ar

Tremor:

70 -140 µg/L em sangue

300 - 600 µg/L em urina

0,1 - 0,2 mg/m³ em ar

Outras Normas e Regulamentos nacionais relacionados ao Hg

- Decreto 97.507 de 13 fev. 1989. Dispõe sobre licenciamento de atividade mineral, o uso do mercúrio metálico e do cianeto em áreas de extração de ouro, e dá outras providências,
- Decreto 97.634 de 10 abr. 1989. Dispõe sobre o controle da produção e comercialização de substância (mercúrio metálico) que comporte risco a vida e dá outras providências,
- Portaria Normativa n.º 434 de 9 ago.1989 - IBAMA. implanta o sistema de cadastramento e notificação e estabelece normas a pessoas que importem, produzam e comercializem a substância mercúrio metálico,
- Portaria Normativa n.º 435 de 9 ago. 1989 – IBAMA. Implanta o registro obrigatório de equipamentos destinados ao controle da substância mercúrio metálico em atividades de garimpagem de ouro,

Marco Antônio Borba, 2008. Documento Preliminar contendo o “Protocolo de Vigilância à Saúde de Populações Expostas ao Mercúrio, contendo Parâmetros e Indicadores de Exposição. OPAS, 2008.

Tabela - Efeitos agudos em humanos associados à exposição aos Vapores de Mercúrio Metálico e inorgânico

Aparelho/ Órgão/Sistema	Efeitos agudos em humanos	Efeitos crônicos em humanos
Respiratório	Traqueobronquite, Tosse, Hipertermia, pneumonia difusa, edema intersticial, pneumotorax bilateral	
Nervoso central e periférico		Transtornos psíquico-eretismo: irritabilidade, tristeza, ansiedade, insônia, fala monótona, medo, perda de memória, timidez, debilidade muscular, tremor, hiperexcitabilidade, sono agitado, depressão, polineurites, diminuição da força e sensações musculares, neuropatia periférica, parestesias e reflexos anormais.
Campo Visual	Reflexo pardo no cristalino - sinal de Atkinson, restrição concêntrica do campo visual, cegueira súbita,	
Capacid. Auditiva	Hipoacusias, alterações da cavidade nasal e da mobilidade ciliar, rinite,	
Cardiovascular		Modificações funcionais do aparelho cardiovascular
Renal	insuficiência renal anúrica, nefrose tubular necrótica com intensa uremia	Dano aos glomérulos e túbulos renais, proteinúria e síndrome nefrótica, focos de necrose, calcificações locais, fibrose intersticial, glomerulonefrite extramembranosa, proliferativa extracapilar,
Digestivo/fígado	Gastroenterite aguda, ação corrosiva na mucosa do aparelho digestivo, dor retroesternal e epigástrica, disfagia, vômitos serosos e sanguinolentos, diarreia, desidratação, depósitos negros de sulfeto de mercúrio nos vasos capilares das gengivas, cólicas, colite ulcero hemorrágica.	Náuseas, vômitos, diarreia, estomatite, sialorréia, hipertrofia das gland. Salivares, gengivites, queda de dentes, linha cinza-azulada larga na gengiva, dentes pardos, sabor metálico, halitose, anorexia, astenia, perda de peso, cefaléias, vertigens, mastigação dolorosa, dores e parestesias em membros inferiores.
Imunológico		Glomerulonefrite autoimune, supressão das células T - supressoras, indução de doenças autoimunes,
Pele	Aparecem eritemas escarlates, adenopatias junto a pregas e periumbigo, eczema alérgico de contato com sais irritantes	Eritema e dermatite de contato, acrodinia, dermatite alérgica comum em dentistas
Sistema reprodutivo		Infertilidade, abortos espontâneos, natimortos, malformação congênita

Fonte: - Nascimento E.S., Chasin A.A.M. – Ecotoxicologia do Mercúrio e seus Compostos – NEAMA – CRA, Série Cadernos de Referência Ambiental Vol. 1 – Salvador, 2001.
- Cano, S.E., Toxicologia del Mercurio. Actuaciones Preventivas en Sanidad Laboral y Ambiental Minas de Almaden. Servicio Prevencion de Riesgos Laborales - Almadén (Ciudad-Real) España, 2001.

Considerações sobre os riscos à saúde de populações expostas a vapores de mercúrio decorrente da quebra e armazenamento inadequado de lâmpadas fluorescentes e compactas em ambiente residencial /, condominial e comercial (não industrial)

É comum o armazenamento inadequado de grande quantidade de lâmpadas fluorescentes em quartos e locais fechados e mal ventilados em áreas comerciais e em prédios residenciais, com muitos casos de quebra de lâmpadas e liberação dos vapores de mercúrio.

A ruptura de uma única lâmpada representa um baixo nível de exposição. Já a ruptura e o armazenamento em quartos ou cubículos confinados com baixa ou nenhuma ventilação pode representar uma maior risco de exposição para as pessoas que utilizam estes ambientes.

Há relatos na Califórnia e na Europa de casos em que foi necessária a descontaminação do ambiente onde foram armazenadas lâmpadas mercuriais que vieram a se romper.

Segundo o relatório de Organização Mundial da Saúde, sobre o Mercúrio (WHO, 1991):

- *“Ocasionalmente podem ocorrer níveis de exposição similares à exposição ocupacional podendo resultar em efeitos adversos à saúde.”*
- *“Existem muito poucas informações a respeito dos níveis de Hg no cérebro nos casos de intoxicação mercurial, e nada que torne possível uma estimativa do “nível sem efeitos observados” em uma curva de dose-resposta.”*
- *Com isto não é possível descartar a possibilidade da ocorrência de agravos à saúde em ambientes com baixas concentrações de mercúrio, assim como, não é possível afirmar conclusivamente que há risco iminente de ocorrência de agravos.*

Embora não tenhamos tido acesso a dados concretos no Brasil sobre a contaminação por vapor de mercúrio e material particulado advindo de lâmpadas fluorescente quebradas em ambientes residenciais e condominiais confinados, é plausível, que o uso destes ambientes confinados com armazenamento de lâmpadas quebradas, como vestiário, refeitório ou repouso possa levar a uma exposição significativa dos seus usuários (empregados ou não).

Um exercício numérico, (teórico) respalda esta plausibilidade.

INFORMAÇÕES OBTIDAS:

- a) Segundo dados da ABILUMI (apresentação disponibilizada no site do GT) as lâmpadas fluorescentes apresentam 3 a 10 g de vapor de Hg cada.
- b) Um quarto sem janelas de 1 m de largura, 2 m de altura e 1,5 m de profundidade, apresenta 3 m³ de volume de ar atmosférico, sem descontar os móveis e materiais armazenados.
- c) Segundo informações orais de representante da ABILUMI, 1/3 do Hg das lâmpadas é emitido imediatamente após a quebra destas. (Obs.: É necessário confirmar este dado.)
- d) O limite de tolerância da NR 15 é 0,0 40 mg/m³

PERGUNTA / SIMULAÇÃO:

A quebra de uma única lâmpada fluorescente contendo 9 g de Hg irá corresponder a qual concentração de Hg na atmosfera, se ocorrer em um quarto com 3 m³ de ar e sem ventilação?

- a) 9 .000 mg Hg x 1/3 de liberação = 3.000 mg de Hg emitidos na forma de vapor de mercúrio no ato da quebra;
- b) 3.000 mg de Hg em quarto com 3 m³, corresponde a uma concentração de 1.000 mg/m³;
- c) Esta concentração é 25 vezes superior ao limite de tolerância permitido para ambientes de trabalho pela NR 15 (0,04 mg/m³ - para 48 horas de exposição semanal);
- d) Se forem 10 lâmpadas a concentração será 250 vezes superior ao limite de tolerância.

As Vigilâncias em Saúde do Trabalhador e em Saúde Ambiental do Ministério da Saúde afirmam que há risco de exposição humana a vapores de mercúrio advindos de lâmpadas quebradas em locais mal ventilados em áreas industriais, comerciais, residências e rurais.

- Ambientes confinados e mal ventilados ou sem ventilação, contendo lâmpadas mercuriais quebradas, representam para pessoas que adentram nestes uma exposição a vapor de mercúrio, que pode alcançar níveis acima do limite de tolerância para ambiente de trabalho, definido na NR 15.
- Segundo a OMS, o vapor de mercúrio apresenta uma absorção nas vias respiratórias de aproximadamente 80%.
- Cada evento com uma absorção de mercúrio acima do normal eleva a probabilidade da ocorrência de agravos à saúde, em razão de sua toxicidade crônica.

Fotos com cenas em ambiente confinado em prédio comercial e em ambiente aberto.



Fotos: Eric Fischer, Rio de Janeiro, 2008.

Bibliografia

- ABILUMI, 2008. **Apresentação no GT Lâmpadas Mercuriais do CONAMA.** http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E732C8D/ABilumi_16_out_2008.pdf. acessado em 25/01/2010.
- BMZ, 1996. **Guia de Protección Ambiental – Tomo III Catálogo de Estándares Ambientales.** Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania – BMZ.
- CONAMA, 2002. **Resolução CONAMA 316/02** – Sistemas de tratamento térmico de resíduos.
- CONAMA, 2005. **Resolução CONAMA 357/05** – Qualidade das águas superficiais.
- CONAMA, 2008. **Resolução CONAMA 396/08** – Qualidade das águas subterrâneas.
- CONAMA, 2009. **Resolução CONAMA 420/09** – Critérios e valores orientadores de qualidade do solo.
- CRA 2001 - **Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 1. Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos**. Centro de Recursos Ambientais – CRA, Governo da Bahia. 2001.
- Estado de São Paulo – **Decisão de Diretoria no 195-2005-E.**
- IPCS 2004, **Material Safety Data Sheet – Mercury 0056.** International Programme on Chemical Safety.
- Marco Antônio Borba, 2008. **Documento Preliminar contendo o “Protocolo de Vigilância à Saúde de Populações Expostas ao Mercúrio, contendo Parâmetros e Indicadores de Exposição.** OPAS, 2008.
- Ministério da Saúde, 2004. **Portaria do Ministério da Saúde 518/04** – Qualidade da água para consumo humano.
- Ministério do Trabalho, 1978. Portaria GM 3.214/78. **NR 7 – Programa de controle médico de saúde ocupacional** – última alteração em 22/04/98.
- Ministério do Trabalho, 1978. Portaria GM 3.214/78. **NR 15 – Atividades e operações insalubres** – última alteração em 13/03/08.
- Nutes-UFRJ, 2010. **Introdução a Toxicologia / Toxicologia aplicada / Módulo X / Intoxicação por Metais / Mercúrio.** <http://ltc.nutes.ufrj.br/toxicologia/mX.merc.htm> acessado em 25/01/2010.
- WHO, 1991. **Environmental Health Criteria 118 – Inorganic Mercury.** International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, Geneva, 1991.