

**OS RISCOS DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CÁDMIO**
*RISKS OF CADMIUM OCCUPATIONAL EXPOSURE*Lisiane Heinem Fernandes^a; Fernando Benedicto Mainier^a^a Universidade Federal Fluminense (UFF) - Niterói, RJ, Brasil - Programa de Pós Graduação em Engenharia Química

Resumo

Desde a antiguidade, a relação entre as exposições ocupacionais e o aparecimento de doenças é conhecida. A descrição da inalação de poeira nos ambientes de trabalho como agente causador de sintomas respiratórios e doenças pulmonares, já data de 460 a. C., feita por Hipócrates. Dados da Organização Internacional do Trabalho de 2005 apontam que as substâncias perigosas matam em torno de 480 mil trabalhadores anualmente. Estima-se que 10% dos cânceres de pele são causados pela exposição a substâncias perigosas nos postos de trabalho. Assim, este trabalho tem por objetivo principal abordar os problemas associados à exposição ao cádmio em trabalhadores. Para isso, são feitos relatos de alguns acidentes envolvendo o metal com trabalhadores e, por fim, são discutidas maneiras de melhorar as condições de trabalho, minimizando o risco da contaminação ocupacional.

Palavras-chave: Exposição ocupacional, cádmio, metal pesado.

Abstract

Since ancient times, the relationship between occupational exposure and the onset of disease is known. The description of the inhalation of dust in the workplace as a causative agent of respiratory symptoms and lung diseases has 460 to date. C., made by Hippocrates. Data from the International Labour Organization in 2005 suggest that hazardous substances kill about 480,000 workers annually. It is estimated that 10% of skin cancers are caused by exposure to hazardous substances in the workplace. This work aims to address the main problems associated with cadmium exposure in workers. For this, a report are made to some accidents involving metal workers and finally discusses ways to improve working conditions, minimizing the risk of occupational contamination.

Key-words: Occupational exposure, cadmium, heavy metal.**1. O CÁDMIO**

O cádmio foi descoberto pelo químico alemão Friedrich Strohmeyer em 1817. O elemento – cujo símbolo é Cd – é um metal de transição, cinza claro, dúctil e mole à temperatura ambiente (Tan, 2000).

O cádmio é definido como um metal pesado. Conceitualmente, metais pesados são elementos que possuem número atômico maior que 20 e peso específico maior que 5 g/cm³ (Tan, 2000). Mas novas definições de metal pesado são aceitas e, normalmente, estão associadas à poluição, contaminação e toxicidade (Amaral Sobrinho, 1993).

O cádmio é um elemento raro e não ocorre na natureza na forma pura. A concentração comum deste elemento na crosta da terra é de aproximadamente 0,2 mg/kg (Lalor, 2008). O principal mineral de cádmio é a grinoquita – CdS, sulfeto de cádmio – que se encontra em pequenas quantidades no solo, usualmente associada a minérios de zinco, especialmente a esfalerita e galena (Potsch, 1967; Dana, 1978).

Visto como um poluente importante para o mundo, o cádmio foi revisado pelo IRPTC – International Register of Potentially Toxic Chemical of United Nations Environment Program – e, como resultado, foi incluído na lista de substâncias consideradas potencialmente perigosas ao planeta (Cardoso et Chasin, 2001).



Sobre o consumo e o uso deste metal, estes têm variado muito, principalmente nestes últimos anos. Seu uso em baterias tem superado os usos mais tradicionais, como

pigmentos, estabilizadores e recobrimentos (Cardoso *et al.*, 2001), como pode ser visto na figura 1, a seguir.

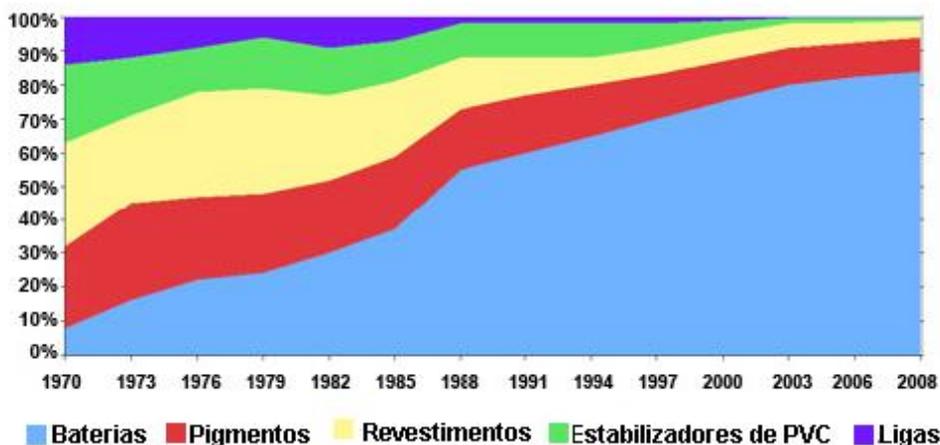


Figura 1: Utilização do cádmio em função nos últimos anos

Fonte: Vulcan, 2009 - Modificado

2. TOXICIDADE DO CÁDMIO

Uma substância é considerada tóxica quando possui potencial para provocar efeito adverso à saúde em consequência de sua interação com o organismo. No caso do cádmio, muitos efeitos indesejados são conhecidos, tanto nos homens como nas plantas e animais, confirmando assim a sua propriedade tóxica.

A toxicidade de um metal é dependente da dose ou do tempo de exposição, da forma física e química do elemento e da via de administração/absorção. O caráter tóxico de um determinado elemento depende do tipo de interação que este tem com o organismo, e ocorre em três estágios: a) entrada e absorção no corpo; b) transporte, distribuição, acumulação e biotransformação; c) efeito e saída do organismo (Tavares *et al.*, 1992).

A entrada do cádmio no organismo, no caso da exposição ocupacional, se dá principalmente através da inalação de fumos do elemento.

Estudos mostram que o cádmio, depois de absorvido, se distribui pelo organismo, sendo encontrado em células sanguíneas, ligado a proteínas do soro plasmático como albumina e outras glicoproteínas, ou ainda em metaloproteínas produzidas pelo fígado (Mattiazzo-Prezotto, 1994).

Por ser considerado um elemento persistente, o cádmio pode acumular-se em plantas e animais, atingindo o homem e, à semelhança do que acontece na cadeia alimentar, acumular-se no organismo humano por longo

tempo (Cardoso *et al.*, 2001), principalmente nos rins e fígado, onde foi detectado que sua meia vida biológica é de aproximadamente 10 anos (Tavares *et al.*, 1992). Outros estudos mostram que a meia vida deste elemento pode variar ainda mais, chegando a 40 anos nos organismos (Oga, 1996; Who 1972).

A Organização Mundial de Saúde considera tolerável uma ingestão eventual de até 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de cádmio pelo período de uma semana (Who, 1992).

Dados demonstram que não há tratamento para intoxicações crônicas por cádmio e sua ação tóxica é aumentada na presença de zinco, cobre e selênio (Tramontina, 2003). Este elemento apresenta também efeito agudo, sendo que a dose letal de cádmio em humanos está entre 350 a 500 mg (Fergusson, 1990).

Os sintomas característicos de envenenamento por cádmio são: a osteoporose, excesso de cálcio expelido pela urina e alteração na síntese de proteínas sugerem que o cádmio interfere nos processos dependentes de cálcio devido à similaridade química entre os elementos (Borges, 1999).

Segundo IARC (1993), Agência Internacional para Pesquisa do Câncer, este elemento é classificado como cancerígeno para o ser humano (grupo I). Alguns trabalhos relacionam os tipos de câncer que podem estar associados com a exposição ao cádmio, como: câncer nos rins e trato urinário (Lauwerys *et al.*, 1981) fígado ou estômago (Shigematsu *et al.*, 1979) e câncer de próstata (Bako *et al.*, 1982).



Outros problemas ligados ao cádmio são: efeitos tóxicos nos rins, pulmões e sistema reprodutor (Souza *et al.*, 1998).

Seu acúmulo no organismo ainda pode ser responsável pelo desenvolvimento de hipertensão, doenças do coração, enfisema, formação de catarata nos olhos, atrofia muscular e porosidade nos ossos (Hallenbeck, 1984; Ramakrishnan *et al.*, 1995).

Efeitos neuropsicológicos também foram atribuídos à exposição ao cádmio, como alterações na memória, alterações cognitivas, velocidade psicomotora entre outras (Cary *et al.*, 1997).

Quanto a sua similaridade química com outros elementos, o cádmio, em sua forma iônica (Cd^{+2}), se assemelha a dois íons metálicos muito importantes, o Zn^{+2} e o Ca^{+2} , por possuir

um tamanho muito próximo. Devido a esta característica do cádmio, vem o poder de deslocar/substituir o zinco de certas enzimas proteicas encontradas no fígado, nos rins, nos intestinos, no pâncreas e testículos dos mamíferos; e também substituir o cálcio no tecido ósseo (Larini, 1987; Oga, 1996; Casarett *et Doull's*, 1996; Duarte *et Pasqual*, 2000). Sendo que é a substituição do cálcio por cádmio nos ossos humanos a principal característica da doença de Itai-itai.

A doença de Itai-itai, enfermidade causada exclusivamente pela exposição ao cádmio, é definida como uma forma de osteomalácia renal, enfermidade que atinge principalmente as mulheres na fase pós menopausa e se caracteriza por atingir os rins e ossos, causando fraturas e fortes dores nas pernas e costas (Nordberg, 2009).



Figura 2: Consequências da doença de Itai-itai

Fonte: http://www.lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?index=1310&lang=3

Acesso em outubro de 2010.

3. EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CÁDMIO

A exposição ao cádmio e seus compostos em ambiente de trabalho pode ocorrer em diversos setores, exemplos são: fundição e refino de zinco, chumbo e cobre, eletrodeposição, manufaturas de ligas de cádmio, pigmentos e estabilizadores de plástico, produção de baterias níquel-cádmio e soldas metálica contendo o elemento (Who, 1992).

Essa exposição ocupacional ao cádmio ocorre principalmente pela inalação de fumos do metal, como mencionado anteriormente. Havendo exposição, os primeiros sintomas da intoxicação são notados num curto período de tempo, causando dores, arrepios, dor de cabeça e febre. Estes sintomas ocorrem geralmente entre uma e oito horas após a exposição (Cardoso *et Chasin*, 2001).

Quando em contato com altas concentrações de cádmio, o trabalhador pode sentir irritação na garganta, tosse e, em casos mais graves, pode haver edema de pulmão. O período

de latência para estes efeitos pode ser acima de 24 horas e provocar a morte entre quatro e sete dias após a exposição (Cardoso *et Chasin*, 2001).

Alguns exemplos de trabalhadores contaminados por cádmio são encontrados na literatura. A seguir, são relatadas algumas contaminações ocupacionais.

Em 2000, a MEDITEXT – Medical Management – cita a exposição de um trabalhador de 68 anos a fumos de cádmio, mediante soldagem de uma chapa galvanizada. Após dois dias da exposição, o trabalhador apresentou dores abdominais. No terceiro dia, teve febre, tosse e aumento do desconforto abdominal precisando ser hospitalizado. A seguir, desenvolveu sinais de peritonite, hipoxia, em quadro que se agravou chegando ao óbito. A necropsia identificou cardiomegalia congestiva e edema de pulmão. O sangue cardíaco revelou alta concentração de cádmio (Cardoso *et Chasin*, 2001).



Outro caso de trabalhadores expostos ao cádmio ocorreu em 1966, durante a construção de uma ponte sobre o rio Severn, na Inglaterra. Vários trabalhadores apresentaram sintomas de contaminação por cádmio, sendo que um deles acabou falecendo. Essa contaminação se deu durante o trabalho com maçarico em uma das torres de aço da ponte que havia sido recoberta por uma camada de cádmio para proteger contra a corrosão. Submetido ao calor do maçarico, o cádmio se volatilizou intoxicando os trabalhadores (Alzogary, 2009).

No Brasil, estudos realizados por Carvalho *et al.*, 1985, exemplificam que a contaminação ocupacional está presente. Relatos mostram que, em Salvador, 39 operários do ramo de reforma de baterias, procedentes de 19 diferentes estabelecimentos da cidade, tiveram seu sangue coletados para análise de cádmio. Destes trabalhadores, 38 apresentaram níveis de cádmio acima do limite tolerável. Neste mesmo estudo, **são apontados como possíveis causadores do problema as condições precárias no ambiente de trabalho, como falta de ventilação e equipamentos de proteção individual associadas ao desconhecimento do trabalhador quanto à propriedade tóxica do elemento.**

4. A QUESTÃO DA HIGIENE NO TRABALHO

Conceitualmente, higiene no trabalho é a ciência e arte dedicada ao reconhecimento, avaliação e controle daqueles fatores ou tensões ambientais que surgem no/do trabalho e que podem causar doenças, prejuízos à saúde ou ao bem estar, ou desconforto significativo ao trabalhador ou a comunidade vizinha.

Analisando-se separadamente os três principais componentes do conceito da higiene no trabalho, pode-se discutir:

4.1 Reconhecimento

Saber que em seu lugar de trabalho pode haver contato com substâncias perigosas é muito importante para auxiliar na prevenção de acidentes/contaminações.

Além disso, é fundamental não só saber que há possibilidade de contato com alguma substância perigosa, mas também conhecer os riscos envolvidos com o manuseio de determinado produto. Essa questão já dispõe de legislação própria desde julho de 1998, através do Decreto Lei número 2657, que diz que os trabalhadores e seus representantes têm o direito às informações sobre os produtos químicos utilizados bem como suas propriedades perigosas, medidas de precaução que devem ser tomadas, educação e formação.

4.2 Avaliação

Além de reconhecer a existência de determinada substância no ambiente de trabalho, também é adequado quantificá-las. Essa quantificação permitirá o estabelecimento de um controle mais adequado sobre o ambiente.

4.3 Medidas de controle

Por fim, para evitar o contato do trabalhador com substâncias nocivas, medidas de controle podem ser tomadas, como:

4.3.1 Relativas ao ambiente:

- maior ventilação;
- substituição/diminuição da substância nociva;
- mudanças do processo de operação;

4.3.2 Medidas relativas aos trabalhadores:

- treinamento;
- EPI's;
- controle médico (detecção precoce de doenças);
- limitação da exposição;

Ventilação local exaustora: são projetados para captar ar poluído na fonte ou no ponto de geração antes que este entre na zona de respiração dos trabalhadores.

5. CONCLUSÕES

- Reconhecer que existe relação entre exposição ocupacional a substâncias perigosas e aparecimento de doenças é fundamental para evitar contato sem o devido cuidado;
- O cádmio é um elemento altamente tóxico, causando males aos seres humanos, animais e plantas;
- Nos homens, o contato com o cádmio pode ser responsável por problemas como: hipertensão, doenças no fígado e estômago, enfisema, formação de catarata, atrofia muscular, porosidade nos ossos, doenças do coração, câncer, alteração na memória e alterações cognitivas;
- A doença de Itai-itai é a enfermidade ligada a este elemento, sendo definida como uma forma osteomalácia renal e se caracteriza por causar fraturas nos ossos e pelas fortes dores nas costas e pernas;
- A exposição ao cádmio e seus compostos em ambiente de trabalho pode ocorrer em setores



como: fundição e refino de zinco, chumbo e cobre, eletrodeposição, manufaturas de ligas de cádmio, pigmentos e estabilizadores de plástico, produção de baterias níquel-cádmio e soldas metálica contendo o elemento;

- A principal rota de contato do cádmio com o trabalhador ocorre pela inalação de fumos do metal;
- Na literatura, muitas são as contaminações relatadas envolvendo cádmio no ambiente de trabalho, sendo citadas inclusive mortes de trabalhadores;
- São três as principais maneiras de evitar que haja exposição do trabalhador a substâncias nocivas; para isso, são necessários: reconhecimento, avaliação e controle.

6. BIBLIOGRAFIA

Alzogaray, R. A. (2009), "Un veneno llamado cádmio". *Jornal Página/12*. Disponível em: <http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/futuro/13-2196-2009-08-15.html>.

Amaral Sobrinho, N. M. B. (1993), Interação dos metais pesados de resíduos siderúrgicos com um solo podzólico vermelho-amarelo. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Bako G.; Smith E. S.; Hanson J.; Dewar R. (1982), "The geographical distribution of high cadmium concentrations in the environment and prostate cancer in Alberta.", *Can J Public Health*, v. 73, pp. 92-94.

Borges, P. P. (1999), Remoção de Cádmio de Soluções Diluídas em Células Eletrolíticas com Cátodos Porosos Tridimensionais. Tese de Doutorado Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

Casarett, A.; Doull's, D. (1986), *Toxicology: the basic science of poisons*. McMillan Publishing, 5o ed., 1111 p.

Cardoso, L. M. N; Chasin, A. A. M. "Ecotoxicologia do cádmio e seus compostos". *Cadernos de Referência Ambiental*, v.6, p. 121. Salvador, 2001.

Carvalho, F. M. et al. (1985), "Intoxicação por chumbo e cádmio em trabalhadores de oficinas para reforma de baterias em Salvador, Brasil". *Rev. Saúde pública*, v. 19, pp. 411-420.

Cary, R.; Clarke S.; Delic J. (1997), "Effects of combined exposure to noise and toxic substances – Critical review of the literature". *Ann Occup Hyg*, v. 41, pp. 455-465.

Dana, J. D. (1978), "Manual de mineralogia". Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 642 p.

Duarte, R. G. S.; Pasqual, A. (2000), "Avaliação do cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos". *Energia na Agricultura, Botucatu*, v. 15, n. 1, pp. 46-58.

Fergusson, J. E. (1990), *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*. 1ª ed. New York, Pergamon Press.

Hallenbeck, W. H. (1984), "Human health effects of exposure to cadmium". *J Cell Mol Life Sci*, v. 40, n. 2, pp. 136-142.

IARC. International Agency for Research on Cancer. "Beryllium, cadmium, mercury and exposures in the glass manufacturing industry" (1993), *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans*, v. 58 p. 444.

Lalor, G. C. (2008), "Review of cadmium transfers from soil to humans and its health effects in the Jamaican environment". *Science of the total environment*, v. 400, pp. 162-172.

Larini, L. (1987), *Toxicologia*. São Paulo: Manole, p. 315.

Lauwerys, R. ; De Wals P. H. (1981), "Environmental pollution by cadmium and mortality from renal diseases". *Lancet*, 1:383.

Mattiazzo-Prezotto, M. E. (1994), Comportamento de cobre, cádmio, cromo, níquel e zinco adicionados a solos de clima tropical em diferentes valores de pH. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Nordberg, G. F. (2009), "Historical perspectives on cadmium toxicology". *Toxicology and Applied Pharmacology*, v. 238, pp. 192-200.

Oga, S. (1996), *Fundamentos de toxicologia*. São Paulo: Atheneu.

Potsch, C. (1967), *Mineralogia*. Livraria São José, Rio de Janeiro.

Ramakrishnan S. et al. (1995), "Smoking of beedies and cataract: cadmium and vitamin C in the lens and blood." *Br J Ophthalmol*, v. 79, pp. 202-206.

Shigematsu I.; Minowa M.; Yosida T. (1979), "Recent results of health examinations on the general population in cadmium-polluted and control areas in Japan." *Environ Health Perspect*, v. 28, pp. 205-210.

Souza, S. N.; Silva, M. S.; Lenzi, E.; Lucese, E. B. (1998), "Avaliação de parâmetros referentes ao cádmio como contaminante do lodo de esgoto aplicado num Latossolo Vermelho Escuro". Seminário sobre gerenciamento de biossólidos do mercosul. Curitiba.



Tan, K. H. (2000), Environmental soil science. Marcel Dekker Inc, New York, 2o ed., 452 p.,.

Tavares, T. M.; Carvalho, F. M. (1992), "Avaliação da exposição de populações humanas a metais pesados no ambiente: exemplos do Reconcavo Baiano". *Química Nova*, v. 15, n. 2, pp. 147-154.

Tramontina, J. (2003), Remoção de íons cádmio de soluções aquosas por eletrodeposição em eletrodos de carbono vítreo reticulado. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Who. World Health Organization. (1992), "Cadmium". Geneva.

Who. World Health Organization. (1972), "Evaluation of Mercury, Lead, Cadmium and the Food Additives Amaranth, Diethylpyrocarbonate, and Octyl Gallate". Geneva.