

## CÁDMIO NO AMBIENTE

O cádmio nos solos pode ser de origem natural (geogénica) ou industrial (antropogénica).

### Causas geogénicas

Estima-se que, anualmente, sejam libertadas para o meio ambiente cerca de 25 000 a 30 000 toneladas de cádmio [7]. Cerca de metade resulta de processos graduais como a erosão e abrasão de rochas [1, 7]. Fenómenos isolados como as erupções vulcânicas ou fogos florestais resultam também na libertação de cádmio para o ambiente [1, 7]. Os níveis naturais de cádmio no ambiente encontram-se sistematizados na tabela 4.

Tabela 4 - Níveis naturais do cádmio no meio ambiente [1, 4]

Atmosfera	0,1 a 5 ng/m <sup>3</sup>
Crosta terrestre	0,1 a 0,5 µg/g
Sedimento marinho	~1 µg/g
Água do mar	~ 0,1 µg/L

### Causas antropogénicas

A libertação de cádmio resultante de actividades humanas é cerca de 4 000 a 13 000 toneladas por ano, sendo as maiores contribuições das indústrias de combustíveis fósseis e actividades mineiras. Outras actividades responsáveis pela libertação de cádmio para o ambiente são: incineração de resíduos domésticos e municipais, esgotos, fundição de metais, utilização de fertilizantes fosfatados e a eliminação de produtos contendo cádmio [7].

### Percurso de cádmio no ambiente

O cádmio existe no ambiente em três compartimentos principais: ar, água e o solo, havendo transferências deste metal entre os compartimentos. O cádmio metálico não se degrada na natureza, mas pode variar entre diferentes formas químicas, a maioria das quais pode permanecer no ambiente por longos períodos de tempo [1].

As partículas atmosféricas contendo cádmio podem voltar à terra na forma de poeiras, chuva ou neve [59], por deposição gravitacional ou após dissolução na humidade atmosférica [7]. Um composto de cádmio(II) que entre na água pode permanecer nesta por um período longo ou ligar-se ao solo [7]. O cádmio dos solos pode passar para a água por captação pelas plantas ou por lixiviação [7]. O cádmio

precipitado ou adsorvido aos sedimentos do leito dos cursos de água pode ser ressuspendido em determinadas condições de pH, salinidade e potencial redox [7].

#### **a) Ar**

Uma vez que o cádmio se encontra distribuído na crosta terrestre, pode ser libertado para o ar através de poeiras, erupções vulcânicas e outros fenómenos naturais. Contudo, as actividades industriais são as principais fontes de emissão de cádmio para a atmosfera [revisado em 7]. Na União Europeia, 85 a 90% do total de emissões de cádmio provêm de fontes antropogénicas [18]. Nos estados membros da união europeia, as emissões atmosféricas de cádmio em 1990 foram de 158 toneladas, distribuídas de seguinte forma: 9,3% de fontes naturais, 20,4% de indústrias de metais não ferrosos, 17,9% da combustão de petróleo, 17,5% de incineração de resíduos, 15,3% de indústrias de ferro e aço, 13,4% da combustão de carvão, 4,4% da manufactura de cimentos e 1,8% de outras fontes [revisado em 18].

A espécie química de cádmio mais abundante no ar é o óxido de cádmio, mas podem também encontrar-se cloretos e sulfatos [7]. Habitualmente, o cádmio emitido para a atmosfera está associado a partículas muito pequenas que são respiráveis ( $< 10 \mu\text{m}$ ) e podem ser transportadas por milhares de quilómetros [7].

As concentrações atmosféricas de cádmio são de 0,1 a 5  $\text{ng}/\text{m}^3$  em zonas rurais, 2 a 15  $\text{ng}/\text{m}^3$  em áreas urbanas e 15 a 150  $\text{ng}/\text{m}^3$  em zonas industriais [revisado em 1].

Apesar do aumento das actividades de combustão de combustíveis fósseis e de incineração de resíduos, as emissões de cádmio não têm aumentado significativamente nos últimos anos devido à legislação sobre emissões [7].

#### **b) Água**

O cádmio nos cursos de água pode ter origem em processos naturais de erosão ou em causas antropogénicas (descargas de indústrias e de estações de tratamento, lixiviação de solos contaminados) [1, 7]. A contaminação de águas de consumo pode resultar da presença de cádmio como impureza no zinco de tubagens galvanizadas ou de soldaduras contendo cádmio nos depósitos, caldeiras, refrigeradores e torneiras [19].

Em águas não contaminadas, a maioria do cádmio encontra-se dissolvido na forma de ião hexahidratado. O restante pode estar como hidróxido, carbonato ou complexos orgânicos de cádmio(II), na forma de partículas grosseiras ou de colóides [7]. As formas solúveis podem migrar na água, enquanto que o cádmio em complexos insolúveis ou adsorvido aos sedimentos não é móvel [7]. Em

águas ricas em matéria orgânica, a adsorção de cádmio a substâncias húmicas e agentes quelantes tem um papel importante no transporte, distribuição e remobilização do metal [revisto em 7].

Os estudos feitos até ao momento acerca dos teores de cádmio na água têm revelado resultados muito díspares (de 5 a 4000 ng/L), dependendo da localização e da medição se referir ao cádmio total ou apenas ao dissolvido [1, 7]. Em águas não poluídas, os valores habituais são inferiores a 1 µg/L [7, 19]. Nas águas de abastecimento, o nível de cádmio é inferior a 1 ng/L, mas pode variar muito com as condições do local [7].

Em Portugal, de 1992 a 1998, os teores de cádmio nas águas estuarinas encontravam-se dentro dos valores estabelecidos pela legislação comunitária. Como se verifica na figura 1, ocorreu uma diminuição significativa da concentração de cádmio em todas as zonas húmidas analisadas, à excepção da Ria Formosa onde se verificou um ligeiro aumento dessa concentração [20]. Ao nível das concentrações de cádmio nos sedimentos, verificou-se um decréscimo bastante significativo desde o ano de 1996 em todas as zonas estudadas [20].

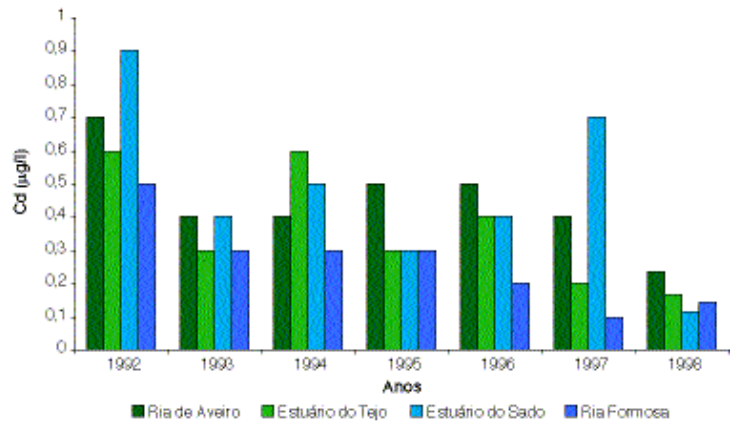


Fig. 1 - Teores de cádmio nas águas estuarinas

### c) Solo

A fonte de cádmio nos solos mais representativa são os fertilizantes de fosfato [7]. Outras fontes importantes são a eliminação para o solo de desperdícios contendo cádmio (como as baterias), as descargas de esgotos na terra ou a deposição das partículas atmosféricas de cádmio [1, 7].

O cádmio nos solos pode existir em formas hidrossolúveis ou em complexos insolúveis [7]. A mobilidade do metal é afectada pelo pH, reacções de oxidação-redução e complexação [7].

Os níveis de cádmio em solos não poluídos são muito variáveis, dependendo das fontes de minerais e material orgânico. Normalmente, encontram-se entre 0,01 a 1 ppm em solos de origem não vulcânica, mas podem ser superiores a 4,5 ppm em solos de origem vulcânica [revisto em 7]. O teor médio de cádmio, para solos não poluídos, é de 0,25 ppm [7]. Em zonas poluídas, as concentrações de cádmio nos solos são geralmente superiores a 4 ppm [7], tendo já sido encontrados teores superiores a 800 ppm [revisto em 7].

As contaminações de cádmio nos solos são particularmente importantes porque este metal é captado eficientemente pelas plantas, entrando assim na cadeia alimentar do Homem e outros animais [7].

### **Circuito do cádmio até aos alimentos**

O cádmio pode integrar-se no organismo dos animais, assim como nas plantas através do ar, água ou alimentos. Nos organismos, o cádmio pode assumir várias formas, mas mantém-se por muitos anos [7].

Existem plantas capazes de captar o cádmio dos solos e de o acumular, atingindo concentrações muito elevadas (superiores às que causam toxicidade em humanos e outros animais) [7, 21]. Exemplos destas plantas são o tabaco e o girassol [7, 22]. Os factores de bioconcentração (que se definem como a razão entre a concentração de uma substância num organismo e a sua concentração na água -num estado de equilíbrio), de cádmio nas plantas são de 603 a 960 [23]. A acumulação de metais em tecidos vegetais depende de três factores:

- (1) natureza do vegetal [24];
- (2) factores relacionados com o solo: pH (em solos ácidos o cádmio está mais disponível para ser captado pelas plantas) [7, 24], quantidade de matéria orgânica e quantidade do metal e de aniões [24];
- (3) factores externos, entre os quais se consideram variações de temperatura, luminosidade, humidade, aplicação de agentes correctivos e fertilizantes [24].

Alguns organismos aquáticos e terrestres (caranguejos, lagostins, bivalves, tartarugas) têm também a capacidade de bioacumular cádmio [3, 7], alcançando concentrações deste metal muito superiores às do seu habitat [7]. Os factores de bioconcentração são de 33 a 2213 para os peixes, de 5 a 2500 para mariscos e de 164 a 4190 para outros invertebrados [23]. A acumulação de cádmio por animais aquáticos pode ocorrer por captação directa através das membranas corporais ou indirectamente pela absorção dos alimentos digeridos no tracto digestivo [revisado em 25]. Esta acumulação depende do teor a que os organismos estão expostos, do tempo de exposição, da sua velocidade de depuração do metal, do peso corporal, da profundidade e da estação do ano [25].

Em mamíferos e aves, o cádmio pode encontrar-se no fígado em concentrações de 1 a 2 mg/Kg e nos rins de 1 a 10 mg/Kg. Animais com um período de vida prolongado concentram o cádmio, podendo alcançar teores de metal muito superiores [revisado em 7].

A presença de cádmio nos alimentos deve-se à utilização de fertilizantes fosfatados, a descargas de esgotos em terras de cultivo, à utilização de utensílios galvanizados ou com revestimentos com cádmio

no processamento e preparação dos alimentos, à utilização de loiças com pigmentos com cádmio e ao cádmio presente nos estabilizantes de plásticos usados como recipientes [revisto em 7].