

- [Introdução](#)
- [Referências bibliográfica](#)

### INTRODUÇÃO

De acordo com Tuna *et al.* (2006), metais são contaminantes ambientais estáveis e persistentes uma vez que não podem ser degradados ou destruídos. Entre os elementos químicos conhecidos 53 são designados como metais, e destes apenas 17 são biodisponíveis e importantes para o ecossistema (Carranza-Álvarez, 2008).

Embora os metais em geral, existam em baixas concentrações na crosta terrestre, sendo designados também como metais traço ou elementos traço (Baird, 1998), a intensa mineração destes elementos durante o século XX aumentou significativamente suas concentrações no meio ambiente aquático (Callender, 2004).

No meio aquático, os metais são oriundos de fontes naturais como lavagem geológica de solos e rochas, diretamente expostos à água, e por meio de fontes antrópicas como efluentes domésticos e industriais, pelo processo de mineração, pela aplicação de pesticidas na agricultura (Ebrahimpour & Mushrifah, 2008) e através de precipitação em áreas com poluição atmosférica (Pereira *et al.*, 2006).

Nos ecossistemas aquáticos, os metais e outros compostos tendem a acumular no sedimento (Shrivastava *et al.* 2003) e, dependendo das condições ambientais, podem começar a ser liberados na coluna d'água tornando-se biodisponíveis. Nestas condições podem afetar a biota, sendo incorporados ao longo da cadeia alimentar e conseqüentemente podendo causar danos também à saúde humana (Khan *et al.*, 2005).

Em geral, quando liberados no corpo hídrico os metais primeiramente são adsorvidos por partículas orgânicas ou inorgânicas e são então incorporados ao sedimento pelo processo de sedimentação, resultando em níveis mais elevados de metais neste compartimento (Botté *et al.*, 2007). As águas intersticiais (água do sedimento) podem apresentar altas concentrações de metais e são capazes de influenciar as concentrações de metais nas águas superficiais por meio de processos como a difusão, consolidação e bioturvação (Salomons & Förstner, 1984). Assim, as concentrações de metais no sedimento são maiores do que na coluna d'água. Portanto, a análise do sedimento é uma fonte de dados fundamental sobre a poluição no meio aquático (Brekhovskikh *et al.*,

2002).

Pela análise de sedimentos também é possível verificar o histórico da acumulação de metais que ocorreu ao longo do tempo, em decorrência do crescimento populacional e desenvolvimento industrial (Lokeshwari & Chandrappa, 2007). Isto porque é no sedimento que se depositam todos os compostos químicos. Desta maneira em um sistema aquático, formam-se camadas no sedimento ao longo do tempo, contendo compostos que representam a quantidade destes elementos liberadas no corpo d'água em diferentes períodos (Esteves, 1998). Assim torna-se possível, a partir destes depósitos, interpretar o desenvolvimento histórico e as alterações do ambiente. Os sedimentos funcionam, portanto, como um arquivo de informações de mudanças ambientais ao longo do tempo. Em geral, estas mudanças são frequentemente influenciadas por atividades como desenvolvimento industrial, desflorestamento, mineração e aumento de poluição (Xue *et al.*, 2007).

Entre as técnicas para se verificar o histórico da acumulação de metais que ocorreu ao longo do tempo, destaca-se a datação do sedimento com  $Pb^{210}$ , amplamente utilizada em corpos d'água lacustre (Callender, 2004). A técnica da análise da concentração de metais em cores de sedimento seguida da datação por elemento radiativo (geocronologia) é vantajosa, pois supre as deficiências da análise de dados acumulados em diferentes trabalhos numa dada região, como, por exemplo, mudanças nos pontos de amostragem, utilização de diferentes métodos analíticos com diferentes limites de detecção, além da ausência de valores em alguns períodos (Callender, 2004). Através da geocronologia do sedimento pode-se também estabelecer valores de referência regionais uma vez que é possível analisar períodos pré-industriais e assim livres da deposição de contaminantes de origem antrópica (Jesus, 2008). Alguns exemplos de trabalhos que enfocam a datação em perfil do sedimento, em corpos d'água lacustre, e as respectivas concentrações de metais traço no Brasil podem ser encontrados em: Leite (2002); Nascimento (2003); Cazotti (2003); Tavares, *et al* . (2003); Fávoro *et al* ., (2007); Jesus (2008).

Além da análise dos metais no sedimento e na água, é importante identificar também a extensão da concentração de metais na biota, e considerar seu impacto potencial na cadeia trófica e seu risco à saúde humana. Isto porque a simples verificação da concentração de metais no sedimento e averiguação de sua biodisponibilidade não é capaz de afirmar, com absoluta segurança que os metais, mesmo não sendo liberados na coluna d'água, não seriam incorporados pela biota. Organismos bentônicos que se alimentassem, por exemplo, a partir de tal sedimento poderiam ser contaminados e possivelmente afetar os demais níveis da cadeia trófica.

Além disso, de acordo com Chen & Folt (2000), a concentração de metais em água nem sempre prediz a concentração de metais na biota. Em macrófitas aquáticas, por exemplo, a concentração de metais pode ser muitas vezes superior do que no meio aquático em que elas estão inseridas (Samecka-Cymerman & Kempers, 2007), de acordo com Mishra *et al.*, (2008) este valor pode ser até 100 mil vezes maior.

Por esta razão, macrófitas aquáticas são reconhecidas como organismos resistentes à contaminação por metais pesados, tendendo a absorver, altas concentrações destes elementos (Mikryakova, 2002), sem nenhuma mudança funcional evidente (Brekhovskikh *et al.*, 2001), podendo ser inclusive utilizadas como bioremediadoras (Valitutto *et al.*, 2006). Apesar disto, macrófitas aquáticas contaminadas podem ser a fonte de alimento para uma variedade de herbívoros e organismos detritívoros levando à possibilidade de biomagnificação de metais nos níveis tróficos subsequentes (Mishra *et al.*, 2008).

Para o fitoplâncton é possível também observar altas concentrações de metais nestes organismos e baixas concentrações em água (PROSI, 1981). Na verdade, metais possuem grande afinidade ao plâncton em geral (Monterroso *et al.*, 2003). Uma vez agregados ou incorporados ao plâncton os metais podem ser transferidos na cadeia alimentar e transformados elevando sua toxicidade (Lawson & Mason, 1998), podendo provocar também a diminuição da biodiversidade deste grupo.

A contaminação por metais para o grupo dos peixes é também de particular interesse não apenas ao estudo dos ecossistemas mas também à saúde pública, uma vez que o consumo destes organismos pode afetar diretamente o homem. Exemplo mundialmente conhecido é o desastre de Minamata no Japão, no qual dezenas de pessoas foram levadas à morte devido ao envenenamento por mercúrio causado pelo consumo de peixes contaminados por metilmercúrio.

Além do mercúrio, os peixes também tendem a sofrer a sofrer os efeitos de toxicidade do cobre mais do que qualquer outro metal (Moore & Ramamoorthy, 1984). Isto é preocupante, pois embora o cobre seja um metal essencial quando em excesso na água, este elemento torna-se tóxico, sendo considerado dos metais mais tóxicos tanto ao ser humano quanto a animais (Kara & Zeytunluoglu, 2007). No Brasil a aplicação de sulfato de cobre para o controle da

floração de algas em represas é prática frequente, o que poderia refletir numa possível contaminação da comunidade de peixes nesses ambientes.

Assim além da análise de metais traço no meio abiótico, água e sedimentos, é importante também que o conteúdo destes contaminantes seja avaliado também no meio biótico, tanto em macrófitas aquáticas quanto no plâncton e até mesmo na comunidade piscívora. Desta maneira é possível observar as condições do ecossistema em relação à contaminação por metais pesados e a possibilidade de contaminação da população.

### Referências bibliográficas

Baird, C., 1998. *Environmental chemistry*. New York: Freeman and Company. 698p. Botté, S.E., Hugo Freije, R. & Marcovecchio, J.E. Dissolved Heavy Metal (Cd, Pb, Cr, Ni) Concentrations in Surface Water and Porewater from Bahia Blanca Estuary Tidal Flats. *Bull Environ Contam Toxicol*. v.79, p.415–421. 2007.

Brekhovskikh, V.F.; Volkova, Z.V.; Katunin, D.N.; Kazmiruk, V.D.; Kazmiruk, T.N. & Ostrovskaya, E.V. Heavy Metals in Bottom Sediment in the Upper and Lower Volga. *Water Resources*, v. 29, n. 5, p. 539–547. 2002.

Callender, E. Heavy metals in the environment- historical trends. In: Lollar, B. S. *Treatise on geochemistry- Environmental Geochemistry*. Vol 9. Spain: Elsevier Pergamon. 2004. p.67-105.

Carranza-Álvarez, C.; Alonso-Castro, A.J.; Alfaro-de La Torre, M.C & García-de La Cruz, R.F. Accumulation and Distribution of Heavy Metals in *Scirpus americanus* and *Typha latifolia* from an Artificial Lagoon in San Luis Potosí, México. *Water Air Soil Pollut* v.188, p.297–309. 2008.

Cazotti, R.I.; Gomes, A.C.F.; Nascimento, M.R.L. & Mozeto, A.A. Geocronologia isotópica de Sedimentos Límnicos: determinação de velocidades e taxas de sedimentação e das idades. *In:* Mozeto, A.A.; Umbuzeiro, G.A. & Jardim, W.F. (org). *Projeto Qualised- Métodos de Coleta, análises físico-químicas e ensaios biológicos e ecotoxicológicos de água doce*. São Carlos: Cubo. 2006. p.37-57.

Chen, C. & Folt, C. Bioaccumulation and Diminution of Arsenic and Lead in a Freshwater Food Web.

*Environ. Sci. Technol.*

v. 34, p.3878-3884. 2000.

Ebrahimpour, M. & Mushrifah, I.. Heavy metal concentrations (Cd, Cu and Pb) in five aquatic plant species in Tasik Chini, Malaysia.

*Environ Geol*

. v. 54, p. 689–698.2008.

Esteves, F.A. Limnologia. Rio de Janeiro: INEP: Interciência. 1998. 602p.

Fávaro, D. I. T.; Damatto, S. R; Moreira, E. G; Mazzilli B. P. & Campagnoli, F. Chemical characterization and recent sedimentation rates in sediment cores from Rio Grande reservoir, SP, Brazil.

*Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry.* v. 273, n..2, P. 451–463. 2007

Jesus, T.A.

*Avaliação do histórico de impactos antrópicos na bacia de drenagem do Lago das Garças (São Paulo-SP), durante o século XX, com base nos estoques de nutrientes, metais pesados e compostos orgânicos em sedimento lacustre*

. (Tese). EESC, USP, São Paulo. 2008. 135p.

Kara, Y.& Zeytunluoglu, A. Bioaccumulation of Toxic Metals (Cd and Cu) by *Groenlandia densa* (L.) Fourr.

*Bull Environ Contam Toxicol*

. v.79, p.09–612. 2007.

Khan, R.; Israili, S.H.; Ahmad, H. & Mohan, A. Heavy Metal Pollution Assessment in Surface Water Bodies and its Suitability for Irrigation around the Neyevli Lignite Mines and Associated Industrial Complex, Tamil Nadu, India.

*Mine Water and the Environment*

v. 24, p.155–161. 2005

Lawson, N.M. & Mason, R.P. Accumulation of mercury in estuarine food chains,

*Biogeochemistry*

, v.

**40**

p. 235–347. 1998.

Lokeshwari, H. & Chandrappa, G. T.. Effects of heavy metal contamination from anthropogenic sources on Dasarahalli tank, India H. 2007

*Lakes & Reservoirs: Research and Management,* v.

12, p.121–128. 2007.

Mishra, V. K.; Upadhyay, A. R.; Pandey, Sudhir Kumar & B.D. Tripathi. Concentrations of heavy metals and aquatic macrophytes of Govind Ballabh Pant Sagar an anthropogenic lake affected

by coal mining effluent.

*Environ Monit Assess*

. v. 141, p.49–58. 2008

Mikryakova, T. F. Accumulation of heavy metals by macrophytes at different levels of pollution of aquatic medium.

*Water Resources,*

v. 29, n. 2, p. 230–232. 2002.

Moore, J.W. Inorganic Contaminants of surface Water: Research and monitoring priorities. New York: Springer-Verlag. 1991. 334p

Monterroso, P.; Abreu, S.N.; Pereira, E.; Vale C., Duarte, A.C. Estimation of Cu, Cd and Hg transported by plankton from a contaminated area (Ria de Aveiro).

*Acta Oecologica, v.*

24 , p. S351–S357. 2003.

Nascimento, M.R. L.

*Proposição de valores de referência para concentração de metais e metalóides em sedimentos limnicos e fluviais da bacia hidrográfica do rio Tietê, SP.*

(Tese). UFSCar, São Carlos. 2003. 142p.

Pereira, M.O. ; Calza, C.; Anjos, M.J.; Lopes, R.T. & Araújo, F.G. Metal concentrations in surface sediments of Paraíba do Sul River (Brazil

)

.

*Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*

, v.269, n.3 707–709. 2006

.

Prosi, F. Heavy metals in aquatic organisms.

□ *In*

: Förstner, U. & Wittmann, G.T.W. (eds)

Salomons, W. & Förstner, U.

*Metals in the Hydrocycle*

. Springer Verlag. 1984. 349p.

Samecka-Cymerman, A. & Kempers, A.J. Heavy Metals in Aquatic Macrophytes from Two Small Rivers Polluted by Urban, Agricultural and Textile Industry Sewages S.W Poland.

*Arch. Environ. Contam. Toxicol*

. v.53, 198–206. 2007.

Shrivastava, P.; Saxena, A. & Swarup, A

.

Heavy metal pollution in a sewage-fed lake of Bhopal, (M. P.) India.

*Lakes & Reservoirs: Research and Management*

v.8, p. 1–4. 2003.

Tavares, G.A; Ferreira, J.R & Oliveira, C.R. Histórico da presença de metais pesados (Hg, Cu, Mn, Cr e Ni) na lagoa rio das Pedras, Bacia do rio Moji-Guaçu-SP, Brasil.

*Holos Environment.*

v.3, n.2, p.74-84. 2003.

Valitutto, R.S.;Sella, S.M.;Silva-Filho E.V.; Pereira, R.G. &Miekeley, N. Accumulation of metals in macrophytes from water reservoirs of a power supply plant, Rio de Janeiro State, Brazil.

*Water Air Soil Pollut.*

v.178, p.89–102. 2006.

Xue, B.; Yao, S. & Xia, W. Environmental changes in Lake Taihu during the past century as recorded in sediment cores.

*Hydrobiologia. N.*

581, P.117–123. 2007.

Por Sheila Cardoso da Silva – PPG Ecologia, Depto. de Ecologia, IB, USP, São Paulo, Brasil.