



# ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO POR METAIS EM MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS, ÁGUA E SEDIMENTO DE SUB - BACIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.

Chiba, W.A.C. <sup>1,2</sup>

Tundisi, J.G. <sup>1,2</sup>; Baio, J.A.F. <sup>3</sup>; Torres, J. C. <sup>2</sup>; Passerini, M. D. <sup>1,2</sup>

1 - Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Rod. Washington Luís, Km 235, SP 310, São Carlos, 13565 - 905, SP, Brasil.

2 - Instituto Internacional de Ecologia, Rua Bento Carlos, 750, Centro, São Carlos, Brasil

3 - Universidade de São Paulo, Departamento de Química, São Carlos, Brasil

wagner.chiba@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A água constitui um dos elementos vitais para os seres vivos e o seu uso inadequado para diferentes finalidades tem causado inúmeros problemas tanto na qualidade quanto na quantidade desse recurso. Também devido ao aumento exponencial da sua demanda e na deterioração da qualidade da água por falta de cuidados no tratamento de esgotos e de efluentes industriais a água passou a ser considerada um recurso limitado, sendo objeto central de conflitos em diferentes escalas, de local a mundial (Tundisi, 2003).

A propagação de doenças por intermédio da água seja por via oral ou cutânea, se deve à contaminação hídrica em decorrência da disposição inadequada dos resíduos resultantes de atividades humanas (agricultura, pecuária, mineração, industrialização), além das descargas de esgotos domésticos não tratados nos corpos hídricos (Beyruth *et al.*, 1997; Tundisi, 2003).

Poluentes, quando inseridos no sistema aquático, apresentam comportamento heterogêneo, podendo ser tóxicos simplesmente por sua presença ou por meio de processos de degradação, os quais liberam compostos que assimilados pelos organismos, poderão interferir em seus processos fisiológicos, influenciando os aspectos reprodutivos, sobrevivência e, conseqüentemente, alterando a estrutura da população (Boudou & Ribeyre, 1989).

Os metais contidos nas águas naturais exercem um importante papel na função biológica de muitos organismos. Alguns tipos de metais, dependendo da forma como estão dispostos na água, podem apresentar um elevado grau de toxicidade para as formas de vida, enquanto que outros são considerados essenciais como, por exemplo, Fe, Al, Zn. Porém, em altas concentrações, estes podem ser tóxicos (Templeton *et al.*, 2000).

A quantificação e identificação das conseqüências ambientais de determinado poluente é difícil, mesmo quando en-

contrado em altas concentrações e por um longo período de exposição. Assim, larvas de insetos têm muitas propriedades úteis que os fazem organismos sentinelas nos programas de biomonitoramento de água doce, podendo indicar as implicações deste poluente ao ambiente (Lorenzi *et al.*, 2008). Nos últimos anos, tem - se desenvolvido muitos estudos relativos às concentrações de metais em populações de macro invertebrados aquáticos, através do estabelecimento de Bioindicadores (Moreno & Callixto, 2006; Santoro *et al.*, 2008; Corbi *et al.*, 2008). A utilização desta técnica reflete uma nova tendência no âmbito conservacionista a nível mundial, pois atua através de uma metodologia que integra baixos custos e grande eficiência e precisão (Phillips *et al.*, 1993). Estas populações sintetizam a história recente do ambiente que habitam, refletindo os efeitos de diferentes fatores ambientais estressantes.

Na região de São Carlos, somente o trabalho de Rodrigues (2001), deu enfoque na análise dos metais nos corpos de água das bacias do Jacaré - Guaçu e do Feijão, porém estudos sobre metais em organismos são inexistentes para a bacia.

Neste projeto pretende - se avaliar interação da biota macro bentônica das bacias especificadas, com relação aos índices dos metais Al, Cd, Pb, Zn, Cr, Co, Cu, Fe, Mn e Ni encontrados nessas populações e no ambiente que habitam. Para estabelecer critérios de avaliação tomar - se - á em consideração às normas determinadas pelas resoluções do CONAMA, competentes para água e sedimento.

## OBJETIVOS

- Avaliação dos índices dos metais Al, Cd, Pb, Zn, Cr, Co, Cu, Fe, Mn e Ni, na biomassa bentônica, na água e no sedimento das sub - bacias do Monjolinho e da Bacia do Feijão,

considerando as resoluções do CONAMA n 357, para águas superficiais, CONAMA n 344, para sedimentos.

- Avaliação das vias de aporte de metais nos corpos d'água das sub - bacias estudadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas nos meses de fevereiro e março de 2008 (chuva) e setembro de 2008 (seca) em trinta e um pontos de coleta da cidade, para água e sedimento e em 6 pontos de coleta de intensa eutrofização para os macroinvertebrados. O município de São Carlos está localizado na região central do estado de São Paulo, entre as coordenadas 47°30' e 48°30' Longitude Oeste e 21°30' e 22°30' Latitude Sul. A área do município é de 1.132 Km<sup>2</sup>. A população total é de aproximadamente 219 mil habitantes, dos quais 93,6% são de assentamento urbano. O município possui uma rica rede hídrica e a cidade se assenta nas cabeceiras de muitos córregos. O Rio Monjolinho, responsável pela principal drenagem urbana, atravessa a cidade no sentido leste - oeste. O Ribeirão do Feijão, o principal manancial que abastece a cidade de São Carlos, se encontra a 13 km do centro de São Carlos, utilizado para captação de água. A outra captação de água superficial é a Espriado, próxima a nascente do Rio Monjolinho.

- Metodologia para macroinvertebrados bentônicos

Coletamos os organismos macroinvertebrados através de redes de 30X30 cm nos pontos de coleta selecionados, armazenados em refrigeração para triagem viva. Em laboratório, triamos as amostras e posteriormente utilizamos o processo de liofilização para secagem dos organismos. Para as análises de índice de metais nos organismos triados, utilizamos Metodologia USEPA3050B modificada.

- Metodologia para sedimento

Coletamos o sedimento com espátula de plástico nos pontos de coleta, armazenando à 0 & 176;C de temperatura. Utilizamos a metodologia para a determinação dos conteúdos de metais nas amostras de sedimento descrita pela USEPA 3050B.

- Metodologia para água superficial

Realizamos as análises de padrões físico químicos, nos pontos especificados, utilizando o equipamento HORIBA V23, abordando pH, material em suspensão, oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade da água. Coletamos 500 mL de água em cada ponto para análises laboratoriais de concentração de metais.

- Determinação da concentração dos metais nas amostras

Todos os produtos resultantes analisamos mediante espectrômetro de absorção atômica Varian (Austrália) modelo AA240 FS (Fast Sequential).

- Processamento dos resultados

Para os resultados obtidos, utilizamos as metodologias estatísticas, disponibilizadas pelo programa computacional PAST 1.82 v., de análise de discriminantes, para verificação se há diferenças significativas entre as duas coletas (cheia e seca) e análise dos componentes principais para verificar a distribuição dos metais na água.

## RESULTADOS

Os resultados de concentração de metais na água foram confrontados com a norma CONAMA n 357 para águas de classe 1 e 3, assim como os resultados de sedimento, foram confrontados com a norma CONAMA n 344.

As análises demonstram que a concentração de metais na água, no período de chuva, foram muito superiores as análises de metais da água para seca. As concentrações de metais na água no período de cheia, apresentaram - se significativamente diferentes das concentrações de metais na água no período de seca, segundo teste de discriminantes ( $p = 7,84E - 25$ ).

A concentração de metais na água coletada na época chuvosa apresentou - se elevada, tanto para classe 1 quanto para classe 3. Contaminações por Cd, Cu, Cr, Co e Ni foram constatadas em pontos de mananciais próximos a estação de tratamento de esgoto, localizada na sub - bacia do Monjolinho e de abastecimento municipal, na sub - bacia do Feijão. A contaminação por cádmio, chumbo e níquel está relacionada principalmente com o descarte de baterias de carro, portáteis e dejetos de produção industrial nestes corpos d'água. A água coletada no período da seca apresentou concentrações de metais dentro da norma CONAMA n 357.

O sedimento não apresentou variações significativas na concentração de metais para o período de seca, quanto às concentrações avaliadas no período de cheia, devido a sua natureza estocástica quanto aos metais. Porém, alguns pontos apresentaram concentrações elevadas de Ni e Cr quanto a norma CONAMA n 344, para sedimentos nível 1 e 2.

Os organismos apresentaram bioacumulação para todos os metais presentes. Verificamos a presença de altas concentrações de Fe, Mn e Al. Estes são metais abundantes nos solos da região e não representam alta toxicidade para a biota. Porém, Cr, Ni, Cu e Pb foram encontrados em altas concentrações na biota. Estes metais, mesmo em baixos níveis, representam alta toxicidade e conseqüente risco para todo o ecossistema. Atualmente, o Brasil não possui constituição referente à níveis de metais para os organismos macroinvertebrados bentônicos. Porém, a portaria n<sup>o</sup> 685 de 27 de agosto de 1998 fornece alguns parâmetros para comparação. Segundo esta portaria, a concentração de chumbo para peixes e produtos de pesca seria 2,0 mg/Kg. Os níveis encontrados foram de 9 a 38 vezes mais alto que o permitido. Para cádmio, a mesma norma estabelece 1,0 mg/kg, sendo os valores encontrados, muito acima do permitido; o mesmo acontece para mercúrio.

A análise de componentes principais (PCA) para os metais presentes na água para as duas campanhas (chuva e seca) apontou uma maior caracterização dos pontos de coleta do período de chuva pelos metais Pb, Cd, Co, Cu e Cr, enquanto uma maior caracterização dos pontos de coleta do período de seca pelos metais Al, Mn, Fe e Zn. Esta distribuição demonstra que a contaminação por metais nas sub - bacias estudadas ocorre devido a fontes não pontuais, e não a fontes pontuais. Fontes pontuais seriam caracterizadas como lançamento direto de efluentes, por exemplo, efluentes industriais lançados diretamente nos corpos d'água. Contaminação por fontes não pontuais ocorrem via lixiviação do contaminante presente no solo.

Como a contaminação por metais “industrializados” (encontrados em baixas concentrações na natureza, porém encontrados em altas concentrações em processos industriais) ocorreu exclusivamente no período chuvoso, esta contaminação tem origem em fontes não pontuais via lixiviação, provavelmente associada a antigos aterros sanitários já em desuso, porém próximos aos mananciais mais impactados. A origem das altas concentrações dos metais Fe, Al, Zn e Mn presentes na coleta da seca é natural, uma vez que esta composição metálica é característica da morfologia de solo presente no cerrado das sub - bacias.

## CONCLUSÃO

A concentração elevada de metais na água, no sedimento e nos organismos, pressupõe uma maior vulnerabilidade à saúde humana proveniente desta contaminação e da bioacumulação. A vulnerabilidade à saúde humana resultante da contaminação por metais pesados pode ser resultante de duas rotas: a contaminação da água potável devido à deficiência de tratamento, expondo a população à ingestão de doses de metais acima das toleráveis; ou a ingestão através da rede alimentar pelo consumo de peixes. No caso do Ribeirão do Feijão, a principal fonte de possível contaminação da população em relação aos metais é através do abastecimento de água para os municípios de São Carlos e Itirapina, uma vez que a pesca é atividade insignificante nestes recursos hídricos.

A contaminação tem origem não pontual. Desta forma, não foi encontradas evidências de que haja descarte de efluentes industriais relacionados a metais, diretamente na água. Os altos índices de metais tem origem difusa, provavelmente devido a produtos como “baterias portáteis” e de veículos automotivos, lâmpadas fluorescentes, produtos banhados a cromo, cuja sua presença nos aterros pode contaminar não só o solo presente e de contato direto, mas também os mananciais de abastecimento da cidade.

A mata ciliar ausente nos corpos d’água coletados é um agravante para poluentes de fontes difusas, uma vez que o aporte da lixiviação é maior nos corpos d’água e, associa-se a outros com o aumento do processo de assoreamento.

A inexistência de normas para contaminantes em seres vivos é um problema a ser discutido. Com o uso cada vez mais frequente de bioindicadores, parâmetros de qualidade e índices de contaminantes máximos permitidos para a biota aquática deveriam ser estipulados pelos órgãos competentes.

(Agradecemos ao Instituto Internacional de Ecologia por possibilitar a realização deste trabalho.)

## REFERÊNCIAS

- Beyruth, Z. ; Caleffi, S. ; Zanardi, E. ; Cardoso, E. ; Rocha, A. A. , 1997 . Water Quality of Guarapiranga Reservoir,

1991 - 92, SP, Brazil. Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Stuttgart, v. 26, n. 2, p. 675 - 683.

- Boudou, A. & Ribeyre, F., 1989, Fundamental concepts in aquatic ecotoxicology. In: A. Boudou & F. Ribeyre (eds), aquatic ecotoxicology, fundamental concepts and methodologies, 1:35 - 75.

- Conama. Resolução 020 - 1986. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. [<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>], 1986.

- Conama. Resolução 344 - 2004. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. [<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res04/res34404.xml>], 2005

- Conama. Resolução 357 - 2005. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. [<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>], 2005.

- Corbi, J. J. ; Trivinho - Strixino, S. ; Dos Santos, A. , 2008. Environmental Evaluation of Metals in Sediments and Dragonflies Due to Sugar Cane Cultivation in Neotropical Streams. Water, Air and Soil Pollution, p. 325 - 333.

- Goldman, C. R. & Horne, A.J.,1983, Limnology. New York: McGraw - Hill Book Company, 464p.

- Lorenzi, A.H., Cain, D. J., Parchaso, F. Thompson, J.K., LUOMA, S.N., HORNBERGER, M.I., DYKE, J.L. 2008. Near - Field Receiving Water Monitoring of Trace Metals and a Benthic Community Near the Palo Alto Regional Water Quality Control Plant in South San Francisco Bay, California: 2007. U.S. Geological Survey Open File Report 2008 - 1180. Menlo Park, California. 127pp.

- Moreno, P.; Callixto, M., 2006. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in the south - eastern Brazil. Hydrobiologia, v. 560, , p. 311 - 321.

- Phillips, D. J. H. & P. S. Rainbow, 1993. Biomonitoring of Trace Aquatic Contaminants. Elsevier Applied Science, London, 371 pp.

- Rodriguez, M. P., 2001, Avaliação da qualidade da Bacia do Alto Jacaré - Guaçú/ SP (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas.

- Santoro, A.; Blo, G.; Mastrolitti, S.; Fagioli F., 2008. Bioaccumulation of Heavy Metals by Aquatic Macroinvertebrates Along the Basento River in the South .of Italy. Water, Air, & Soil Pollution, DOI 10.1007/s11270 - 008 - 9923 - 5.

- Templeton, D. M.; Ariese, F.; Cornelis, R.; Danielsson, L. G.; Muntau, H., van leeuwen, H. P.; Lobiński, R. Guidelines for terms related to chemical speciation and fractionation of elements. Definitions, structural aspects, and methodological approaches. Pure Appl. Chem. 72:1453 - 1470, 2000.

- USEPA. Method 3050 B. 1998a. Disponível em: <http://www.epa.gov/SW - 846/pdfs/3050b.pdf>. Acesso em: junho 2007.