



METAIS PESADOS EM SEDIMENTOS ALUVIONARES E EM SUSPENSÃO NO RIO RIBEIRA DE IGUAPE - SP

V. Guimarães¹; J. B. Sígolo²

¹Aluna de Pós-Graduação do Programa de Geoquímica e Geotectônica do Instituto de Geociências da USP
e-mail: valguima@usp.br

²Prof. Drº. do Departamento de Geologia Ambiental e Sedimentar do Instituto de Geociências da USP
e-mail: jbsigolo@usp.br

Palavras-chave: metais pesados, sedimentos aluvionares, sedimentos em suspensão, transporte e mineração.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com relação à poluição das redes de drenagens por metais pesados aumentou nos últimos anos em decorrência da conscientização de que este bem natural é de fundamental importância para a sociedade como um todo. Os metais pesados podem ser introduzidos ao sistema aquático a partir de processos naturais, tais como, intemperismo, erosão e erupções vulcânicas, bem como uma variedade de atividades antrópicas. No sistema aquático, os metais podem estar presentes nas formas: particulada (em suspensão ou sedimento de fundo), coloidal e dissolvida, sendo constantemente redistribuídos entre estas fases durante o transporte, e dependendo de sua forma química, podem ser acumulados pelos organismos vivos.

Devido a todo esse processo dinâmico de transporte e redistribuição dos metais nas diferentes fases, concentrações de metais pesados aparentemente baixas na coluna d'água e nos sedimentos, podem ser potencialmente disponíveis para acúmulo pelos organismos, tornando-se eventualmente tóxicos.

O material particulado, tanto em suspensão como na forma de sedimento de fundo, representa importante parâmetro na análise da dinâmica e distribuição dos metais pesados, visto que uma grande parte dos elementos transportados na água está associada a essas partículas. Em decorrência de tal processo, este trabalho aborda o estudo da concentração de Pb, Zn, Cu e Cr em amostras de sedimento aluvionar e sedimento em suspensão coletadas na bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, como forma do entendimento da dinâmica destes metais neste rio.

A escolha por esta bacia se deu em virtude da mesma ser objeto de várias pesquisas ambientais em decorrência do aporte de metais pesados (Pb, Ba, Zn, As, Cu, Ag e Cd) para suas drenagens, incluindo todo o trecho meso-inferior do rio Ribeira de Iguape até o sistema estuarino lagunar de Iguape-Cananéia (CETESB, 1986; MORAES, 1997; TESLLER et al., 1987). Tal aporte está ligado à intensa atividade extractiva em mineralizações sulfetadas, ocorrida no período de 1918 a 1995, na região das cabeceiras deste rio. Durante aproximadamente 40 anos os resíduos provenientes do beneficiamento de várias minas (rejeitos da concentração) bem como de uma unidade metalúrgica (escórias) foram lançados diretamente nesta bacia hidrográfica (principalmente, no ribeirão Grande e rio Ribeira de Iguape), passando, assim,

a integrar efetivamente os depósitos fluviais recentes desta bacia. No início dos anos 90, com o recrudescimento da fiscalização ambiental, estes resíduos passaram a ser acumulados marginalmente às drenagens na forma de imensas pilhas, que subsistem até hoje.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletados nove perfis de sedimentos aluvionares ao longo do segmento Iporanga-Eldorado (Fig. 1), os quais foram subamostrados no campo em topo, meio e base. As amostras foram homogeneizadas e peneiradas em peneira de 2,00mm, sendo à fração menor que esta, encaminhada para análise química total por (FRX) no Laboratório de Caracterização Tecnológica da Poli – USP. Os valores obtidos nas análises químicas totais (FRX) foram comparados com valores de referência para sedimentos elaborados pelo Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME, 1999), os quais são divididos em duas categorias de classificação: TEL ("Threshold Effect Level") e PEL ("Probable Effect Level"). Para a utilização destes valores, foram recalculadas as concentrações totais para os sedimentos aluvionares, uma vez que só foram analisadas amostras com frações menores que 2,00mm. Além dos parâmetros PEL/TEL, os dados obtidos também foram comparados com valores de *background* regionais, segundo CPRN (1978).

Nos sedimentos aluvionares, além das análises químicas totais, também foram realizadas análises granulométricas, determinação do teor de matéria orgânica e análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV), visando caracterizar tais sedimentos.

Além dos sedimentos aluvionares, foram coletados sedimentos em suspensão no segmento Eldorado-Iguape, os quais foram analisados quimicamente (química total) por FRX no Laboratório de Caracterização Tecnológica da Poli – USP. Nestes sedimentos foram obtidas medidas de pH e Eh, a partir de pHmetro portátil DIGIMED.

RESULTADOS E DISCUSSOES

Os sedimentos aluvionares são constituídos principalmente pelas frações granulométricas areia média (média de 56%) e areia fina (média de 26%), e exibem baixo teor de matéria orgânica (média de 0,50%). Segundo as análises realizadas em MEV, pode-se verificar que estes sedimentos não são muito angulosos.

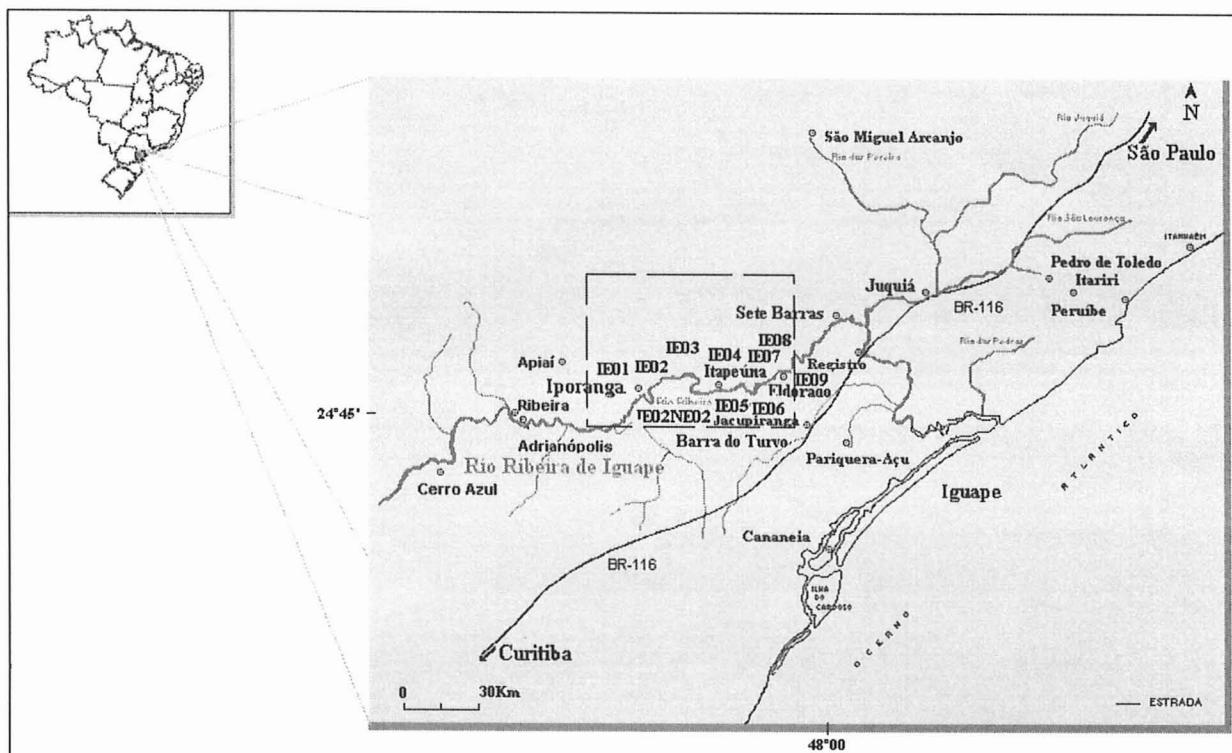


Figura 1 – Mapa de localização dos pontos de coleta dos sedimentos aluvionares (IE01 até IE09).

Quanto aos teores de metais pesados, verificou-se a presença de Cr, Zn e Pb, nas subamostras de sedimentos aluvionares (topo, meio e base) coletadas nos nove perfis. Os teores detectados para estes três metais pesados foram comparados com valores de referência para sedimentos PEL/TEL, como indicativo de possível contaminação destes materiais (Tabela 1,2,3).

De modo geral, os teores mais elevados detectados nas amostras de sedimento aluvionar, foi para o metal pesado Cr (Tabelas 1, 2 e 3), onde este ultrapassa os valores de referência PEL em aproximadamente 3 vezes ao valor recomendável pela CCME (1999), indicando a necessidade da realização de análises mais específicas (estudo da biodisponibilidade) para comprovação da

contaminação ou não deste metal em tais sedimentos. Por outro lado, o metal pesado Zn, apresentou em todas as amostras teores abaixo do valor de referência PEL/TEL e acima do valor de *background* regional, conforme tabelas 1, 2 e 3.

Nas amostras IE01t, IE02NE02t, IE04t, IE05t, IE06t, IE07t, IE09t, IE02NE02m, IE05m, IE06m, IE07m, IE02NE02b, IE05b e IE06b, verifica-se que os teores de Pb detectados estão acima dos valores de referência PEL, enquanto que no restante das amostras estes teores estão acima dos valores de referência TEL. O teor de Pb detectado em todas as amostras de sedimentos aluvionares está acima do valor de *background* regional (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1- Teor de metais pesados detectados nas amostras do topo de perfis de sedimentos aluvionares coletados no segmento Iporanga-Eldorado.

Elementos (ppm)	IE01 (Topo)	IE02 (Topo)	IE02NE02 (Topo)	IE03I (Topo)	IE04 (Topo)	IE05 (Topo)	IE06 (Topo)	IE07 (Topo)	IE08 (Topo)	IE09 (Topo)	PEL	TEL	Background Regional
Cr	374,00	299,88	544,00	298,52	295,80	408,00	544,00	403,92	299,20	399,84	90,00	37,30	
Zn	40,00	50,40	80,00	70,24	69,60	160,00	80,00	158,40	70,40	78,40	315,00	123,00	47,00
Pb	93,00	58,59	93,00	81,65	161,82	186,00	93,00	184,14	81,84	91,14	91,30	35,00	16,00

Tabela 2- Teor de metais pesados detectados nas amostras da porção mediana de perfis de sedimentos aluvionares coletados no segmento Iporanga-Eldorado.

Elementos (ppm)	IE02 (Meio)	IE02NE02 (Meio)	IE03I (Meio)	IE05 (Meio)	IE06 (Meio)	IE07 (Meio)	IE08 (Meio)	IE09 (Meio)	PEL	TEL	Background Regional
Cr	199,92	272,00	313,68	408,00	272,00	383,52	167,28	379,44	90,00	37,30	
Zn	33,60	80,00	52,72	160,00	160,00	75,20	0,00	74,40	315,00	123,00	47,00
Pb	0,00	186,00	61,29	186,00	186,00	174,84	38,13	86,49	91,30	35,00	16,00



Tabela 3- Teor de metais pesados detectados nas amostras da base de perfis de sedimentos aluvionares coletados no segmento Iporanga-Eldorado.

Elementos (ppm)	IE02NE02 (Base)	IE03I (Base)	IE05 (Base)	IE06 (Base)	IE07 (Base)	IE08 (Base)	IE09 (Base)	PEL	TEL	Background Regional
Cr	340,00	283,97	680,00	544,00	456,96	347,48	710,60	90,00	37,30	
Zn	80,00	55,68	160,00	160,00	153,60	58,40	76,00	315,00	123,00	47,00
Pb	93,00	64,73	93,00	186,00	89,28	67,89	88,35	91,30	35,00	16,00

Com relação aos sedimentos em suspensão, nota-se que as concentrações dos quatro metais pesados decaem em Registro e depois tornam a subir até Iguape (Tabela 4). O Pb exibiu teor acima do *background* regional em todos os pontos de amostragem e acima do valor de referência TEL. Apenas no ponto localizado em

Eldorado, o valor detectado de Pb ultrapassou o valor de referência PEL.

O teor de Cr detectado nos sedimentos em suspensão está bem abaixo do detectado nos sedimentos aluvionares, mas mesmo assim encontram-se acima do valor de referência TEL (tabela 4)

Tabela 4 - Teor de metais pesados detectados nas amostras de sedimento em suspensão coletadas de Eldorado até Iguape.

Elementos	São Sebastião Eldorado Média	Stª Elisa Sete Barras Média	Porto piramide Registro Média	Jaire Pariquerá	Três Barras Iguape	PEL ppm	TEL ppm	Background Regional
Cr	65,00	63,5	57,67	88	85	90,00	37,30	
Cu	31,33	25	20,00	33	37			
Zn	133,00	114	71,33	132	144	315,00	123,00	47,00
Pb	99,67	74	32,33	75	76	91,30	35,00	16,00

O teor de Zn detectado nos sedimentos em suspensão encontra-se acima do valor de *background* regional e acima do valor de referência TEL, com exceção do ponto de coleta localizado em Registro.

Nos sedimentos em suspensão, o pH variou de 7,00 a 6,00, no sentido Eldorado-Iguape, conforme exibe a

tabela abaixo. Indicando que este sedimento vai ficando mais ácido conforme a proximidade com o sistema estuarino lagunar Iguape-Cananeia. O fato do pH ser mais elevado em Eldorado e Sete Barras, pode ser explicado pelo teor de carbonato encontrado nos rejeitos que estão depositados acima destas localidades. O valor de Eh, também decai de Eldorado para Iguape (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores de pH e Eh medidos nos sedimentos em suspensão (Eldorado-Iguape).

Pontos de Coleta do Sedimento em Suspensão	pH sedimento em suspensão	Eh (mV) sedimento em suspensão
Porto de Areia (Eldorado)	7,03	292,00
Porto de Areia (Sete Barras)	7,00	267,00
Porto de Areia (Registro)	6,97	270,00
Porto de Areia (Iguape)	6,01	121,00

CONCLUSÕES PRELIMINARES

Pode-se afirmar que os sedimentos aluvionares apresentam em sua composição Pb e Zn provenientes das atividades mineiras (minas a montante) e que estes não são naturais, pois estão acima dos valores de *background* regionais, indicando como possível origem os resíduos de mineração lançados no rio quando do período de lavra no decorrer de 40 anos.

Os valores de Pb e Cr detectados nos sedimentos aluvionares estão acima dos valores de referência PEL. Tal fato é um indicativo, que possivelmente estes metais estão contaminando o meio, exigindo maiores análises. Por outro lado, o Zn foi detectado em teores menores que os valores de referência PEL, o que sugere que este não está contaminando o meio aquático em questão.



Além disto, pode-se concluir preliminarmente que os metais pesados que estavam depositados nos sedimentos de fundo e aqueles que estavam depositados nos resíduos localizados nas margens do rio estão sendo transportados pelo sedimento em suspensão até as proximidades de Iguape.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo apoio financeiro, processo 02/09726-0.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CCME – Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life.
http://www.ccme.ca/publications/can_guidelines.html.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico, 1986. Avaliação dos níveis de contaminação por metais pesados e pesticidas organoclorados na água, ictiofauna e outros organismos aquáticos do complexo estuarino lagunar Iguape-Cananéia: Relatório final. São Paulo, 68pg.

CPRN - Coordenadoria de Proteção dos Recursos Naturais, 1978. Relatório técnico: Projeto geoquímico no vale do Ribeira – Relatório final. São Paulo. 326pg.

Moraes, R. P., 1997. Transporte de Chumbo e metais associados no rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Campinas, 94pg. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Campinas.

Tessler, M. G; Suguio, K.; Robiolotta, P. R.; 1987. Teores de alguns elementos traços metálicos em sedimentos pelíticos da superfície de fundo da região lagunar de Cananéia-Iguape. In: Simpósio sobre ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos conhecimentos. Cananéia. Anais ACIESP. São Paulo, v.2, 255-263.