

NÍVEIS DE METAIS PESADOS (Pb, Cu e Zn) NA PLATAFORMA CONTINENTAL E TALUDE SUPERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Moysés G.Tessler¹, Rubens C.L.Figueira^{1,3}, Roberto T.Saito² e Ieda I.L.Cunha²

1 – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo – IOUSP
Praça do Oceanográfico, 191 – Caixa Postal 66149 – São Paulo, Brasil.

2 – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN-SP

3 – Universidade Cruzeiro do Sul – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas-CETEC
E-mail: figueira@curiango.ipen.br

ABSTRACT

The Southern Continental Shelf belonging to the São Paulo State represents one of the most important areas for fishing. The high levels of heavy metals in the sediments can cause several environmental damages to this important area. Thus this work evaluated the levels of some heavy metals (Pb, Cu and Zn) in this area, analysing 13 cores, obtained by using a box corer. The obtained results showed that the levels for the medium shelf (~100 m) were three times higher than those ones for intern shelf (~50 m) and for the extern shelf and superior continental slope (150-250 m). Isotope rates analysis indicated the source of the sediments are not only of the mineralized areas of Alto do Ribeira, from Ribeira de Iguape river, but the sediments are too native of the Pre-Cambrian embasement crystalline rocks.

1 – INTRODUÇÃO

A lacuna de levantamentos sistemáticos de parâmetros hidrodinâmicos tem dificultado o estabelecimento de modelos de circulação litorânea de fundo e de plataforma e, conseqüentemente, o conhecimento acerca das tendências atuais de movimentação, remobilização e aporte de sedimentos terrígenos e marinhos na plataforma continental sudeste do Brasil.

De acordo com a cartografia sedimentar existente (CORRÊA, 1978; REMAC, 1979), a sedimentação na plataforma continental sudeste brasileira é essencialmente terrígena, formada por areias e lamas, de natureza quartzosa. Esta sedimentação é referida como resultante, predominantemente, do retrabalhamento de sedimentos oriundos de eventos regressivos quaternários.

As questões relacionadas a atual contribuição de sedimentos continentais para a plataforma continental sudeste, em especial ao litoral sul paulista, não têm sido convenientemente enfocadas, muito embora este trecho da plataforma brasileira apresente uma razoável cobertura em termos de amostras analisadas quase que exclusivamente quanto a granulometria.

A presença de sedimentos pelíticos, ricos em elementos metálicos, nos sistemas costeiros do sul paulista, provenientes das áreas mineralizadas do Alto Vale do Ribeira, constitui o testemunho da importância do sistema fluvial como fonte atual de sedimentos terrígenos para áreas marinhas rasas (TESSLER *et al.*, 1987; FERREIRA, 1994; MORAES, 1997).

A ausência de áreas expressivas de sedimentação pelítica na plataforma continental interna sul do Estado de São Paulo ressalta a questão do destino de carga de sedimentos em suspensão, rico em constituintes metálicos, exportados pela desembocadura do Rio

Ribeira, bem como dos mecanismos de dinâmica costeira que são os responsáveis pela remobilização desse material para regiões mais profundas da plataforma continental.

A retirada de sedimentos em suspensão, de áreas costeiras para regiões oceânicas mais profundas, foram descritas por MAHIQUES *et al.* (1999), para o litoral norte paulista. De acordo com os autores esses processos de deslocamento estão intimamente relacionados aos ciclos sazonais de avanço e recuo da Água Costeira (AC) e da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). A este padrão geral deve se sobrepor, para o litoral sul paulista a dinâmica costeira condicionada pelos eventos meteorológicos, em especial os relacionados aos avanços dos sistemas frontais.

A identificação da possível contribuição atual de sedimentos terrígenos finos, associados à drenagem do rio Ribeira de Iguape e/ou às desembocaduras dos sistemas estuarino-lagunares do litoral sul paulista, para áreas da plataforma externa sul do Estado, reveste-se de grande importância, na medida em que as faixas de caráter extremamente lamoso, que ocupam isóbatas acima de 50 metros são áreas preferenciais de pesca de arrasto no litoral paulista. Inclui-se ainda, o fato de que o reconhecimento das formas e abrangência da dispersão deste material permite inferir quanto à dimensão de possíveis alterações ambientais geradas pela entrada de elementos impactantes, de origem natural ou antrópica, no sistema.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi de verificar as variações espaço-temporais, relativas aos elementos metálicos (Cu, Pb e Zn), ao longo da coluna sedimentar, objetivando identificar oscilações recentes do aporte continental, relacionada ao conhecimento de que a fonte atual de sedimentos, com elevados teores destes elementos, está associada às rochas mineralizadas do Alto Vale do Ribeira.

2 – ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a plataforma continental sul do Estado de São Paulo entre as latitudes 24°30'S (Peruíbe, SP) e 26°00'S (proximidades da baía de Paranaguá, PR), e as longitudes 45°00'W. A área estende-se desde a isóbata de 50 metros, limite aproximado entre as áreas de predomínio de sedimentos arenosos e pelíticos, até a quebra da plataforma (aproximadamente 200 metros). A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo e a distribuição amostral para a execução deste estudo.

3 – COLETA E ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS

Um conjunto de 13 testemunhos rasos, coletados a bordo do Navio Oceanográfico “Prof.W.Besnard”, entre os meses de dezembro de 1997 e janeiro de 1998, constituíram o as amostras para o estudo apresentado neste trabalho.

As coletas foram orientadas segundo duas radiais tendo, uma cerca de 130 km de extensão e orientação no rumo 118°SE e, a segunda, orientada segundo o rumo 50°NE, disposta ao longo da isóbata de 100 metros (Figura 1).

Os testemunhos foram obtidos por meio de um “box-corer” com penetração máxima de 0,60 metro. As sequências sedimentares foram descritas e fotografadas, em seguida foram preservadas através da cravação de tubos de PVC, sendo imediatamente congelados.

As análises químicas dos metais em estudo, cobre, chumbo e zinco foram executados pela empresa canadense ACTILAB, em alíquotas das amostras totais obtidas a partir do seccionamento dos testemunhos. As amostras foram digeridas com solução de

água régia ($\text{HCl} + \text{HNO}_3$, 3:1), que produz uma digestão total, sendo em seguida analisadas por espectrometria de absorção atômica.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores dos elementos metálicos obtidos nos testemunhos estão apresentados na Figura 2, indicando que na plataforma média os valores estão superiores, em até três vezes, aos teores determinados para os sedimentos da plataforma interna, externa e aos do talude superior. Ao longo da isóbata de 100 metros é possível verificar que o elemento cobre está homogeneamente distribuído, sem apresentar uma tendência de crescimento dos teores para qualquer rumo.

As análises dos teores de metal chumbo indicam uma ligeira tendência de crescimento do quadrante a sul para NE, até a sequência de topo dos testemunhos 6704 e 6683, que apresentam os teores mais elevados. A sequência de base do testemunho 6683 apresenta uma quebra desta tendência, na medida que as ordens de grandeza dos teores de chumbo obtidas são correlacionáveis as áreas de menor concentração do elemento.

Para o metal zinco o comportamento é ligeiramente diferenciado, na medida que ao invés de indicar um sentido de aumento dos teores, ressalta a existência de dois núcleos de concentração, sendo um mais ao sul (test. 6692 e 6696), com teores pouco mais elevados, e um segundo mais a NE (test. 6683), com teores pouco inferiores aos observados para a área mais a sul.

A porção mais a NE desta área da plataforma média representa uma ruptura das condições hidrodinâmicas de sedimentação, expressa pela alteração das características texturais, composicionais e geoquímicas dos sedimentos da sequência sedimentar analisada (test. 6678), com as identificadas ao sul ao longo da faixa de ocorrência atual dos sedimentos lamosos (~100 metros).

As áreas mais internas da plataforma média (~80 a 90 metros) se constituem ainda em fácies de sedimentos terrígenos porém, com concentrações mais elevadas de sedimentos arenosos muito finos em relação a área limítrofe (100 metros) e teores inferiores de carbono e nitrogênio orgânicos, cobre, chumbo e zinco, mas ainda bem mais elevados relativamente aos teores de lama, matéria orgânica e dos metais encontrados nos sedimentos das fácies das plataformas interna e externa e do talude superior.

Os dados obtidos não foram conclusivos na tentativa de uma correlação direta entre as fontes continentais de sedimentos, das áreas mineralizadas do Vale do Ribeira, e os sedimentos depositados na plataforma continental sul paulista.

Porém, uma análise comparativa entre as ordens de grandeza dos teores dos elementos metálicos encontrados nos sedimentos da plataforma e o “background regional” dos sedimentos do Complexo Serrano, à retaguarda, em especial as rochas mineralizadas do Vale do Ribeira, indicam que ao longo de todos os compartimentos fisiográficos estudados, os teores de chumbo são comparáveis à média regional (16ppm. MORAES, 1997). Anormalmente altos, relativos a este valor médio, são os teores dos sedimentos da plataforma média (isóbata de 100 metros), cujos valores variam entre a média regional e teores superiores ao dobro deste valor (41ppm).

De acordo com MORAES (1997), o “background regional” do cobre é de 18ppm e o do zinco de 47ppm, enquanto as variações dos teores médios destes elementos, ao longo da isóbata de 100 metros, ocorrem entre teores da mesma ordem de grandeza, de 17ppm para o cobre e 59ppm para o zinco, até valores máximos de 22ppm para o cobre e de 86ppm para o zinco.

Os teores mais elevados de chumbo e zinco observados nos sedimentos deste perfil são equivalentes ao “background” destes elementos para a região das minas de chumbo desativadas do Alto Vale do Ribeira, ou seja, de 35ppm para o chumbo e de 70ppm para o zinco (CORSI, 1999).

Porém, uma comparação entre as razões isotópicas dos sedimentos mineralizados do Alto Vale, com os sedimentos da plataforma sul paulista, evidenciaram uma perfeita diferenciação entre estes conjuntos de sedimentos.

O campo de variação das razões isotópicas dos sedimentos da plataforma não se sobrepõem as razões obtidas por MORAES (1997), para os sedimentos da drenagem Ribeira de Iguape, ou das áreas de jazimento do Alto Vale, mas a dos sedimentos representativos de terrenos vulcânicos e sedimentares proterozóicos e de granitóides de idade Fanerozóica.

MORAES (*op.cit.*), indica que as amostras de sedimentos da calha do Rio Ribeira de Iguape apresentam, no geral, à medida que se aproximam da foz, composições isotópicas mais “altas” com um gradativo deslocamento de suas razões na direção dos sedimentos representativos do embasamento cristalino das áreas não mineralizadas. Segundo o autor, este comportamento seria o resultado do decréscimo da concentração de chumbo ao longo do curso do rio e da entrada de chumbo carregado pelos afluentes que drenam litologias direfenciadas, resultando na diminuição da participação relativa do chumbo advindo das áreas de jazimento.

No litoral centro/sul paulista e norte paranaense os principais elementos de exportação de sedimentos terrígenos em suspensão (lamas e matéria orgânica), para o sistema marinho, são as desembocaduras da Baía de Paranaguá, as do Sistema Cananéia-Iguape (Ararapira; Cananéia e Icapara), a foz dos rios Ribeira de Iguape e Itanhaém e a desembocadura da Baía de Santos, além das pequenas drenagens originárias dos contrafortes da Serra.

Dentre todos estes sistemas apenas a foz do Rio Ribeira de Iguape é, atualmente, exportador dos sedimentos provenientes das áreas mineralizadas do Vale do Ribeira.

De acordo com MORAES (1997), os teores em chumbo dos sedimentos em suspensão da foz do Rio Ribeira de Iguape são cerca de 20 a 30 vezes inferiores aos teores dos sedimentos da calha do rio coletados próximos das áreas mineralizadas. O teor de chumbo na foz do Ribeira de Iguape apresenta um valor de 26ppm, similar a média dos teores encontrados na isóbata de 100 metros, mas ainda com valores de razão isotópica mais próximos aos determinados para os sedimentos das áreas de influência das mineralizações comparativamente as razões determinadas para os sedimentos da plataforma.

Desta forma, é possível se considerar os sedimentos terrígenos finos depositados ao longo do Holoceno, na plataforma sul paulista, como originários não apenas das áreas mineralizadas do Alto Vale, mas sim como uma somatória destas fontes, com os aportes provenientes das rochas de todo o Embasamento Cristalino drenados pelos cursos fluviais que o desagüam na linha de costa, ou nos sistemas costeiros do litoral centro/sul paulista e norte paranaense.

5 – CONCLUSÃO

As fontes de aporte atual de sedimentos para a plataforma continental sul do Estado São Paulo não estão restritas, tão somente, ao Complexo Serrano do Vale do Ribeira, mineralizadas em metais bem conhecidos, mas a um conjunto mais amplo de fontes ligadas as vulcânicas, granitóides e metamórficas de todo o embasamento Fanerozóico do sistema serrano limítrofe da plataforma sul paulista.

Porém, muito embora não seja a fonte exclusiva de contribuição atual de sedimentos terrígenos para a plataforma continental sul paulista, a drenagem Ribeira de Iguape, como fonte terrígena atual é significativa, indicada pelos elevados teores dos elementos metálicos detectados nas colunas sedimentares estudadas.

6 – AGRADECIMENTOS

À Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) pelo apoio a publicação do trabalho e a FAPESP pelo apoio financeiro ao desenvolvimento do projeto.

7 – BIBLIOGRAFIA

- CORRÊA, I. C. S. 1978. *Morfologia e sedimentologia da plataforma continental entre São Paulo e Santa Catarina*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre, UFRGS. 147p.
- CORSI, A.C. (1999). *Estudo da dispersão de metais pesados em água e sedimentos de corrente a partir de mineralizações de chumbo – zinco – prata: o exemplo das jazidas Canoas, Perau e Barrinha (Vale do Ribeira, PR)*. Rio de Claro. Dissertação de mestrado. UNESP/Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 139 p.
- FERREIRA, N. L. S. 1994. Aspectos da geoquímica ambiental da mina do Rocha – PR. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 94p.
- MAHIQUES, M.M.; MISHIMA, Y.; RODRIGUES, M. 1999. Characteristics of the sedimentary organic matter in the inner and medium continental shelf between Guanabara Bay and São Francisco do Sul, Southeastern Brazilian Margin. *Cont.Shelf.Res.*, 19(6):775-98.
- MORAES, R.P. (1997). *Transporte de chumbo e metais associados no Rio Ribeira de Iguape*. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. 94 p.
- REMAC - Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira. 1979. Rio de Janeiro, Petrobrás. Projeto REMAC, 11: coleção de mapas.
- TESSLER, M. G.; SUGUIO, K. & ROBILOTTA, 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, 1987. Anais. São Paulo, ACIESP, 2: 255-263.

FIGURAS

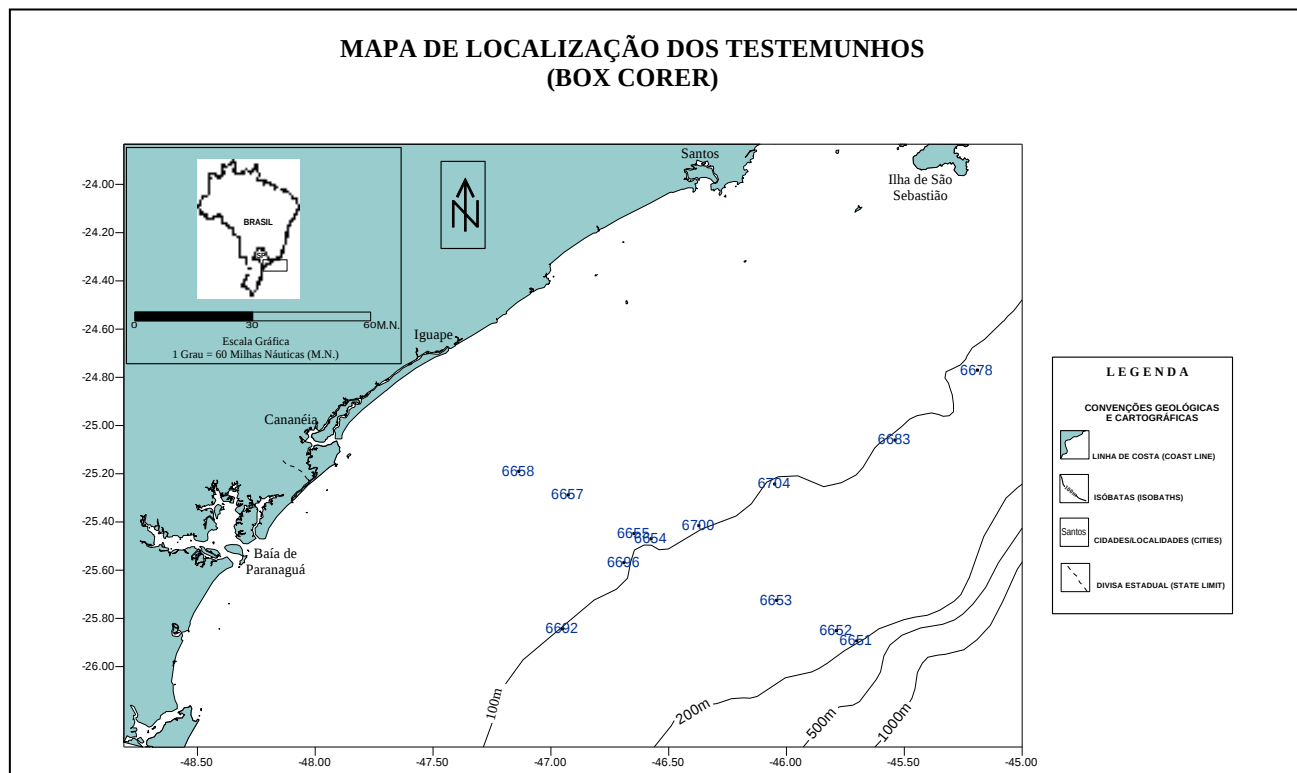


Figura 1: Mapa de localização da área de estudos e dos pontos de amostragem.

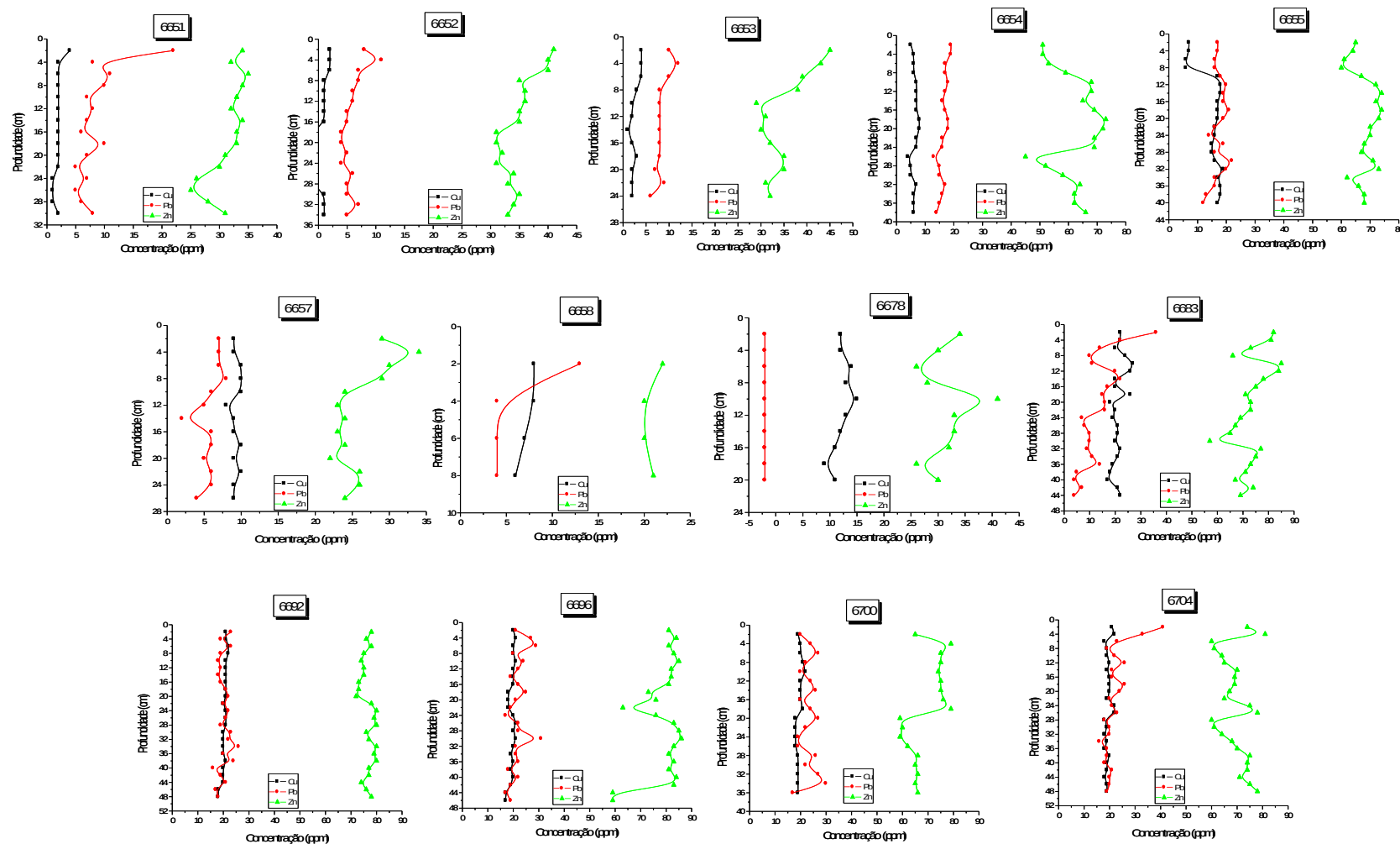


Figura 2: Resultados dos níveis de Cu, Pb e Zn obtidos nos testemunhos coletados ao longo da plataforma continental sul paulista.