



# XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA

## A GEOLOGIA E O HOMEM

João Pessoa de 15 a 20 de Setembro de 2002

## ANAIIS

**SBG**

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
NÚCLEO NORDESTE



## LITOQUÍMICA E ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE ROCHAS DE PALEOSSISTEMAS HIDROTERMAIS OCEÂNICOS MESOPROTEROZÓICOS DO GRUPO SERRA DO ITABERABA, SP

Annabel Pérez-Aguilar; Caetano Juliani; Lena V.S. Monteiro, Jorge S. Bettencourt & Ian McCreath

Instituto de Geociências - USP. Rua do Lago, 562, São Paulo, SP, 05508-900, Tel.: 11-3091-4023 - e-mail: aperez@usp.br

A formação basal do Grupo Serra do Itaberaba (~ 1,6 Ga) é representada por uma seqüência vulcanossedimentar (Fm. Morro da Pedra Preta) com metabasitos de afinidade química com N-MORB, metamorfizada no grau médio em regime Barroviano. Zonas de alteração propilítica associadas a paleossistemas hidrotermais oceânicos foram reconhecidas nesta formação, relacionadas a corpos de andesitos intrusivos gerados no estágio de retro- ou intra-arco que sucedeu o estágio expansivo da evolução do Grupo Serra do Itaberaba.

Mapeamento detalhado das rochas hidrotermalizadas básicas, intermediárias e ácidas, ígneas e vulcanoclásticas, associadas ao paleossistema hidrotermal permitiu a distinção de diferentes fácies de alteração, com rochas incipientemente alteradas, da zona de transição, menos intensamente alteradas e mais intensamente alteradas. São também encontrados associados às zonas de alteração hidrotermal granada-hornblenda anfibolitos, cummingtonita-granada-clorita xistos, clorititos, rochas potassificadas e rochas carbonatizadas.

Os balanços de massa indicam que os metabasitos ígneos das proximidades do paleossistema hidrotermal, mesmo sem exibirem evidências mineralógicas de alteração hidrotermal, apresentam mudanças no seu químismo quando comparados com os metabasitos distantes da zona de alteração hidrotermal, destacando-se lixiviação da maioria dos metais traços. Estes metais encontram-se enriquecidos nas rochas mais alteradas, nos metapelitos ferro-manganesíferos e nas formações ferríferas superpostas, devido aos processos exalativos. Tipicamente os metabasitos ígneos alterados foram enriquecidos em Mg e Fe e empobrecidos em Na, K e Ca. Os

metabasitos cloritizados mostram fortes enriquecimentos em Mg, Fe, Al e Ti e grandes perdas de Si, Na, K e Ca. As rochas intermediárias ígneas alteradas foram, de forma geral, enriquecidas em Fe, Mg e P, empobrecidas em Al, Ti, K e Na e lixiviadas em todos os elementos traços, assim como nas REE. Os diferentes litotipos de rochas vulcanoclásticas intermediárias alteradas não mostram um comportamento tão homogêneo, mas foram, geralmente, enriquecidos em Fe, Ti, Al e P e empobrecidos em Ca, Mn e nas REE. As rochas intermediárias vulcanoclásticas carbonatizadas foram enriquecidas em Ca, Mg, K, Ba, Rb, Li e U.

Os metabasitos ígneos apresentam valores de  $d^{18}\text{O}$  (SMOW) em geral entre 5,9‰ e 11,8‰, alcançando razão de até 16,9‰ em rocha intensamente alterada. Nas rochas metaintermediárias ígneas alteradas os valores de  $d^{18}\text{O}$  variam entre 14,1 e 17,6‰ e nas rochas metaintermediárias vulcanoclásticas alteradas entre 15,3 e 17,8‰. Estes dados indicam que houve preservação, pelo menos parcial, da assinatura isotópica original dos sistemas hidrotermais, refletindo possivelmente uma longa duração do sistema hidrotermal oceânico, dadas as grandes anomalias positivas observadas. Estas anomalias seriam, neste contexto, causadas pela descarga de fluidos quentes, provenientes de partes mais profundas do sistema hidrotermal, em ambiente semelhante ao observado nos campos hidrotermais atuais *white smokers* de bacias de retro-arco. Neste contexto, os sedimentos metalíferos, especialmente os sulfetados, que ocorrem na interface entre as formações Morro da Pedra Preta e Nhanguçu, podem corresponder às zonas de *black smokers*, onde, potencialmente, podem ser encontrados depósitos de metais de base e de ouro.

## COMPOSIÇÃO ISOTÓPICA DE Pb NA ATMOSFERA DA CIDADE DE SÃO PAULO E CARACTERIZAÇÃO ISOTÓPICA DE PROVÁVEIS FONTES POLUENTES\*

C. Aily<sup>1</sup>, M. Babinski<sup>1</sup>, I.R. Ruiz<sup>1</sup>, K. Sato<sup>1</sup>

1. Centro de Pesquisas Geocronológicas, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Rua do Lago, 562, São Paulo, SP, CEP 05508-900, Brasil. E-mails: crisaily@hotmail.com; babinski@usp.br

Este trabalho objetivou a determinação das composições isotópicas e concentrações de Pb em amostras de material particulado com diâmetro inferior a 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) e água de chuva da cidade de São Paulo, a fim de definir seu nível de contaminação e caracterizar isotopicamente a atmosfera e suas prováveis fontes poluentes. As amostras de  $\text{PM}_{10}$  foram coletadas em filtros de teflon, na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, USP, no período de agosto de 1999 a setembro de 2000.

Os procedimentos químico-analíticos empregados foram desenvolvidos durante a pesquisa (Aily, 2001). As composições isotópicas foram determinadas por Espectrometria de Massa Termoionica, e as concentrações obtidas pela técnica de Diluição Isotópica.

As razões  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  e  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  no  $\text{PM}_{10}$  variaram entre 0,786 e 0,875 e 1,934 e 2,119, respectivamente, definindo uma reta quando plotada no diagrama  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  vs.  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . As concentrações de Pb variaram entre 3,02 e 254,52 ng/m<sup>3</sup>, sendo que o valor médio é cerca de 15 vezes menor do que o limite máximo de 1,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  estabelecido pela CETESB. As amostras de água de chuva apresentaram razões isotópicas semelhantes às medidas no  $\text{PM}_{10}$  coletado no mesmo dia, indicando que os aerossóis são carreados pela chuva.

As análises das possíveis fontes poluentes tais como gasolina e etanol ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,839-0,873$ ), fuligem de escapamento ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,858-0,890$ ) e material particulado proveniente de emissões industriais coletados em filtros de fibra de vidro ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,781-0,861$ ), apresentaram razões isotópicas dentro do mesmo intervalo definido por 84% das amostras de  $\text{PM}_{10}$  ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,840-0,870$ ) confirmando sua participação na poluição por Pb

antropogênico da atmosfera da cidade de São Paulo. Entretanto, 15% das amostras de material particulado mostraram composições isotópicas mais radiogênicas, evidenciando a existência de uma importante fonte de Pb com razões  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} < 0,780$ , cuja origem não foi identificada. Essas razões foram obtidas, principalmente, em amostras coletadas durante os finais de semana e nos meses de novembro/1999 a abril/2000. Uma amostra de particulado proveniente de emissão industrial apresentou razão  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  de cerca de 0,790. No entanto, o branco do filtro apresentou razão similar, impedindo a confirmação de que essa emissão seria a fonte radiogênica. As razões obtidas em poeira de rua mostraram-se bastante variáveis ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,838-0,945$ ) sugerindo que tenham sido transportadas de outros locais, através de massas de ar ou agregadas aos veículos.

Em função destes resultados é possível sugerir que a maior parte do Pb antropogênico encontrado na atmosfera de São Paulo é proveniente de emissões industriais, uma vez que as concentrações de Pb nos combustíveis se mostraram muito baixas (< 38  $\mu\text{g}/\text{L}$ ). O Pb geogênico regional apresentou razões isotópicas não radiogênicas ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0,909-0,932$ ) evidenciando que sua participação é pouco significativa considerando o Pb total presente na atmosfera de São Paulo.

## REFERÊNCIAS

- Aily, C., 2001. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Univ. São Paulo, 76 p.  
\* Pesquisa financiada da FAPESP (Proc. 99/1541-6) e pelo PRONEX (Conv. 41.96.0899.00).