

Hidrotermalitos: nova denominação para as formações ferríferas do Grupo Salobo-Pojuca, Serra dos Carajás, Pará

Zara Gerhardt Lindenmayer*¹, Márcio Martins Pimentel**², Fernando Jacques Althoff *³, João Batista Guimarães Teixeira***⁴

*Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 1 zara@euler.unisinos.br, 3 althoff@euler.unisinos.br

**Universidade de Brasília. 2 marcio@unb.br.

***Universidade Federal da Bahia. 3 jbt@pppg.ufba.br.

Introdução

Desde a descoberta dos primeiros depósitos de cobre e cobre-zinco em Carajás, o Grupo Salobo-Pojuca (Hirata et al. 1982) foi definido como composto por rochas metavulcânicas, quartzitos, anfibolitos, xistos e formações ferríferas, submetidos a metamorfismo de alto grau. Com a evolução do conhecimento geológico da área, a presença dessas formações ferríferas foi um dos principais fatores a condicionar a classificação dos depósitos de Cu-Zn do Pojuca e Cu-Au do Salobo como do tipo VMS (Hutchinson 1979; Lindenmayer 1981; Farias 1981; Farias e Saueressig 1982 e Vieira *et al.* 1988). Tendo por base a associação mineral, idêntica àquela descrita na literatura geológica, diversas fácies dessas formações ferríferas foram também definidas como fácies silicato e óxido no Salobo e fácies óxido e sulfeto no Pojuca (Farias e Saueressig 1982, DOCEGEO, 1988). Lindenmayer (1990) propôs até classificar a formação ferrífera do depósito de Cu-Au do Salobo, em dois tipos: silicatado e aluminoso.

Todavia, se por um lado a associação mineral: magnetita, faialita, grunerita, quartzo, Fe-biotita, almandina, chamosita, greenalita e estilpnomelano, encontrada tanto na literatura geológica quanto em Carajás, caracterizava as formações ferríferas, por outro lado faltava nestas últimas o bandamento característico (Lindenmayer e Teixeira 1999). A sua assinatura geoquímica peculiar também mostrava afinidades graníticas e crustais, como enriquecimento em ETR, U e F, diferindo muito das formações ferríferas senso estrito, como por exemplo, as da Formação Carajás (Lindenmayer *et al.* 2001).

Dados recentes, obtidos no depósito de Cu-Au do Gameleira, hospedado no Grupo Salobo-Pojuca, permitiram melhor compreender e propor uma redefinição para essas rochas.

Contexto Geológico

O depósito de Cu-Au do Gameleira corresponde à extensão leste do Depósito de Cu-Zn do Pojuca. Ambos encontram-se hospedados no Grupo Salobo-Pojuca, unidade considerada como a base da seqüência vulcano-sedimentar da Serra dos Carajás (DOCEGEO 1988), composta por anfibolitos, quartzitos, biotita-xistos e formações ferríferas (DOCEGEO 1988), cujo metamorfismo foi datado no período de 2.732-2.742 Ma (Machado *et al.* 1991).

As rochas classificadas anteriormente como formações ferríferas, aqui denominadas de hidrotermalitos, ocorrem no contato entre um *sill* gabróico e vulcânicas andesíticas, ambos hidrotermalmente alterados. Eles podem ser considerados como um veio bandado de grandes proporções com idade isotópica paleoproterozóica (1.837 ± 30 Ma, Sm-Nd isócrona, rocha total, Pimentel *et al.* (neste Simpósio)).

O processo hidrotermal foi relacionado a um granitóide de composição sienítica, que intruiu cerca de 900 Ma após a intrusão do *sill* gabróico.

Hidrotermalitos

Os hidrotermalitos são rochas bandadas, compostas por quartzo, grunerita, biotita verde, magnetita e calcopirita, além de bornita, pirita, cobaltita, cobalto-pentlandita e Au, em proporções variadas, tendo estilpnomelano, apatita, uraninita e fluorita como acessórios. Eles se caracterizam pela heterogeneidade da espessura de suas bandas, que chegam a variar de 0,3 mm a 10 cm. Nessas rochas, grãos de quartzo em mosaico, livres de *strain* e muito finos, que poderiam ser definidos como *chert*, resultaram da cristalização a partir de um fluido hidrotermal.

Entre as bandas de quartzo poligonais e magnetita ocorre grunerita, geralmente em franjas difusas e nitidamente como produto da reação: magnetita + SiO_2 + H_2O \Rightarrow grunerita. Exibem ainda biotita verde com abundantes inclusões de uraninita.

Muitos hidrotermalitos não contêm magnetita, sendo formados por bandas alternadas de biotita verde e quartzo poligonal.

Geoquímica

A assinatura geoquímica dos hidrotermalitos mostra forte contribuição crustal, granítica, tal como a formação ferrífera do depósito de Cu-Au do Salobo (Lindenmayer, 1990).

Os hidrotermalitos, assim como as formações ferríferas, são formados predominantemente por SiO_2 (50,28-66,11%) e FeO^t (24,90-43,30%), tendo MgO (1,86-4,61%) como o terceiro componente em importância. Eles apresentam padrões de ETR, normalizados pelo condrito, muito semelhantes aos do sienito aplítico, com uma inclinação negativa, ou ligeiramente côncava dos ETRL ($\text{La}/\text{Sm}_{\text{cn}} = 0,14 - 1,30$), anomalia negativa pronunciada de Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,085 - 0,47$) e enriquecimento dos ETRP ($\text{Gd}/\text{Yb}_{\text{cn}} = 0,10 - 0,63$) (Figuras 1 A e B). Todavia, os hidrotermalitos possuem um conteúdo médio menor de ETR do que o sienito aplítico, entre 3 a 10 vezes o condrito. Essa semelhança de padrões de fracionamento indica interação entre os fluidos formadores do hidrotermalito e o sienito.

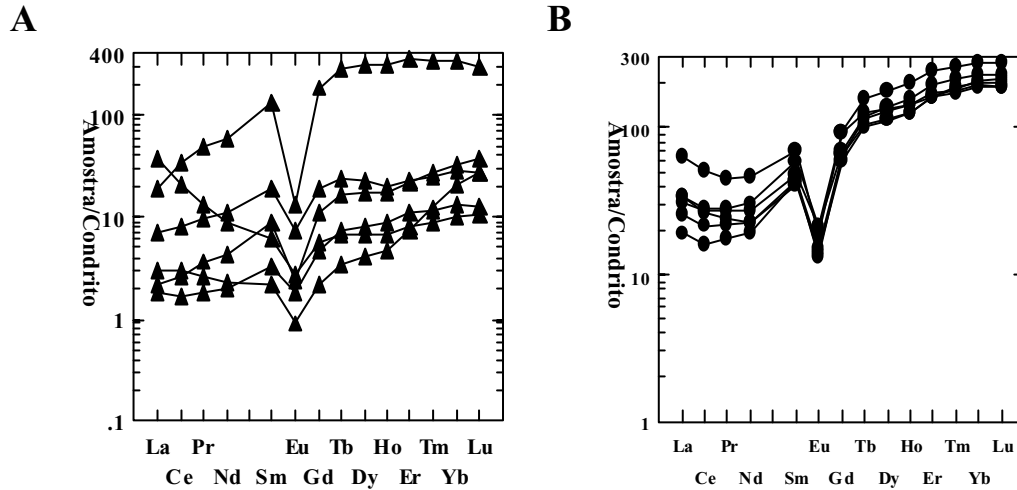


Figura 1 – Os padrões de ETR dos hidrotermais (A) e do sienito aplítico (B). O conteúdo em ETR dos hidrotermais é maior, mas os padrões são extremamente semelhantes.

Discussão

A deposição de minerais a partir de fluidos hidrotermais geralmente ocorre através do preenchimento de espaços vazios, em temperaturas inferiores a 250°C. Em temperaturas superiores a esta, as rochas encaixantes têm menos vazios e a deposição é mais freqüentemente efetuada por substituição (Seward e Barnes 1997). Como os hidrotermais são cortados por veios de quartzo-fluorita, pode-se inferir que eles se depositaram à temperatura superior a 250°C, como substituição da zona de contato entre as rochas intrusivas e os xistos, num regime dúctil ou dúctil-rúptil, enquanto que os veios teriam sido preenchidos em um sistema rúptil.

A existência do *sill* gabróide, atuando como um corpo rígido e impermeável, possivelmente teve papel importante na canalização da circulação dos fluidos hidrotermais que originaram os hidrotermais.

Conclusões

As rochas classificadas anteriormente como formações ferríferas, existentes no contato entre os xistos e o *sill* gabróico, são hidrotermais formados a partir de processos de silicificação, ferrificação e sulfetação. A idade Sm-Nd destes hidrotermais (1.837 ± 30 Ma, isócrona, rocha total) liga este evento hidrotermal à época da colocação dos granitóides neoproterozóicos da região e em particular ao sienito aplítico e ao Granito Pojuca, situados junto ao depósito do Gameleira.

As características estruturais e microestruturais encontradas no depósito de Cu-Au do Gameleira, permitem considerar que os biotita-xistos marcam os domínios de uma grande zona de falha transcorrente, importante em escala regional. Esta zona de falha, que teve diversas

reativações, foi utilizada como conduto para fluidos hidrotermais e magmas graníticos. Os últimos, colocados em níveis crustais não muito profundos, provavelmente em contexto extensional.

Referências Bibliográficas

- DOCEGEO. 1988. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém, *Anexo aos Anais*, 11-54.
- Farias, N. F. 1981. Projeto Cobre Carajás - Jazida Salobo -3A e Salobo -4A- Relatório de pesquisa. Rio Doce Geologia e Mineração S/A.DOCEGEO.
- Farias, N.F., Saueressig, R. 1982. Pesquisa geológica na Jazida de Cobre Salobo -3A- In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 1, Belém, *Anais*, 2: 39-45.
- Hirata, W.K. 1982. Província Mineral de Carajás, Pará. Geologia Regional. In: SBG/Núcleo Pará, I Simpósio de Geologia da Amazônia, *Anexo aos Anais*, 9-20.
- Hutchinson, R. W. 1979. Report on Docegeo Copper projects MM1, Salobo and Regional Geological Relationships, Pará, Brasil. DOCEGEO (Relatório interno).
- Lindenmayer, Z.G. 1981. Geologia do depósito do Salobo 3 Alfa. DOCEGEO (Relatório interno).
- Lindenmayer, Z.G. 1990. *Salobo, Carajás, Brazil: Geology, Geochemistry and metamorphism*. University of Western Ontario, London, Canada, Ph.D. Thesis,. 407 p.
- Lindenmayer, Z.G., Teixeira, J.B.G. 1999. Ore Genesis at the Salobo Copper Deposit, Serra dos Carajás. In: Silva, M.G & Misi, A. (eds.). *Base Metal Deposits of Brazil*. Belo Horizonte, MME/CPRM/DNPM, p. 33-43.
- Lindenmayer, Z. G., Laux, J. H., Teixeira, J.B.T. 2001. Considerações sobre a origem das Formações Ferríferas da Formação Carajás, Serra dos Carajás, Pará. *Rev. Bras. Geociências* **30** (1): (aceito para publicação)
- Machado, N., Lindenmayer, Z., Krogh, T.E., Lindenmayer, D. 1991. U - Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon shield, Brazil. *Precambrian Research*, **49**:1-26.
- Seward e Barnes, 1997. Metal transport by hydrothermal ore fluids. In: H. L. Barnes (ed.) *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. New York , John Wiley & Sons,
- Vieira, A.E.P., Saueressig, R., Siqueira, J.B., Silva, E.R.P., Rêgo, J.L., Castro, F.D.C. 1988. Caracterização geológica da Jazida Polimetálica do Salobo 3A - Reavaliação. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém, *Anexo aos Anais*, 97-114.