

Caracterização de um sistema epitermal *high-sulfidation* vulcânico paleoproterozóico da Província Aurífera do Tapajós, Pará.

Carmen M.D. Nunes¹, Caetano Juliani², Rafael H. Corrêa-Silva², Lena V. S. Monteiro², Jorge S. Bettencourt², Reiner Neumann³, Arnaldo Alcover Neto³, Robert O. Rye⁴

¹ Docegeo/CVRD, ex-aluna de pós-graduação do IGUSP (carmenmn@cverd.com.br), ² Instituto de Geociências (USP), ³ Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/MCT), ⁴ United States Geological Survey (USGS)

Introdução

Devido à grande quantidade de ocorrências e à significativa produção de ouro na Província Aurífera do Tapajós foram desenvolvidos, especialmente na última década, levantamentos geológicos básicos sistemáticos e vários trabalhos de prospecção mineral, que resultaram da identificação de diversos depósitos primários e secundários. Os depósitos primários são quase sempre relacionados a veios de quartzo mesotermiais em zonas de cisalhamento em rochas vulcânicas, metassedimentares e graníticas (Faraco *et al.*, 1996)

Trabalhos de prospecção mais recentes efetuados pela Rio Tinto Desenvolvidos Minerais Ltda. em prospectos mineralizados em ouro, associados a rochas vulcânicas do Grupo Iriri, permitiram a identificação de epitermais *high sulfidation* paleoproterozóicos, que vêm sendo estudados por Nunes *et al.* (2000), Juliani *et al.* (2000) e Nunes (2001).

O presente trabalho tem como objetivo a apresentação dos aspectos geológicos e petrográficos destes sistemas *high sulfidation*, que constituem-se nos únicos bem preservados do paleoproterozóico.

Geologia da área

O embasamento da área estudada, que situa-se entre os rios Tapajós e Jamanxim, é constituído por granodioritos e granitos da Suíte Intrusiva Parauari. Este embasamento é coberto pelas rochas vulcânicas e vulcanoclásticas andesíticas a riolíticas do Grupo Iriri, e cortado pelos granitos da Suíte Intrusiva Maloquinha, *stocks* de granófiros e pórfiros riodacíticos e riolíticos. Associados aos derrames vulcânicos e vulcanoclásticos há estruturas formadas por ignimbritos e cinzas vulcânicas, que podem representar restos de estrato-vulcões. Na base destas estruturas afloram corpos circunscritos de monzogranito e pórfiros riolíticos a dacíticos.

O monzogranito tem cor vermelha, produto de alteração hidrotermal potássica, e apresenta textura fanerítica grossa a granofírica, indicativa de uma colocação rasa e cristalização sob a influência de fluidos. As vulcânicas e vulcanoclásticas basais têm composição intermediária a ácida

1610587

e são formadas por corpos de andesitos, hialoclastitos, tufos dacíticos, riodacíticos e riolíticos, incluindo tufos soldados, tufos de cristais e riolitos. Sobre esta sequência ocorre um espesso pacote de ignimbritos formado por brechas co-ignimbríticas, tufos, tufos cineríticos, lápili-tufos e dacitos na porção basal. Especialmente no topo desta unidade ocorrem estruturas circulares concêntricas, com fraturas anelares e radiais, interpretadas como paleocrateras, com poucas centenas de metros de diâmetro. A estas estruturas associam-se brechas hidrotermais capeadas por brechas silicáticas e hematíticas, às quais vinculam-se o sistema *high-sulfidation*.

Alterações hidrotermais

A maioria das rochas vulcânicas estudadas têm as suas texturas obliteradas e os minerais ígneos substituídos por paragêneses hidrotermais, resultados de alterações em intensidade e estilo variados.

Os ignimbritos, que constituem a estrutura vulcânica, foram os litotipos mais profusamente hidrotermalizados, especialmente por alteração argílica avançada de baixa e de alta temperatura. Os tufos cineríticos e riodacíticos basais apresentam alteração sericítica e são ricos em sulfetos e, quando em níveis mais profundos, têm típica assembléia de alteração propilítica. A TABELA 1 contém as assembléias minerais e os tipos de alterações hidrotermais observados na sequência ignimbrítica.

Esta estruturação permite caracterizar o zonamento original do sistema hidrotermal como análogo aos cenozóico-mesozóicos, com evolução dos fluidos neutros da base para extremamente ácidos nas proximidades de paleo-superfícies.

TABELA 1: Assembléias minerais observadas nos ignimbritos.

Litotipos	Assembléia Mineral	Tipo de alteração
tufos e lápili-tufos	pirofilita + quartzo + hematita ± alunita ± pirita ± andalusita ± diásporo ± rutilo ± caolinita ± illita ± woodhouseita-svanbergita ± enargita-luzonita	argílica avançada
tufos cineríticos e riodacíticos	sericita + quartzo + zeólita	sericítica
dacito basal	clorita + epidoto + carbonato + sericita + quartzo + pirita	propilítica

No topo da sequência ignimbrítica ocorrem brechas hidrotermais silicáticas, rochas alunitizadas e alunita de veio, que caracterizam os sistemas *high-sulfidation*. Três tipos de alunita de veio foram identificados: (1) alunita rosa, de granulação grossa; (2) alunita vermelha, com intercrescimento fino de hematita e (3) rocha fortemente foliada e deformada, formada por alunita fina e hematita. A ocorrência de alunita não se restringe ao topo da estrutura como atestam amostras coletadas a 150 m de profundidade. Nestas, a alunita rosa ocorre fina, intercrescida com pirita, e

associada a *vuggy silica*, uma sílica residual de cor cinza, produzida pela lixiviação ácida das encaixantes vulcânicas. Nos cristais de pirita, há pequenas inclusões de enargita. Em alunita, é comum a presença de cristais de woodhouseita-svanbergita, indicativos de sistemas epitermais *high sulfidation* de origem magmática.

As brechas hidrotermais silicáticas, associadas às paleocrateras, formam uma zona silicificada, acamadada, interpretada como sendo um *silica cap*. Estas brechas são muitas vezes cortadas por condutos hidrotermais hematíticos, indicando recorrência da atividade explosiva.

O monzogranito foi afetado inicialmente por metassomatismo alcalino e, posteriormente, por alteração propilítica e sericítica, e os *stocks* de pórfiros mais tardios apresentam apenas alteração sericítica.

Dados isotópicos

As análises isotópicas dos três tipos texturais de alunita resultaram em valores de $\delta^{34}\text{S} = 18,1$ a $36,9\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4} = 11,8$ a $16,7\text{‰}$, e $\delta^{18}\text{O}_{\text{OH}} = 6,8$ a $11,2\text{‰}$. A pirita intercrescida com alunita tem $\delta^{34}\text{S}$ de $-1,2\text{‰}$. Utilizando-se o fracionamento dos isótopos de enxofre entre alunita-pirita, obtém-se temperatura 300°C . Com o fracionamento o oxigênio do SO_4 e do OH da alunita obtém-se temperaturas entre 270 e 130°C . Estes dados mostram que a formação da alunita não é intempérica e as suas características isotópicas indicam geração por fluidos predominantemente magmáticos, com pouca participação de fluidos meteóricos, semelhantemente ao observado em outros depósitos epitermais como o de Summtiville (E.U.A) (Rye *et al.*, 1992).

A questão da idade

Considerando-se que sistema hidrotermal *high-sulfidation* desenvolveu-se conjuntamente com os corpos de brechas hidrotermais da evolução final das rochas vulcânicas Grupo Iriri, que os fluidos são de origem predominantemente magmática, que as rochas graníticas tardia da Suíte Intrusiva Parauari ou da Suíte Maloquinha cortam as coberturas vulcânicas e que o Grupo Iriri tem idade ao redor de $1,88$ Ga, pode-se inferir que a formação dos sistemas hidrotermais deve ter ocorrido em período um pouco mais novo que $1,88$ Ga.

Conclusões

A área estudada é formada por rochas vulcânicas ácidas-intermediárias que recobrem monzogranito, com pórfiros dacíticos a riolíticos associados, todos afetados por alterações hidrotermais de diferentes tipos e intensidade.

A seqüência ignimbrítica compõe restos de um possível estrato-vulcão, com paleocrateras ainda preservadas preenchidas por brechas hidrotermais e afetadas por alteração hidrotermal

argílica avançada. Estas paleocrateras são capeadas uma zona silicificada acamadada (*silica cap*), rica em hematita.

As alterações hidrotermais que afetaram as vulcânicas, muito provavelmente, fazem parte do mesmo sistema hidrotermal que afetou os granitos e pórfiros, porém em diferentes níveis crustais e condições físico-químicas, predominando em profundidade alteração metassomática, propilítica e sericítica no monzogranito, e sericítica nos pórfiros.

Estrutura vulcânica de composição ácida-intermediária, presença de alteração argílica avançada marcada por forte pirofilitização, ocorrência de enargita e woodhouseita-svanbergita, alunite hidrotermal magmática e a presença de *vuggy silica* e *silica cap* caracterizam, sem dúvida, este sistema como sendo epitermal *high sulfidation*, o primeiro do Brasil e também o mais antigo já descrito, o que abre novas perspectivas de exploração mineral em terrenos cratônicos antigos.

Agradecimentos

Esta pesquisa contou com o apoio da FAPESP (Projeto de Pesquisa 98/02567-6), CNPq (Bolsa de Mestrado 130521/1998-1), Rio Tinto Desenvolvimento Minerais Ltda. e do Projeto PADCT- 0826/98 (FINEP/FADESP/UFGA).

Referências

- Faraco, M.T.L.; Carvalho, J.M.A.; Klein, E.L. 1996. Carta Metalogenética da Província Aurífera do Tapajós. In: SBG/Núcleo Norte, Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, Belém, *Anais*, 156-160
- Juliani, C.; Nunes, C.M.D.; Bettencourt, J.S.; Silva, R.H.C.; Monteiro, L.V.S.M.; Neumann, R.; Alcover Neto A.; Rye, R.O. 2000. Early Proterozoic volcanic-hosted quartz-alunite epithermal deposits in the Tapajós Gold Province, Amazonian Craton, Brazil. In: Geological Society of America Annual Meeting, Reno. *Abstracts with Programs*, A-49
- Rye, R.O.; Bethke, P.M.; Wassermann, M.D. 1992. The stable isotope geochemistry of acid sulfate alteration. *Economic Geology*, 87: 225-261
- Nunes, C.M.D.; Juliani, C.; Silva, R.H.C.; Bettencourt, J.S.; Jacobi, P. 2000. Paleoproterozoic quartz-alunite epithermal gold mineralization from Tapajós (Brazil). In: International Geological Congress, 31, Rio de Janeiro. *Abstracts Volume* (CD-Rom).
- Nunes, C.M.D. 2001. Caracterização de um sistema epitermal high sulfidation paleoproterozóico na Província Aurífera do Tapajós, Pará. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 174p.