

POTENCIAL METALOGENÉTICO DO VULCANO-PLUTONISMO PALEOPROTEROZOICO DA REGIÃO DE SÃO FÉLIX DO XINGU (PA), CRÁTON AMAZÔNICO

*Raquel Souza da Cruz¹, Carlos Marcello Dias Fernandes¹, Raimundo Nobre Villas¹,
Caetano Juliani², Lena Virgínia Soares Monteiro², Teodoro Isnard Ribeiro de Almeida²,
Bruno Lagler², Cleyton de Carvalho Carneiro³, Carlos Mario Echeverri Misas²*

¹Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará – UFPA (raquelcruz@ufpa.br; cmdf@ufpa.br; netuno@ufpa.br), ²Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (cjuliani@usp.br); ³Polytechnic School, São Paulo University

INTRODUÇÃO

Na região do município de São Félix do Xingu, centro-sul do Estado do Pará, SE do Cráton Amazônico (Almeida *et al.* 1981), ocorrem extensos centros vulcânicos efusivos e explosivos paleoproterozoicos, representados pelas formações Sobreiro e Santa Rosa (Juliani e Fernandes 2010).

A Formação Sobreiro é constituída por fácies de fluxo de lava de composições andesítica, andesito basáltica e dacítica, conforme as proporções ou ausência de fenocristais de clinopiroxênio e/ou anfibólio. Fácies de rochas vulcanoclásticas ocorre geneticamente associada e é representada por tufo de cinza, cristais de tufo máfico, lapilli-tufo e brecha polimítica maciça. A Formação Santa Rosa é controlada por fissuras, formada por riolitos que compreendem fácies de fluxo de lava e fácies vulcanoclástica associada de tufo de cristais felsico, ignimbritos, lapilli-tufo, e brechas polimíticas maciças. Parte desse sistema é interpretado como *ash-flow caldera* parcialmente erodida e desenvolvida em vários estágios.

Trabalhos de campo sistemáticos desenvolvidos na região permitiram reconhecer halos de alteração hidrotermal nessas unidades vulcânicas, com evidência de ocorrência aurífera. Contudo, apesar da evolução do conhecimento a respeito da caracterização química, bem como da elaboração de modelos de erupção dos magmas que geraram esses litotipos, a alteração hidrotermal ainda não foi adequadamente descrita. Além disso, a alteração é considerada importante marcador para a identificação e hospedagem de depósitos epitermais de metais raros e de base em sistemas vulcânicos-plutônicos, a exemplo da ocorrência descrita na Província Aurífera do Tapajós, a qual se encontra intimamente associada ao desenvolvimento de um conjunto de *ash-flow calderas* aninhadas (Juliani *et al.* 2005).

Este trabalho visou à realização de um estudo mais detalhado acerca dos tipos e estilos de alteração hidrotermal identificados nas formações Sobreiro e Santa Rosa, bem como à avaliação do potencial metalogenético dessas unidades.

MÉTODOS

Petrografia, difração de raios X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia de infravermelho foram os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento do trabalho. O estudo de lâminas delgadas envolveu descrições mineralógicas detalhadas e análises texturais de 200 lâminas. As análises qualitativas de difração de raios X (DRX) foram executadas no Laboratório de Caracterização Mineral do Instituto de Geociências da UFPA. A caracterização das fases minerais acessórias foi complementada por estudos em microscópio eletrônico de varredura (MEV) com EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) acoplado. Esta etapa foi realizada no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (LABMEV) do Instituto de Geociências da UFPA, utilizando-se microscópio eletrônico LEO-ZEISS, modelo 1430. Contudo, análises também foram realizadas no laboratório da CPRM. As assinaturas espectrais foram obtidas de um conjunto de 55 rochas alteradas

hidrotermalmente usando um espectro radiômetro portátil ASD *FieldSpec 4*. As análises foram efetuadas no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP).

RESULTADOS

As rochas das formações Sobreiro e Santa Rosa mostram estilos de alteração hidrotermal incipiente, pervasivo e fissural. Quatro principais tipos de alteração hidrotermal foram reconhecidos neste estudo: propilítica, sericítica, argílica intermediária e potássica (Fig. 1). Sobreposição de alteração é comum em muitas amostras. Subordinadamente, silicificação fissural também ocorre, formando uma assembleia de quartzo + hematita + carbonato. A integração de dados obtidos neste trabalho permitiu caracterizar várias alterações hipogênicas hidrotermais e avaliar o seu potencial metalogenético.

Na Formação Sobreiro propilitização é o processo de alteração mais importante reconhecido nesta unidade, apresentando ambos os estilos pervasivo e fissural. A paragênese resultante consiste de epidoto + clorita + carbonato + clinozoisita + sericita + quartzo ± albita ± hematita ± pirita, que é sobreposta por alteração potássica pervasiva ou, representada principalmente por feldspato potássico + biotita ± hematita. Alteração sericítica é menos abundante, e é representada pela assembleia de sericita + quartzo + carbonato ± epidoto ± clorita ± muscovita que ocorre principalmente nas rochas vulcanoclásticas e tufos de cristal máfico. Seus estilos vão desde incipiente a pervasivo, sendo localmente fissural. Localmente, ocorre fratura com associação prehnita-pumpellyita precipitada que poderia estar relacionado com metamorfismo de baixo grau.

Os tipos de alteração hidrotermal mais comuns na Formação Santa Rosa são sericítica e potássicos, resultando em paragênese mineral representado por sericita + quartzo + carbonato ± feldspato potássico, e biotita + clorita + microclina + carbonato + sericita ± albita ± magnetita, respectivamente. Essas alterações são ambas pervasiva e onde, comumente se desenvolve padrão *stockwork* controlado por fratura. Ouro, muito geralmente de grão fino, ocorre na zona sericítica e foi identificado por MEV, embora em algumas amostras de mão suas partículas são suficientemente grossas para ser observadas a olho nu. A alteração argílica intermediária também foi reconhecida, mas os minerais de argila são muito difíceis de ser devidamente identificados com técnicas de petrografia convencionais.

CONCLUSÕES

As rochas vulcano-plutônicas das formações Sobreiro e Santa Rosa foram hidrotermalmente alteradas em diferentes graus e extensão. Em geral, os efeitos dos processos metassomáticos são mais evidentes na Formação Santa Rosa. Dados mineralógicos e texturais obtidos neste estudo permitiram definir não somente as associações magmáticas e hidrotermais, mas também as sequências paragenéticas desenvolvidas nessas unidades. Fluxo térmico, induzido pelo resfriamento de magma em profundidade, e a composição de ambas as rochas e fluidos hipogênicos controlaram principalmente a geração dos diferentes tipos de alteração hidrotermal. Águas meteóricas pode ter desempenhado um papel importante, dado o ambiente superficial perto de onde os processos de alteração ocorreram.

Os diferentes estágios e tipos de alteração hidrotermal reconhecidos na região de São Félix do Xingu possivelmente foram controlados pelo desenvolvimento das fissuras. Ocorrem devido a mudanças físico-químicas induzidas pelo contato de fluido ou soluções hidrotermais com a rocha por onde eles circulam. Estes fluidos atacam quimicamente os constituintes mineralógicos das rochas encaixantes que tendem a se reequilibrar formando uma assembleia mineralógica estável nas novas condições (Pirajno, 2009).

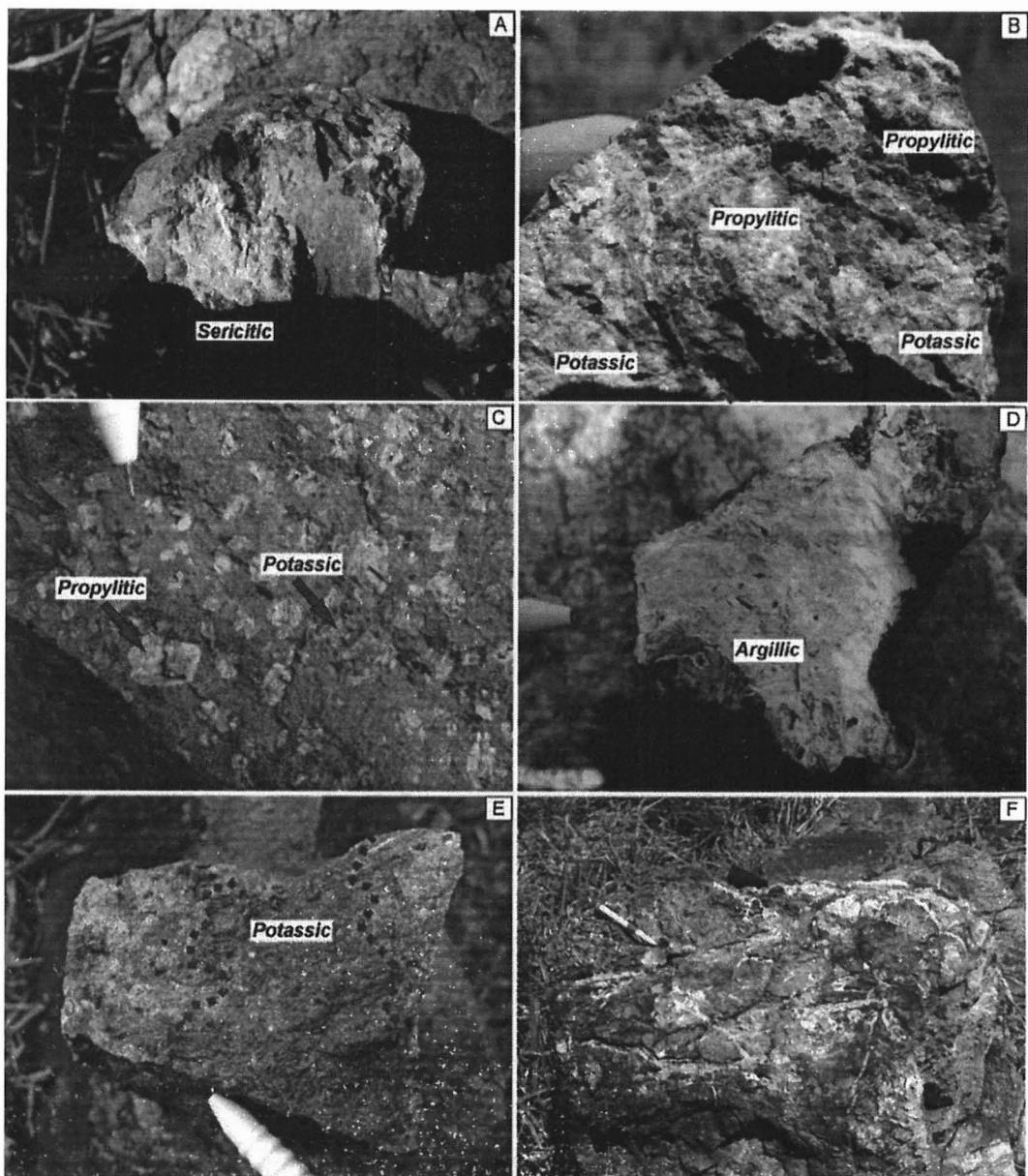


Figura 1 – Exemplo de alterações hidrotermais associadas ao vulcão–plutonismo da região de São Félix do Xingu. A) Alteração sericítica desenvolvida em riolitos da Formação Santa Rosa; B) Superposição de alteração potássica (em vermelho) sobre alteração propilítica (em verde) desenvolvidas em dacito da Formação Sobreiro; C) Pórfiros granítico da Formação Santa Rosa mostrando alteração propilítica (em verde) sucedida por metassomatismo potássico (bordas avermelhadas em cristais de feldspato); e D) Superposição de alterações argílicas (branco e rosa); E) Alteração fissural em pórfiro granítico na Formação Santa Rosa; e F) Stockwork preenchido com quartzo em riolito hidrotermalizado da Formação Santa Rosa.

Nenhuma sondagem foi executada até à data na área de estudo na busca de rochas mineralizadas. As partículas de ouro têm sido encontradas em algumas amostras de afloramento, mas são raras e muito fina. No entanto, a definição vulcão-plutônica e os tipos de alterações hidrotermais hipogênicas já reconhecidas destacam a potencialidade para sistemas mineralizantes associados com formações tanto do Sobreiro e Santa Rosa.

Trabalhos anteriores em São Félix do Xingu (Lagler et al., 2011) descreve fluorita, barita, alloclasita, esfalerita, e galena em rochas da Formação Sobreiro, e pirita coloidal, barita, esfalerita, calcopirita, e alloclasita associado com alteração sericítica, além de fluorita, fengita, inclusões de prata em barita, e alunita em rochas da Formação Santa Rosa. Os atuais registros do

estudo também mostram a ocorrência de ouro, rutilo, hinsdalita, Ce-monazita associados com alteração sericítica na Formação Santa Rosa, e barita associada com alteração propilítica na Formação Sobreiro. Todos esses dados, além da ocorrência de zonas de alteração ricas em minerais de argila, são sugestivos de que sistemas epitermais de intermediária-baixa sulfidação pode ser hospedado nestas unidades, revelando seu potencial para a exploração mineral.

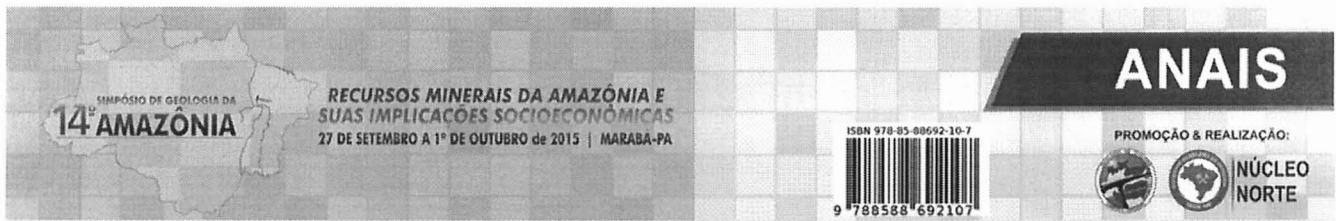
Significativamente, mineralização epitermal paleoproterozoica *high-sulfidation* foi reconhecida em rochas vulcânicas cálcio-alcálicas félsicas do Grupo Iriri (Juliani et al., 2005). Mais recentemente, um depósito de Au- (Cu, Mo) do tipo pórfiro geneticamente relacionado foi reconhecido no Granito paleoproterozoico Palito, cálcio-alcalina (Juliani et al., 2012) na Província Mineral do Tapajós. Especificamente neste caso, as formações Sobreiro e Santa Rosa desencadearam sistemas hidrotermais distintos, em consonância com a suas diferentes características de afinidade geológicas, geoquímicas, geocronológicas e tectono-magmática. No entanto, um único paleo-sistema hidrotermal não deve ser descartado. É necessária mais investigação para apoiar qualquer hipótese. Sabe-se, portanto, que os tipos e estilos de alteração sugerem uma relação genética com os sistemas vulcânicos-plutônicos e uma possível contribuição de água meteórica, definindo, assim, esta região como um novo horizonte para a exploração mineral de metais raros e de base no Cráton Amazônico, especialmente aqueles relacionados à depósitos epitermais e do tipo pórfiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem: à CAPES (Processo 0096/05-9) e CNPq (Processos 555066/2006-1, 306130/2007-6, 475164/2011-3 e 550342/2011-7) pelo apoio financeiro. Este trabalho é uma contribuição ao projeto INCT Geociências da Amazônia (Processo CNPq/MCT/FAPESPA nº 573733/2008-2).

REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B., Fuck, R. A. (1981). Brazilian structural provinces: An introduction. *Earth Science Reviews*, 17(1-2), 1-29.
- Juliani, C., Monteiro, L.V.S., Echeverri-Misas, C.M., Lagler, B. and Fernandes, C.M.D., 2012. Gold and base metal porphyry and epithermal mineralization in Paleoproterozoic magmatic arcs in the Amazonian craton, Brazil. In: IUGS (Editor), 34th International Geological Congress, pp. [CD-ROM].
- Juliani, C., Fernandes, C. M. D. (2010). Well-preserved Late Paleoproterozoic volcanic centers in the São Félix do Xingu region, Amazonian Craton, Brazil. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 191(3-4), 167-179.
- Juliani, C., Rye, R.O., Nunes, C.M.D., Snee, L.W., Correa Silva, R.H., Monteiro, L.V.S., Bettencourt, J.S., Neumann, R. e Neto, A.A., 2005. Paleoproterozoic high-sulfidation mineralization in the Tapajós gold province, Amazonian Craton, Brazil: geology, mineralogy, alunite argon age, and stable-isotope constraints. *Chemical Geology*, 215(1- 4):95-125.
- Lagler B. 2011. Estudo do vulcâno-plutônismo paleoproterozóico e da metalogênese na região de São Félix do Xingu, porção sul do Cráton Amazônico. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pirajno, F., 2009. *Hydrothermal Processes and Mineral Systems*. Springer, 1250 pp.



PATROCINADORES:



APOIO:



UNIFESSPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDOESTE DO PARÁ



Prefeitura
de Marabá



Organização do CD:
Débora Nascimento da Silva
Jorge Luis Sousa Rocha
Raiane da Silva Sousa