

MINERALIZAÇÕES *HIGH- E LOW-SULFIDATION* E DO TIPO PÓRFIRO NA PORÇÃO SUL DA PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

Carlos Mario Echeverri-Misas^{1,2} (carlosma99@yahoo.com), Caetano Juliani^{1,2} (cjuliani@usp.br), Maria Alexandra Aguja-Bocanegra^{1,2} (maagujab@gmail.com), Lena V.S. Monteiro^{1,2} (lena.monteiro@usp.br), Cláudia do Couto Tokashiki^{1,2} (claudiatokashiki@usp.br), Carlos Marcello Dias Fernandes^{2,3} (cmdf@ufpa.br), Diego Felipe Gómez Gutiérrez^{1,2} (diegomez656@gmail.com)

¹ Instituto de Geociências - USP, Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia/Geoquímica e Geotectônica, ² INCT – Geociam. ³ Instituto de Geociências - UFPA

INTRODUÇÃO

No final do Paleoproterozoico ocorreram na Província Mineral do Tapajós (PMT) eventos magmáticos predominantemente félsicos que resultaram na formação de rochas plutônicas, sub-vulcânicas, vulcânicas e vulcanoclásticas agrupadas genericamente sob a denominação do Grupo Uatumã (Pessoa *et al.* 1977), interpretadas como geradas em arcos magmáticos continentais formados entre ca. 2,0 e 1,88 Ga (Juliani *et al.* 2013). Às vulcânicas e vulcanoclásticas se associam mineralizações epitermais *high-, intermediate- e low-sulfidation* e do tipo pórfiro, sendo as principais delas destacadas na Figura 1.

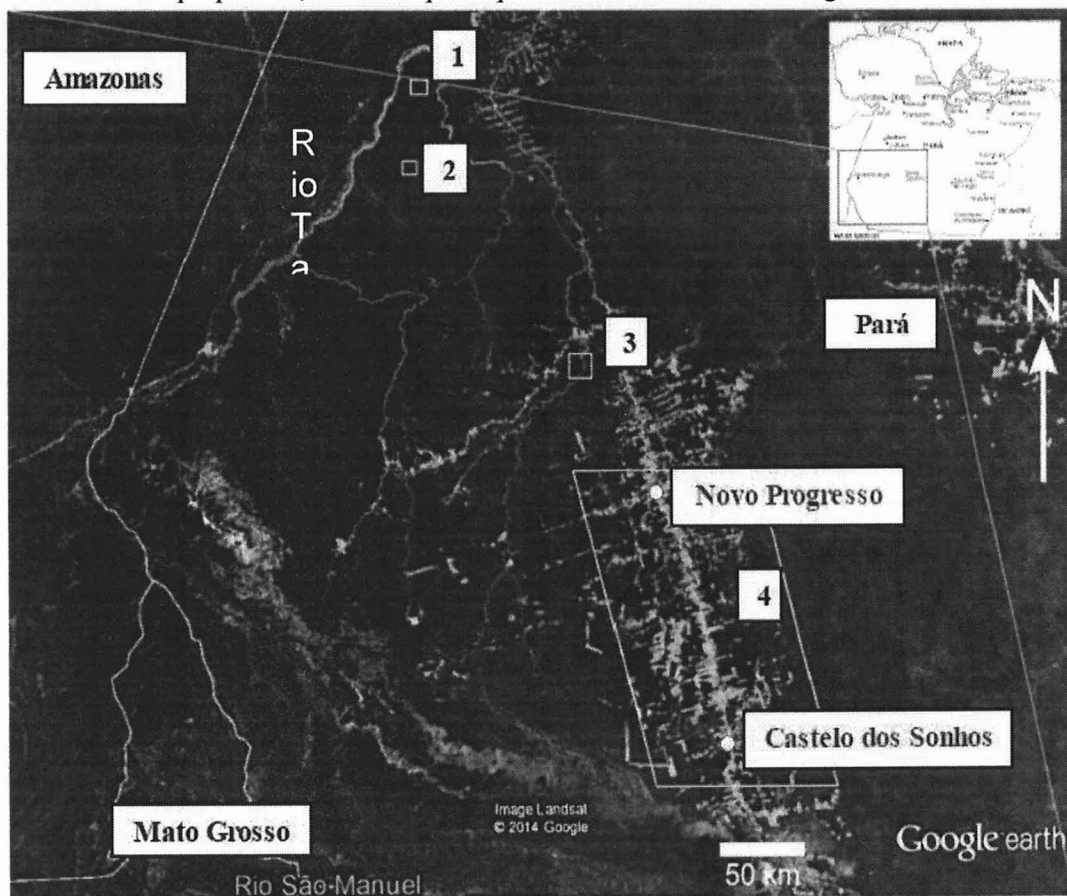


Figura 1. Mapa de localização das mineralizações magmáticas-hidrotermais na porção Sul da Província Mineral do Tapajós. (1) V6 ou Chapéu do Sol (low-sulfidation); (2) V3 ou Botica Velho (high-sulfidation); (3) Pórfiro do Palito; (4) Castelo dos Sonhos/Novo Progresso.

CONTEXTO GEOLÓGICO

A mineralização epitermal *high-sulfidation* de Au-(Ag), denominada V3 ou Botica Velho, identificada por Juliani *et al.* (2005), hospeda-se em *pipes* de brechas hidrotermais em rochas vulcânicas pós-caldeira que compõem um vulcão anelar composto. O complexo vulcânico formou-se sobre granitos da Suíte Intrusiva Parauari e é composto por derrames, diques e vulcanoclásticas do Grupo Iriri, incluindo riolitos porfíricos, dacitos, ignimbritos, lapilli-tufos, tufos (soldados, de cinzas e de cristais), brechas e aglomerados vulcânicos. No topo da sequência há predomínio de rochas félsicas. O sistema hidrotermal foi gerado pela colocação de *stocks* granofíricos riolíticos e riodacíticos (ca. 1,89 e 1,87 Ga) que forneceram os fluidos hidrotermais geradores de zonas de alteração hidrotermal; silicificação com hematita, formando um *vuggy silica* (*silica cap*), argílica avançada (alunita e quartzo), argílica avançada, argílica intermediária, sericítica e propilítica (Tabela 1). A mineralização de ouro se associa principalmente à zona de alteração argílica avançada com alunita e quartzo, que também possui pirita, aguilarita, tiemannita, tetraedrita-tennantita, bornita, calcopirita, covelita, galena, esfalerita, prata nativa e cobre (Tabela 1).

Na mineralização epitermal *low-sulfidation* de Cu-Mo-(Au) denominada V6 ou Chápeu do Sol (Fig. 1) houve a superposição de um sistema do tipo pórfiro (Corrêa-Silva 2002, Juliani 2002, Aguja-Bocanegra 2013) gerado pela intrusão de diques de pórfiros riolíticos a riodacíticos. Esses sistemas estão hospedados em vulcânicas e vulcanoclásticas depositadas sobre monzogranitos, as quais compõem duas sequências vulcânicas que incluem andesitos, dacitos, riolitos, tufos soldados, brechas co-ignimbriticas, lapilli-tufos, tufitos e rochas sedimentares. Também ocorrem brechas hidrotermais de conduto, diques e *stocks* de pórfiros riolíticos a riodacíticos. Os monzogranitos, riolitos e pórfiros da sequência inferior foram formados em um evento magmático de idade entre 1,99 e 1,97 Ga. Um segundo evento magmático de idade entre 1,88 e 1,86 Ga foi responsável pela formação de pórfiros, andesitos, rochas vulcanoclásticas e diques de dacito da sequência superior. As zonas de alteração hidrotermal que afetaram as rochas hospedeiras apresentam características semelhantes (tipo, estilo, mineralogia) às encontradas em sistemas epitermais *low-sulfidation* e do tipo pórfiro. As alterações hidrotermais incluem o metasomatismo sódico e potássico, propilítica, sericítica, adularia-sericítica (*low-sulfidation*), argílica, silicificação, além da presença subordinada de carbonatização, cloritização e fluoritização. Esses tipos de alteração afetaram em diferente grau as rochas intrusivas, do embasamento, vulcânicas, vulcanoclásticas e as zonas de falhas. A mineralização polimetálica é caracterizada pela presença de pirita, calcopirita, molibdenita, ouro e esfalerita, ocorre disseminada, em veios e vênulas, e o ouro é associado à alteração sericítica com adularia e zonas de silicificação. Estudos de amostras do minério em MEV permitiram a identificação de fases minerais que incluem sulfossais de bismuto, sulfetos, ouro e prata nativa, dentre outros (Tabela 1).

Um sistema magmático hidrotermal do tipo pórfiro na porção Sul da PMT é representado pela mineralização de Au-(Cu) do Palito (Fig. 1), hospedada no granito homônimo (1.883 ± 11 Ma), intrusivo no contato entre o Granodiorito Fofquinha e o Granito Rio Novo, unidades que são cortadas por diques básicos e intermediários e pórfiros graníticos (Echeverri-Misas 2010). Durante as fases tardias do evento magmático Parauari houve a colocação do Granito Palito e diques de pórfiros graníticos, em níveis crustais rasos, fornecendo fluidos, calor e metais para o desenvolvimento do sistema hidrotermal. As principais fases de alteração hidrotermal estão representadas por metassomatismo potássico, propilitização, sericitização e, localmente, argilização. A mineralização ocorre na forma de veios e vênulas de quartzo sulfetado e de sulfetos, principalmente associados com a zona de alteração sericítica. A calcopirita é a fase mais representativa do minério, acompanhada de pirita, pirrotita, galena, esfalerita, ouro e ligas de ouro e prata (*electrum*). Estudos do minério em MEV permitiram a identificação de minerais ricos em bismuto, bismuto nativo,

bismutinita, hedleyita, makovickyita, wittichenita, dentre outros (Tabela 1).

Na porção sul da PMT, nas proximidades de Novo Progresso e Castelo dos Sonhos, foi realizado um levantamento que permitiu a identificação de rochas plutônicas (monzogranito, sienogranito), subvulcânicas (pórfiros), vulcânicas (andesito, dacito, riolito), vulcanoclásticas (ignimbrito, tufos de cinzas e cristais) e epiclásticas. Neste trabalho foi possível além da caracterização preliminar desses litotipos, a identificação de um conjunto de alterações hidrotermais com características semelhantes às das mineralizações epitermais e do tipo pórfiro descritas por Corrêa-Silva (2002), Juliani *et al.* (2005), Echeverri-Misas (2010) e Aguja-Bocanegra (2013) na Província Mineral do Tapajós. Metassomatismo potássico, sericitização, carbonatização, cloritização, alteração argílica afetam os diversos litotipos, principalmente as rochas vulcânicas e vulcanoclásticas, se destacando nos dacitos, riolitos e tufos (Echeverri-Misas 2015). Estudos de MEV permitiram caracterizar as fases minerais de alteração hidrotermal, com a identificação de muscovita, paragonita, pirofilita, caulinita, hematita, minerais do grupo APS (Alumínio, Fosfato, Sulfato) e de possíveis fosfatos de terras raras leves (Th, Ce, Nd, La), além de U e Zr.

Tabela 1. Principais características dos sistemas epitermais (*high- e low-sulfidation*) e do tipo pórfiro descritos na porção Sul da PMT.

Características\Tipo	<i>High-sulfidation</i> Au-(Ag) (V3 ou Botica Velho)	<i>Low-sulfidation</i> + pórfiro Cu-Mo-(Au) (V6 ou Chápeu do Sol)	Pórfiro Au-(Cu) (Depósito do Palito)
Rochas geneticamente relacionadas	Riolito, riolacito	Riolito, riolacito, diques e <i>stocks</i> de pórfiro	Granito, dique de pórfiro granítico
Ocorrência	Rochas pós-caldeira (riolito, vulcanoclásticas) em estrato-vulcões e domos	Vulcões anelares e pórfiros (pós-caldeira)	Granito
Principais alterações hidrotermais	Silicificação com hematita Argílica avançada (Alunita, quartzo, covelita ± enargita-luzonita, ouro) Argílica avançada Argílica intermediária Sericítica Propilítica	Metassomatismo sódico e potássico Propilítica (Calcita placóide) Sericítica (adulária, ouro, esfalerita, galena, molibdenita) Argílica	Metassomatismo sódico e potássico Propilítica Sericítica (quartzo, sericita, pirita ± calcopirita, ouro, <i>electrum</i>) Argílica
Forma do depósito	Pipes de brechas hidrotermais	Veios, vênulas, brechas, disseminado	Veios, vênulas, <i>stockworks</i> , disseminado
Texturas do minério	Substituição, veios e brechas, quartzo <i>vuggy</i>	Veios em pente (<i>comb</i>), vênulas	Brechas, veios pentes (<i>comb</i>), drusas, bandas grossas e lâminas.
Ganga	Silicificação, com quartzo maciço grosso a fino e quartzo <i>vuggy</i> residual	Quartzo	Quartzo
Minerais do minério	Alunita, natroalunita, pirita, woodhouseita-svanbergita, tetraedrita-tennantita, aguilarita, tiemannita, bornita, calcopirita, covelita, galena, esfalerita, prata nativa, ouro, cobre	Acantita, anilita, argentita, bismutita, calcopirita, calcosina, esfalerita, galena, hedleyita, hessita, molibdenita, prata nativa, ouro, wolframita	Barita, bismutinita, bismuto nativo, calcopirita, calcosita, galena, esfalerita, <i>electrum</i> , hedleyita, kupcikita, matildita, pilsenita, pirita, pirrotita, tetradimita, ouro
Metais principais	Au-(Ag)	Cu-Mo-(Au)	Au-(Cu)

Os estudos litoquímicos das unidades que compõem a mineralização epitermal *low-sulfidation* com alterações do tipo pórfiro superpostas, indicam filiação geoquímica de séries cálcio-alcalinas de alto potássio, com tendências mais shoshonítica resultantes do metassomatismo potássico, semelhantes às formadas em ambientes sin- a pós-colisionais em ambientes de arco continental maduro. Em relação com o depósito de Au-(Cu) do tipo pórfiro do Palito, as assinaturas geoquímicas das unidades constitutivas apresentam filiação cálcio-

alcalina de alto potássio, semelhante à observada em depósitos do tipo pórfiro cenozóicos, como na cadeia dos Andes. Os estudos litoquímicos das amostras da região de Castelo dos Sonhos e Novo Progresso indicam características de magmas da série cálcio-alcalina de alto potássio, com assinaturas de magmas que foram gerados possivelmente por fusão de porções de crosta média e superior.

CONCLUSÕES

O conjunto de mineralizações magmáticas-hidrotermais epitermal (*high- e low-sulfidation*) e do tipo pórfiro na porção Sul da PMT é indicativo da existência de um potencial metalogenético para ocorrência de depósitos magmático-hidrotermais de metais preciosos e de base nas rochas subvulcânicas e vulcânicas do evento magmático *sensu lato* Uatumã.

A identificação de diversas áreas com alterações hidrotermais do tipo epitermal nas rochas vulcânicas e vulcanoclásticas e do tipo pórfiro na região de Castelo dos Sonhos e Novo Progresso evidencia que esses sistemas magmáticos-hidrotermais estão amplamente distribuídos em rochas de diferentes idades na Província Mineral do Tapajós, o que reforça ainda mais o potencial metalogenético dessa província.

AGRADECIMENTOS

CT-Mineral/MCT/CNPq (Proc.: 505.851/2004-0, Proc.: 550.342/2011-7), Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Geociências da Amazônia (INCT-GEOCIAM). (Proc.: 573.733/2008-2) - MCT/CNPq/FAPESPA/PETROBRÁS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguja M.A. 2013. Mineralizações epitermal *low-sulfidation* e do tipo pórfiro superpostas associadas ao magmatismo félsico de 1,88 Ga na parte norte da Província Mineral do Tapajós (PA). Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 235 p.

Corrêa-Silva R.H. 2002. Caracterização de um Sistema epitermal low-sulfidation (adulária-sericita) mineralizado em Au-Cu-Mo em vulcânicas paleoproterozóicas na Província Mineral do Tapajós: Implicações metalogenéticas e tectônicas. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.

Echeverri-Misas C.M. 2010. Evolução magmática, alteração hidrotermal e gênese da mineralização de ouro e cobre do Palito, Província Mineral do Tapajós (PA). Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 178 p.

Echeverri-Misas C.M. 2015. Geologia e alteração hidrotermal nas rochas vulcânicas e plutônicas paleoproterozoicas na porção Sul da Província Mineral do Tapajós (PA). Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 190 p.

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., 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: 95-125.

Juliani C., Carneiro C.C., Carreiro-Araújo S.A., Fernandes C.M.D., Monteiro L.V.S., Crósta A.P. 2013. Estruturação dos arcos magmáticos paleoproterozóicos na porção sul do Cráton Amazônico: Implicações geotectônicas e metalogenéticas. In: Simp. Geol. Amazonia, 13, Belém [CD-ROM].

Pessoa M.R., Santiago A.F., Andrade A.F., Barreto E.L., Nascimento J.O., Oliveira J.R., Prazeres W.V. 1977. Projeto Jamanxim, VIII Relatório final, DNPM/CPRM, Manaus.

SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA
14ª AMAZÔNIA

**RECURSOS MINERAIS DA AMAZÔNIA E
SUAS IMPLICAÇÕES SOCIOECONÔMICAS**
27 DE SETEMBRO A 1º DE OUTUBRO de 2015 | MARABÁ-PA

ISBN 978-85-88692-10-7



9 788588 692107

ANAIIS

PROMOÇÃO & REALIZAÇÃO:



**NÚCLEO
NORTE**

PATROCINADORES:



GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

APOIO:



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