



UNICAMP

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DAS ZONAS DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL E PARAGÊNESES DO MINÉRIO DE COBRE E OURO DO ALVO CASTANHA, PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS



André Luiz Silva Pestilho (andre.pestilho@ige.unicamp.br)¹, Profa. Dra. Lena Virgínia Soares Monteiro (lena@ige.unicamp.br)²

¹ Graduação em Geologia e Bolsista Pibic/CNPq; ² Docente do DGRN-IG-UNICAMP

Instituto de Geociências
Departamento de Geologia e Recursos Naturais - DGRN

Palavras Chave: Metalogênese, IOCG, Carajás

INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O Alvo Castanha (Figura 1) está localizado na porção nordeste da Província Mineral de Carajás. É um depósito de cobre hospedado principalmente por rochas metavulcânicas ácidas, atribuídas ao Supergrupo Itacaiúnas, cortadas por corpos de rochas subvulcânicas. Este depósito caracteriza-se por apresentar extensas zonas de alteração hidrotermal potássica e escapolitização, com especialização metalogenética distinta daquela de Sossego, com zonas enriquecidas em níquel e em zinco (Monteiro et al., 2008; Pestilho & Monteiro, 2008). O reconhecimento das rochas hospedeiras, dos tipos e padrões das zonas de alteração hidrotermal e a definição da evolução paragenética do minério no Alvo Castanha podem fornecer importantes subsídios para a compreensão da evolução do sistema hidrotermal responsável por sua gênese.

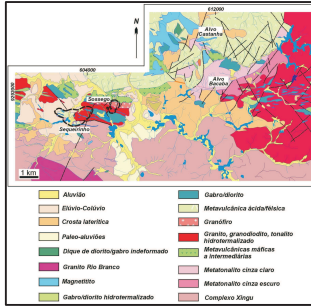


Figura 1 - Mapa geológico das arredores da Mina do Sossego, Província Mineral de Carajás, mostrando a localização do Alvo Castanha (VALC).

MÉTODOS

Como métodos de pesquisa empregados foram realizados estudos detalhados de amostras de furos de sondagem cedidos pela VALE, assim como caracterização petrográfica em luz transmitida, refletida e com uso de microscópio eletrônico de varredura que possibilitaram o reconhecimento dos estágios de alteração e sua evolução temporal.

RESULTADOS

- Caracterização das Rochas Hospedeiras: o estudo realizado no Alvo Castanha permitiu a distinção e caracterização dos litotipos hospedeiros das mineralizações, representados por rocha (meta)vulcânica ácida, caracterizada pela presença de megacristais de quartzo bipiramidais (Figura 2a), e uma rocha sub-vulcânica, com relíquia de textura subofítica (Figura 2b).

- Caracterização das Alterações Hidrotermais: Os estágios de alteração hidrotermal identificados (exemplos na Figura 3), junto de suas respectivas paragêneses incluem: silicificação, escapolitização, alteração potássica, alteração sódica, carbonatização, sericitização e cloritização. Também foi caracterizado o provável histórico de sucessão e zoneamento desses estágios (discriminados na Tabela 1).

- Caracterização da Mineralização Cuprífera: Os minerais de minério no Alvo Castanha ocorrem em vênulas, veios e brechas hidrotermais (Figura 4) que cortam as hospedeiras. Nas brechas, os clastos são compostos de fragmentos arredondados da rocha metavulcânica ácida, apresentando alteração potássica com biotita e carbonatização. A matriz é constituída pelos minerais de minério, principalmente calcopirita-pirrotita-pirita-esfalerita com covelita, galena e molibdenita (Mo_{0,34}S_{2,06}) muito subordinadas. Fases portadoras de Ni, tais como Ni-pirita [(Fe,Ni)_{0,79}S_{1,72}], cobalto-pentlandita [(Ni,Co,Fe)_{9,20}S_{8,38}], sugakiita [Cu_{0,66}(Fe,Ni)_{8,4}S_{4,42}] e telureto Pd-melonita ou "paleoan melonite" [(Fe,Ni,Pd)_{0,31}Te_{0,61}], são comuns. Outras fases minerais hidrotermais presentes nas brechas incluem carbonato, biotita, quartzo, allanita, ferroestilpnomelano, cloro-apatita Ca_{4,07}[Cl_{0,29}P_{0,91}O_{4,23}], monazita (Ce,La,Nd)_{0,80}P_{1,10}O₆ e uraninita.

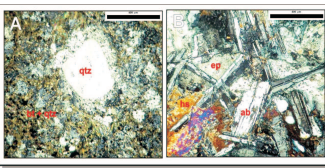


Figura 2 - Fotomicrografias mostrando em "A" megacristais de quartzo característico das rochas metavulcânicas ácidas hidrotermalizadas, e em "B" o arranjo de cristais de plagioclínio herdados, constituindo resquícios da textura ígnea típica de rochas subvulcânicas, similar a uma textura subofítica. Abreviações: bt = biotita, ep = epidoto, hs = hastingsita, qtz = quartzo (luz transmitida, polarizadores cruzados).

Mineral/Alteração	Alteração Potássica (K ₂ O)	Alteração Sódica (Na ₂ O)	Alteração Silicática (SiO ₂)	Alteração Sulfídica (S)	Alteração Carbonatada (CO ₂)	Alteração Sericitizada (K ₂ O, Al ₂ O ₃)	Alteração Cloritizada (MgO, SiO ₂ , H ₂ O)	Alteração Escapolitizada (K ₂ O, Al ₂ O ₃ , SiO ₂)
Albita								
Alumina								
Andaluzita								
Anfíbolo								
Apatita								
Arfvedsonita								
Biotita								
Calcita								
Calcopirita								
Chlorita								
Covelita								
Dolomita								
Epidoto								
Galena								
Hastingsita								
Hidroxiapatita								
Ilmenita								
Malachita								
Molibdenita								
Monazita								
Ni-pirita								
Palmeleto								
Pyrrhotita								
Quartzo								
Sericita								
Sulfato								
Tellurita								
Telureto								
Uraninita								
Venidita								

Tabela 1 - Evolução paragenética do Alvo Castanha relativa aos estágios de alteração hidrotermal e à mineralização.

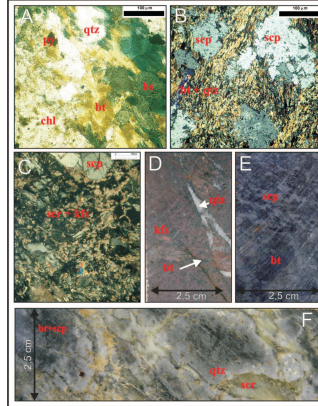


Figura 3 - Aspectos dos estágios de alteração hidrotermal. (A) Quartzo, clorita, biotita e hastingsita em rocha metavulcânica ácida. As relações texturais entre biotita e hastingsita mostram contatos retos, ou mesmo, não mostram feições de substituição sugerindo a formação destes minerais em equilíbrio (luz transmitida, LT, com polarizadores des cruzados, PD). (B) Zona de alteração potássica com biotita, mostrando forte orientação com relação à foliação e cristais de escapolita deformados ao longo desta foliação milonítica (LT; polarizadores cruzados, PC). (C) Zona de escapolitização sendo substituída por feldspato potássico sericitizado (LT, PC). (D) Zona de alteração potássica com feldspato potássico cortado por vênulas de biotita e quartzo. (E) Zona de escapolitização, mostrando associação de biotita e escapolita. (F) Alteração potássica com biotita cortada por vênulas de sericita e quartzo.

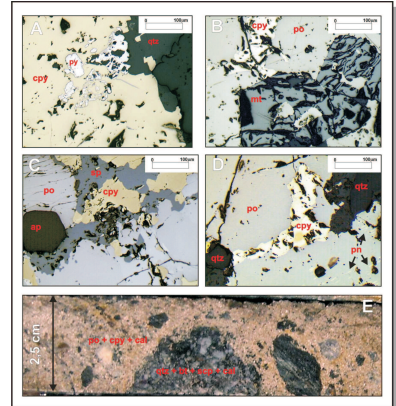


Figura 4 - Foto e fotomicrografias de associações minerais de minério. (A) Associação de pirita e calcopirita em vênula de quartzo, distal aos corpos de brecha mineralizadas (luz refletida, LR, com polarizadores des cruzados, PD). (B) Associação de magnetita, pirrotita e calcopirita, mostrando a pirrotita em fraturas na magnetita (LR, PD). (C) Brecha mineralizada mostrando associação entre esfalerita, calcopirita e pirrotita. (LR, PD). (D) "Flames" de pentlandita (indicados pelas setas pretas), em pirrotita, associada à calcopirita em brecha sulfetada (LR, PD). (E) Brecha mineralizada com matriz constituída principalmente por pirrotita-calcopirita-calcita. Abreviações: ab = albita, ap = apatita, bt = biotita, cal = calcita, chl = clorita, cpy = calcopirita, hs = hastingsita, kfs = feldspato potássico, po = pirrotita, pn = pentlandita, py = pirita, qtz = quartzo, scp = escapolita, ser = sericita.

CONCLUSÕES

O zonamento geral das zonas das alterações hidrotermal em relação à zona onde se concentrou o maior fluxo de fluidos (a zona de cisalhamento) na qual localizam-se os maiores corpos de minério, caracteriza-se por carbonatização proximal na zona mineralizada, envolvida por alteração potássica com biotita ao redor dos corpos de sulfeto, e predomínio de cloritização e silicificação nas porções mais distais.

As maiores concentrações de pirrotita ocorrem associadas à maiores concentrações de calcopirita nas brachas sulfetadas. Pirita ocorre em concentrações muito pequenas ou não ocorre nestas porções.

Os prováveis mecanismos de deposição do minério de cobre, incluem a redução do enxofre contido no fluido, aumento do pH devido a formação dos carbonatos, diluição dos fluidos devido a uma provável mistura de fluidos menos salinos associados com uma concomitante redução da temperatura.

As texturas relativas às fases de alteração hidrotermal evidenciam deformação (foliação milonítica, estiramento de cristais), o que sugere o estabelecimento do sistema hidrotermal concomitante ao desenvolvimento da zona de cisalhamento dúctil que ocorre na área.

A determinação da composição dos minerais de alteração e de minério permitiu uma maior compreensão da assinatura geoquímica do Alvo Castanha, que inclui a presença de teluretos sempre associados à mineralização, grande quantidade de zinco e níquel, esse último tanto em óxidos como em sulfetos e teluretos, além de cobalto e pequenos conteúdos de paládio. Os minerais associados à mineralização indicam a assinatura geoquímica de Cu-Fe-Zn-Ni-(Co-Pb-Mo-Pd) associados à ETR, U e P.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Pibic/CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica e à VALE, em especial aos geólogos Benêvides Aires e ao Isidoro Marco Lameira Costa. Agradecemos também à FAPESP (Processos 03/01159-1, 03-11163-6, 03/09584-3, 03/01996-6), FAPEX/UNICAMP (Convênio 519.292) e CNPq/MCT (Processo 555065/2006-5) pelos auxílios concedidos.

REFERÊNCIAS

Monteiro, L.V.S.; Xavier, R.P.; Carvalho, E.R.; Hitzman, M.W.; Johnson, C.A.; Souza Filho, C.R.; Torresi, I. (2008a) The Sossego iron oxide-copper-gold deposit, Carajás Mineral Province, Brazil: hydrothermal alteration paragenesis and stable isotope constraints on the system evolution. Mineralium Deposita, 43:129-159
Pestilho, A.L.S., Monteiro, L.V.S. (2008). Caracterização petrográfica das zonas de alteração hidrotermal e paragêneses do minério de cobre e ouro do Alvo Castanha, Província Mineral de Carajás. Simpósio de vulcanismo e Ambientes Associados, 4, Foz do Iguaçu (CD-ROM)