

# CARACTERIZAÇÃO HIDROTHERMAL DO DEPÓSITO DE ÓXIDO DE FERRO-COBRE-OURO DE BORRACHUDOS, PROVÍNCIA CARAJÁS, PARÁ

Mariângela Previato<sup>1,2</sup> (mariangela.previato@usp.br) e Lena Virgínia Soares Monteiro<sup>1,2</sup> (lena.monteiro@usp.br)

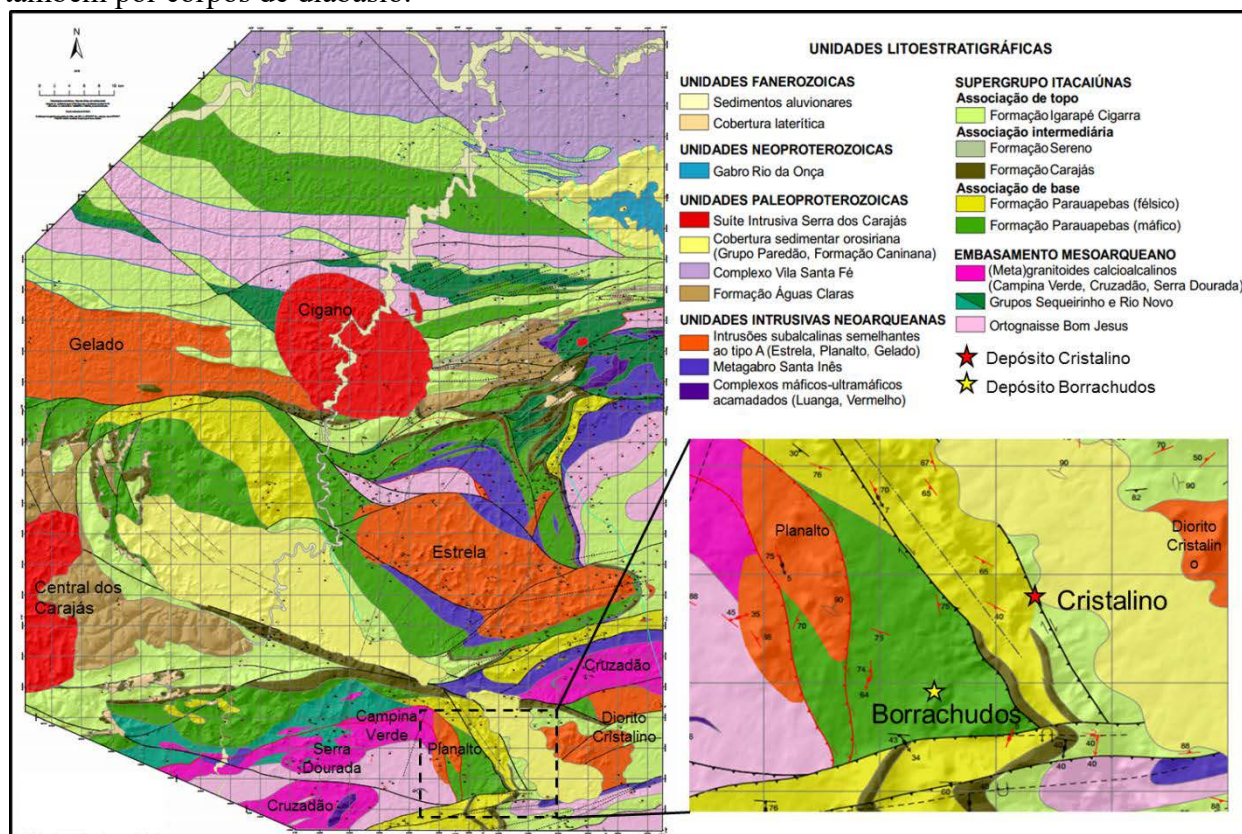
<sup>1</sup>Instituto de Geociências - USP, Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, <sup>2</sup> INCT GEOCIAM

## INTRODUÇÃO

A Província Carajás destaca-se mundialmente por apresentar a maior quantidade conhecida de depósitos de óxido de ferro-cobre-ouro (iron oxide-copper-gold deposits ou IOCG; Hitzman *et al.*, 1992), os únicos de classe mundial de idade arqueana (Groves *et al.*, 2010).

No Domínio Carajás, o Cinturão Sul do Cobre sobressai por conter importantes depósitos como Sossego (355 Mt @ 1,5 % Cu e 0,28 g/t Au; Lancaster *et al.*, 2000), Alvo 118 (170 Mt @ 1,0% Cu e 0,3 g/t Au; Rigon *et al.*, 2000) e Cristalino (500 Mt @ 1,0% Cu e 0,3 Au; Huhn *et al.*, 1999), com seus depósitos satélites de escala menor.

O depósito de Borrachudos compreende um satélite do depósito Cristalino, localizando-se no extremo sul da Serra de Carajás (Serra do Rabo), entre o depósito Cristalino (a nordeste) e o granito Planalto (a noroeste) figura 1. É hospedado por unidades metavulcânicas atribuídas à Formação Parauapebas do Grupo Grão-Pará (Supergrupo Itacaiúnas), de idade neoarqueana, e também por corpos de diabásio.



**Figura 1:** A – Porção sul do Domínio Carajás, limite com o embasamento mesoarqueano. B – Extremo sudeste do Domínio Carajás, onde se localiza o Depósito Cristalino e seu alvo satélite Borrachudos (Tavares, 2015 e Medeiros Filho *et al.*, 2013).

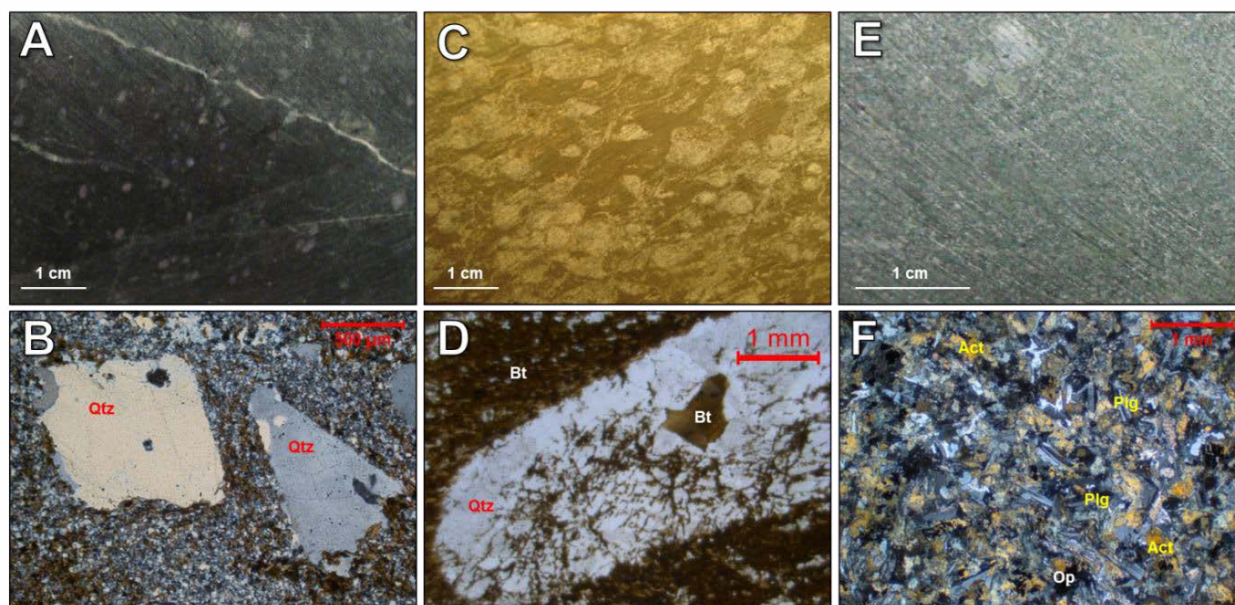
## ROCHAS HOSPEDEIRAS

No depósito Borrachudos as rochas hospedeiras encontram-se fortemente hidrotermalizadas, a partir de relíquias foi possível distinguir três protólitos com características de rochas vulcânicas félsicas, intermediárias a máficas e diabásios.

A rocha vulcânica félsica exibe megacristais bipiramidais de quartzo (Figura 2 A). Possui coloração cinza esverdeada, estrutura maciça a levemente foliada e textura porfírica a glomeroporfírica, dada pelos megacristais de quartzo, que exibem bordas corroídas com recristalização em estado dinâmico (Figura 2 B). A matriz possui granulação muito fina a fina, equigranular a inequigranular, composta por quartzo, com proporções variadas de plagioclásio, biotita, clorita, escapolita e epidoto.

A rocha intermediária é subordinada no depósito, apresenta amígdalas preenchidas por quartzo recristalizado (Figura 2 C), por vezes com inclusões de biotita (Figura 2 D), opacos, apatita e escapolita. A estrutura é maciça à levemente foliada, dada pela alternância de finas faixas granoblásticas e bandas lepidoblásticas.

Os corpos de diabásio (Figura 2 E) possuem bordas mais finas que o núcleo, seu contato com as rochas vulcânicas é abrupto e marcado por carbonatação, cloritização e escapolitização. A rocha possui coloração preto esverdeada, granulação fina, estrutura maciça, textura subofítica (Figura 2 F) e intersticial (com actinolita, hastingsita e opacos).



**Figura 2:** Características das rochas hospedeiras do Depósito Borrachudos. A e B - Metavulcânica Ácida (Riodacito) com fenocristais bipiramidais de quartzo. C e D – Metavulcânica Intermediária (Andesito) com amígdalas preenchidas por minerais hidrotermais. E e F – Diabásio, com textura subofítica preservada.

## HIERARQUIZAÇÃO DAS ALTERAÇÕES HIDROTERMAIS

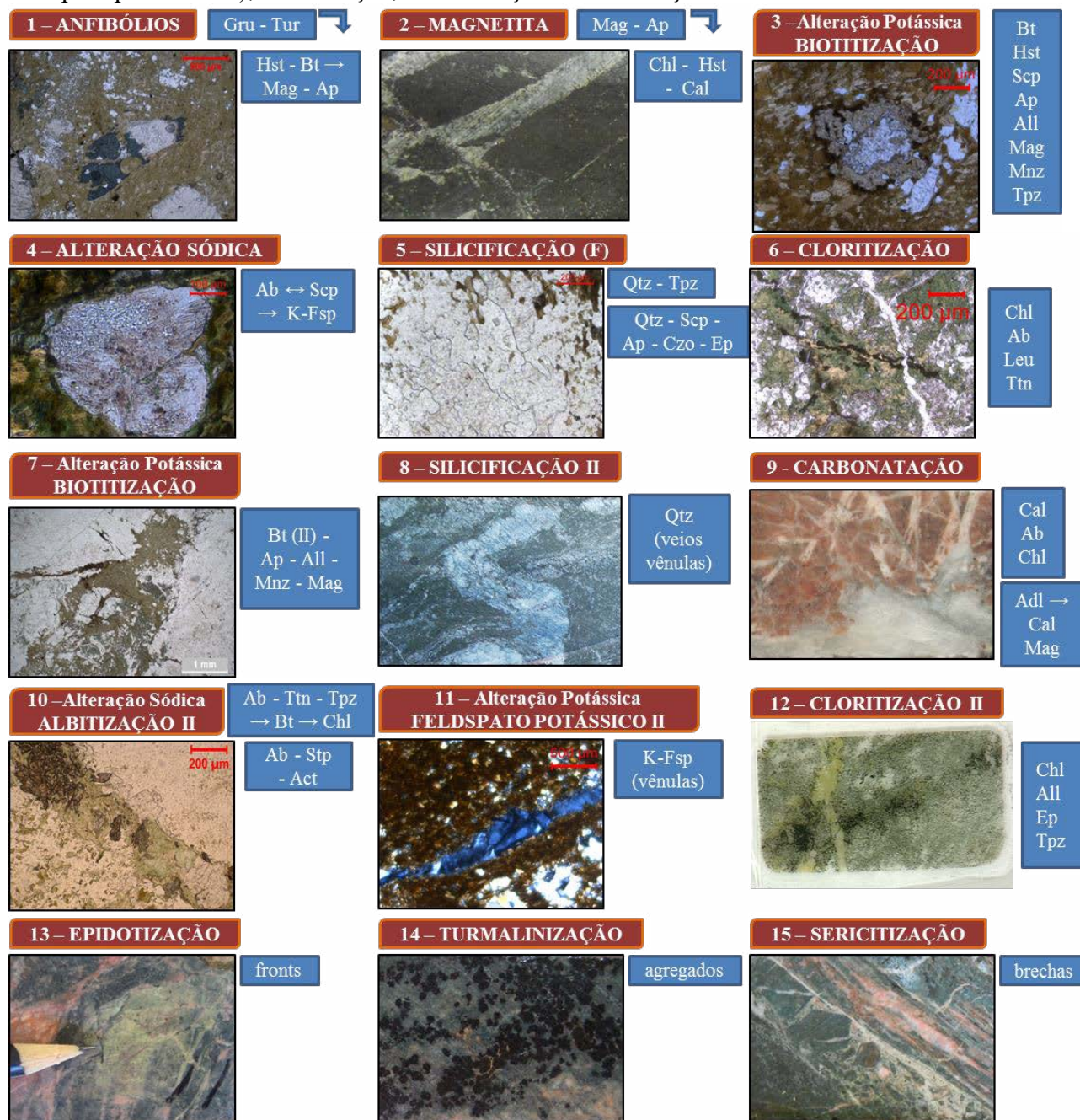
A hierarquização das alterações hidrotermais baseia-se nas associações minerais observadas, nas rochas vulcânicas (ácida e intermediária) pode ser acompanhada na figura 3 e no diabásio na figura 4.

## MINERALIZAÇÃO

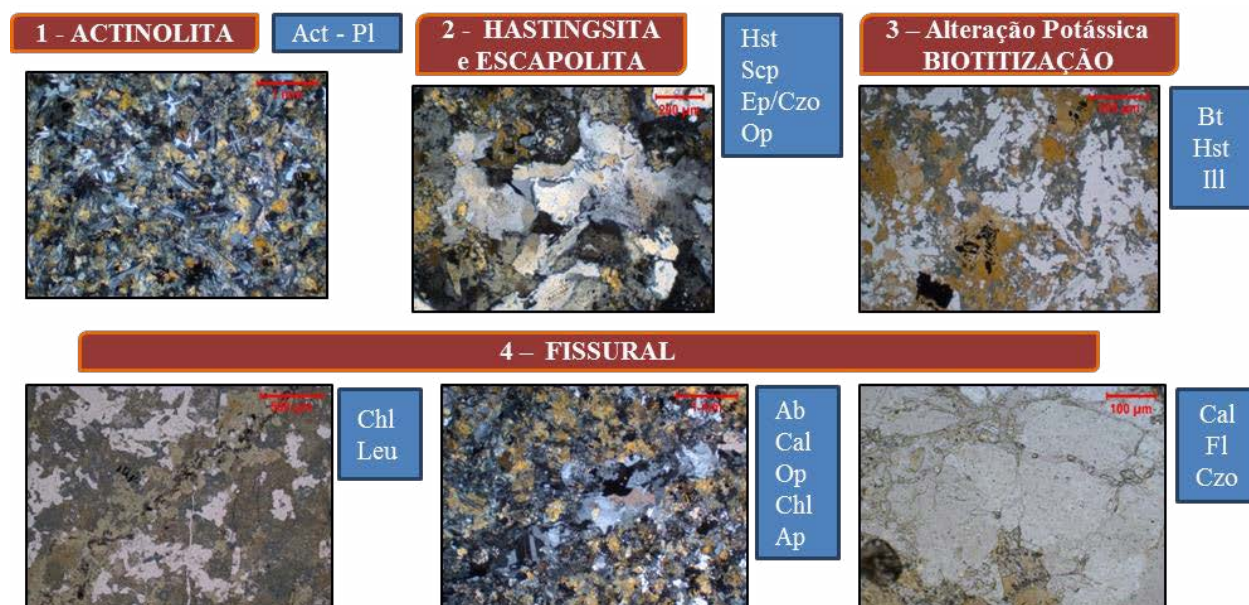
No depósito Borrachudos a mineralização é de cobre, representada por calcopirita, há



proporções menores de pirita e magnetita, além de sulfetos de níquel e cobalto como acessórios (millerita, bravoíta e cobaltita). A mineralização ocorre principalmente associada a estruturas rúpteis (veios, vênulas, *stockworks* e brechas); localmente forma finos cordões marcando a foliação, ou ocorre em estrutura maciça ou disseminada. Comumente, a mineralização está associada às alterações mais tardias e fissurais como cloritização, potassificação (biotita II e feldspato potássico II), silicificação, carbonatação e sericitização.



**Figura 3** – Hierarquização das alterações hidrotermais nas rochas vulcânicas baseada nas associações minerais descritas em estudo macro e microscópico.



**Figura 4** – Hierarquização das alterações hidrotermais observadas nos corpos de diabásio.

## DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O depósito Borrachudos está localizado próximo ao limite sul entre a Bacia Carajás e o embasamento meosarqueano, é hospedado por rochas metavulcânicas do Grupo Grão Pará.

Os estágios iniciais de alteração hidrotermal (biotitização I, silicificação I, cloritização I e escapolitização) foram vinculados à estruturação dúctil a dúctil-rúptil, com o desenvolvimento de foliação milonítica, ou alteração pervasiva em litotipos isótrofos. Dessa forma, o fluido inicial tinha temperatura, pH e salinidade ligeiramente mais altos e sua circulação possivelmente foi anterior ao cisalhamento ou a deformação foi bastante heterogênea e a alteração não ficou restrita aos corredores de maior deformação.

Os estágios de alteração hidrotermal mais tardios (silicificação II, carbonatação, alteração potássica com feldspato potássico, cloritização II, epidotização e sericitização) estão relacionados à estruturação rúptil. A mineralização cuprífera relaciona-se a estes estágios mais tardios, com o desenvolvimento de veios, vênulas, *stockworks* e brechas, apontando para vinculação com sistema(s) hidrotermal(is) desenvolvido(s) em níveis crustais rasos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Groves, D.I., Bierlein, F.P., Meinert, L.D., and Hitzman, M.W. 2010. Iron Oxide Copper-Gold (IOCG) Deposits through Earth History: Implications for Origin, Lithospheric Setting, and Distinction from Other Epigenetic Iron Oxide Deposits. *Econ. Geol.*, **105**:641 -654.

Hitzman, M.W., Oreskes, N, Einaudi, M.T. 1992. Geological characteristics and tectonic setting of Proterozoic iron oxide (Cu-U-Au-REE) deposits. *Precamb. Res.*, **58**:241–287.

Huhn, S.R.B., Souza, C.I.J., Albuquerque, M.C., Leal, E.D., Brustolin, V. 1999. Descoberta do depósito Cu(Au) Cristalino: Geologia e mineralização associada região da Serra do Rabo - Carajás - PA. In: SBG/NO, Simp. Geol. da Amazônia, 6, p. 140-143.

Lancaster Oliveira J, Fanton J, Almeida AJ, Leveille RA, Vieira S. 2000. Discovery and geology of the Sossego copper–gold deposit, Carajás District, Pará State, Brazil. *In: IUGS, Intern. Geol. Congr.*, 31, [CD-ROM].

Medeiros Filho, C.A., Caron, R., Carvalho J.A. 2013. Mapa de regolitos e regimes geomorfológicos do Bloco Cristalino, Província Mineral de Carajás, PA. *In: SBG/NO, Simp. Geol. da Amazônia*, 13, p.

Rigon, J.C., Munaro P., Santos L.A., Nascimento J.A.S., Barreira C.F. 2000 Alvo 118 copper-gold deposit-geology and mineralization, Serra dos Carajás, Para, Brazil. *In: IUGS, Intern. Geol. Congr.*, 31 [CD-ROM]

Tavares, F. M., 2015. Programa Geologia do Brasil – PGB, Rio Verde - SB.22-Z-A-III. Estado do Pará - Carta Geológica. Belém: CPRM, 2014, 1 mapa colorido, Escala 1:100.000.