

MINERAIS DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL EM SISTEMAS EPITERMAIS ASSOCIADOS AO VULCANISMO PALEOPROTEROZOICO NA PROVÍNCIA MINERAL DO TAPAJÓS

Diego Felipe Gomez Gutierrez (diegomez656@gmail.com), Caetano Juliani (cjuliani@usp.br)

Instituto de Geociências da USP, Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, INCT-Geociam.

INTRODUÇÃO

Mineralizações auríferas epitermais *low-* e *high-sulfidation* paleoproterozoicas bem preservadas foram inicialmente descritas na Província Mineral de Tapajós (PMT), respectivamente, por Dreher *et al.* (1998) e Juliani *et al.* (2005). Apesar da inequívoca presença de adulária e sericita, a mineralização *low-sulfidation* ocorre em diques de rochas máficas, o que é bastante incomum para sistemas desse tipo, assim como as suas altas temperaturas e as grande profundidade de formação. Após essas descobertas, inúmeras outras ocorrências tem sido descritas na parte sul do Cráton Amazônico nos últimos anos (Juliani *et al.* 2013, Tokashiki *et al.* No prelo), incluindo sistemas *high-*, *intermediate-* e *low-sulfidation* (com adulária) de idades de ca. 1,97 e ca. 1,88 Ga.

Essas mineralizações epitermais se associam ao vulcanismo *sensu lato* Uatumã, que inclui rochas cálcio-alcalinas, geralmente de alto potássio, de diferentes idades (2,0 a 1,88 Ga), formadas em pelo menos dois arcos magmáticos continentais denominados Arcos Tapajônicos (Juliani *et al.* 2013), além de vulcânicas alcalinas do tipo A, de ca. 1,88-1,87 Ga.

Esse estudo de identificação dos minerais de novas ocorrências de alterações hidrotermais em rochas vulcânicas *sensu lato* Uatumã na parte sul da PMT (Fig. 1) visou a caracterização dos tipos dessas mineralizações epitermais.



Figura 1. Localização e acessos à área de estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A sistemática dos trabalhos é apresentada na (Fig. 2). Nos levantamentos efetuados foram identificados 38 afloramentos de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas hidrotermalizadas com características que podem ser associadas a mineralizações epitermais. Nesses foram coletadas 75 amostras para estudo dos minerais hidrotermais.

As amostras foram preparadas no Laboratório de Tratamento de Amostras e analisadas no Laboratório de Difractometria de Raios X do IGC-USP em um difratômetro Bruker, Modelo D8 Advance Da Vinci, com detector LYNXEYE e ótica TWIN-TWIN.

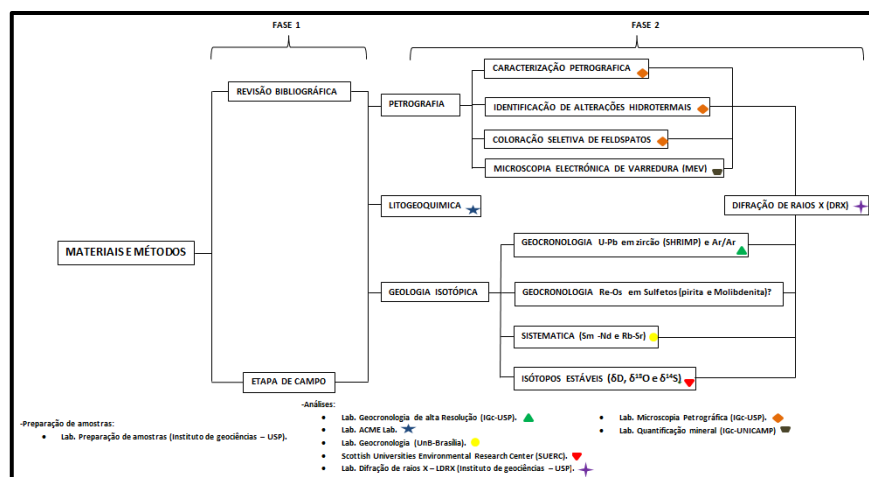


Figura 2. Fluxograma esquemático do desenvolvimento dos estudos deste trabalho.

RESULTADOS

Foram identificadas quatro associações minerais principais de alterações hidrotermais que podem se relacionar com sistemas epitermais (Fig. 3). Suas principais características são:

a) **Silicificação:** é definida predominantemente pela cristalização de quartzo nas rochas ou em veios e vênulas, mas também podem estar presentes calcedônia e jaspe. Afeta pervasivamente as rochas, especialmente ao redor de veios encaixados em estruturas rúpteis e zonas de vênulas são comuns, assim como cimentação de brechas. Geralmente ocorrem zonas de alteração argílica nas partes mais distais e tardias, indicando que a silicificação é devida a fluidos hidrotermais em temperaturas mais altas, resultando na adição de sílica e na lixiviação de álcalis.

b) **Alteração argílica:** é definida pela cristalização de argilo-minerais, principalmente illita e caolinita, com montmorilonita subordinada. As argilas se formaram predominantemente pela alteração dos feldspatos, e essa alteração confere tons acinzentado-claros e esbranquiçados às rochas. Os sulfetos presentes (pirita e calcopirita) são alterados para jarosita e hematita, o que resulta em tingimentos avermelhados. Essa alteração geralmente ocorre em falhas e zonas muito faturadas, comumente nas partes distais de zonas silicificadas e de sistemas de *stockworks*.

c) **Alteração sericítica:** resulta na substituição quase completa das rochas por sericita + quartzo ± caolinita/illita ± sulfetos. Dentre os sulfetos predomina a pirita, que pode se concentrar em filmes ou delgadas vênulas descontínuas.

d) **Alteração argílica avançada:** caracterizada pela associação pirofilita + caolinita ± sericita ± quartzo ± alunita, podendo ter pirita e calcopirita disseminadas. Normalmente apresenta zonas com silicificação pervasiva de cor cinza que pode chegar, por vezes, até à formação de *vuggy silica*. Sistemas complexos de delgadas vênulas de quartzo, *stockworks* e brechas explosivas totalmente hidrotermalizadas são comuns. Se associa a falhas, mas ocorre principalmente em zonas circulares a avaladas em planta, em meio a rochas vulcânicas e pórfiros, ou ao redor dessas estruturas, onde parecem se relacionar fraturas radiais.

Distalmente a essas ocorrências de rochas hidrotermalizadas verificam-se rochas com alterações propilíticas (albita + epidoto/clinozoisita + clorita ± sericita ± sulfetos ± carbonatos) ou sericito-cloríticas e, em especial nos pórfiros e nos granitos, comumente ocorrem zonas de metassomatismo potássico (com feldspato potássico + biotita ± quartzo ± pirita), por vezes com magnetita hidrotermal disseminada ou em vênulas. O feldspato potássico apresenta, tipicamente, tons avermelhados, chegando a cores vermelhas fortes.

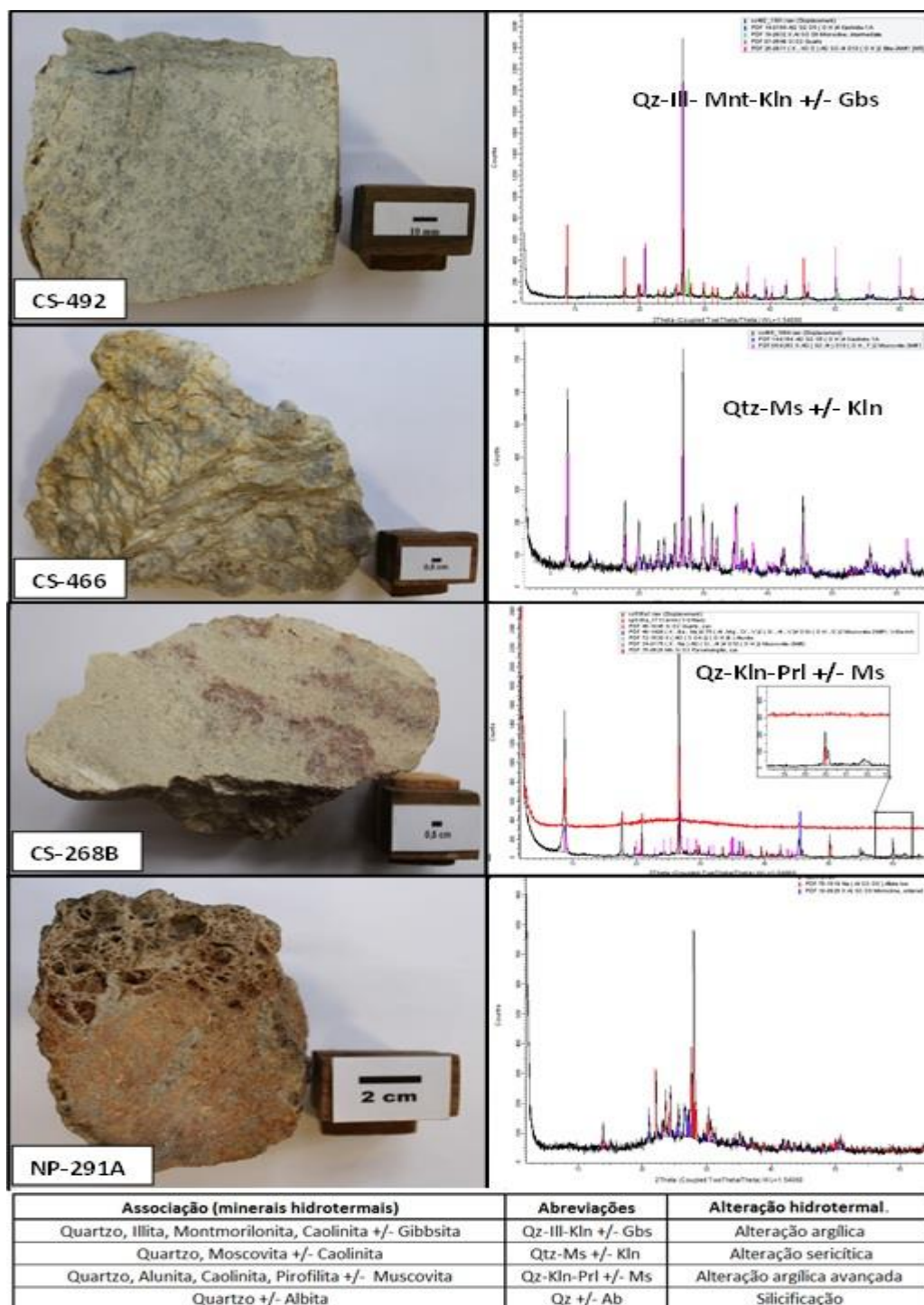


Figura 3. Principais associações de minerais hidrotermais dos sistemas epitermais identificados na parte sul da Província Mineral de Tapajós.

CONCLUSÕES

A mineralogia, os tipos e os estilos das alterações hidrotermais estudadas são muito semelhantes aos presentes em típicos de sistemas epitermais *epitermais low- e high-sulfidation* paleozoicos a cenozoicos. Desta forma, as alterações quartzo-sericitica e argílica, apesar de ainda não ter sido identificada adularia, podem representar mineralizações epitermais *low-sulfidation*, enquanto que a presença de pirofilita e alunita caracteriza zonas com alteração argílica avançada típicas de mineralizações epitermais *high-sulfidation*.

A identificação de um número relativamente elevado de ocorrências e de indícios de

mineralizações epitermais, juntamente com o ambiente tectônico de margem continental ativa, com magmatismo cálcio-alcálico de alto potássio, brechas hidrotermais, zonas de *stockworks* e abundantes intrusões de pórfiros, indica haver um potencial significativo para exploração de mineralizações magmáticas-hidrotermais nos arcos vulcânicos paleoproterozoico na da Província Mineral de Tapajós. A falta dados geocronológicos das unidades vulcânicas estudadas não permite, por ora, a correlação desses sistemas com as mineralizações já descritas na PAT, podendo se relacionarem, pelas suas características, tanto com as mineralizações de ca. 1,88 Ga, como com as de 1,97 Ga. Entretanto, a predominância do tipo *low-sulfidation* sugere uma correlação com o magmatismo mais evoluído, de tendências alcalinas, de ca. 1,88 Ga.

Na (Fig. 4) podem ser observada a distribuição das alterações hidrotermais estudadas nesse trabalho, bem como a geologia da região, segundo (Vasquez *et al.* 2008).



Figura 4. Mapa geológico da área de pesquisa (Vasquez *et al.* 2008), incluindo a distribuição das novas ocorrências de alterações hidrotermais na parte sul da PAT. Verde = alteração argílica; Amarelo = alteração sericitica; Vermelho = alteração argílica avançada; Branco = alteração hidrotermal não classificada.

Agradecimentos: CT-Mineral/MCT/CNPq (Proc.: 550342/2011-7), INCT- Geociam (Proc.: 573733/2008-2) - MCT/CNPq/FAPESP/PETROBRÁS e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado do autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dreher A.M., Vlach S.R.F, Martini S.L. 1998. Adularia associated with epithermal gold veins in the Tapajós Mineral Province, Pará state, northern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 28: 397-404.
- Juliani C., Carneiro C.C., Carneiro-Araújo S.A., Fernandes C.M.D., Monteiro L.V., Crósta A.P. 2013. Estruturação dos arcos magmáticos paleoproterozoicos na porção sul do Cráton Amazônico: Implicações geotectônicas e metalogenéticas. *In: Simp. Geol. Amazonia*, 13, Belém [CD-ROM].
- Juliani C., Rye R.O., Nunes C.M.D.; Silva R.H.C., Monteiro, L.V.S., Neumann R., Alcover Neto A., Bettencourt J.S., Snee L.W. 2005. Paleoproterozoic high-sulfidation mineralization in the Tapajós Gold Province, Amazonian craton, Brazil: geology, mineralogy, alunite argon age and stable isotopes constraints. *Chemical Geology*, 215: 95-125.
- Santos J.O.S., Hartmann L.A., Gaudette H.E., Groves D.I., McNaughton N.J., Fletcher I.R. 2000. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Gondwana Research*, 3: 453-488.
- Tokashiki C.C., Juliani C., Monteiro L.V.S., Echeverri-Misas C.M., Aguija M.A., Arrais L.B. (no prelo). Eventos Vulcânicos de 1,97Ga com mineralizações de ouro epitermais *low- e intermediate sulfidation* na porção sul da Província Aurífera do Tapajós (PA). *Livro Contribuições a Geologia da Amazônia*.
- Tassinari C.C.G. & Macambira M.J.B. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, 22: 174-182.
- Vasquez, M.L.; Sousa, C.S.; Carvalho, J.M.A. (Orgs.). 2008. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Pará, escala 1:1.000.000. Programa Geologia do Brasil (PGB), Integração, Atualização e Difusão de Dados da Geologia do Brasil, Mapas Geológicos Estaduais. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Belém.