

A associação yanomamite-scorodite e a mineralização supergénica de In em detritos mineiros de zonas de cisalhamento com W-Au-As-Zn - Norte de Portugal

Yanomamite-scorodite transition and In mineralization in mining debris from W - Au - As - Zn shear zones - Northern Portugal

R. ALVES – raquelmcepedaalvesa@gmail.com (Universidade do Minho, Departamento de Ciências da Terra)

C. LEAL GOMES – director.cigr@gmail.com (Universidade do Minho, Departamento de Ciências da Terra)

T. VALENTE – teresav@dct.uminho.pt (Universidade do Minho, Departamento de Ciências da Terra)

RESUMO: No âmbito de um programa de caracterização mineralógica de escombrelas, em sítios mineiros abandonados, detectou-se uma mineralização invulgar de índio (In) associada a detritos de grão grosseiro, provenientes de antigas lavras subterrâneas, em zonas de cisalhamento com W e/ou Au. A ocorrência mais significativa revela crescimento epitaxial de scorodite sobre núcleos de yanomamite, neoformados em cavidades de corrosão de sulfuretos em blocos soltos. O depósito primário, em Tibães (Braga), corresponde a veios hidrotermais em zonas de cisalhamento, com texturas do tipo fracturação-selagem ("crack-seal").

PALAVRAS-CHAVE: Yanomamite-scorodite, Índio, sítios mineiros abandonados.

ABSTRACT: *Systematic characterization of waste dumps mineralogy in several abandoned mining sites allowed the detection of an unusual indium (In) mineralization associated with coarse grained debris from small scale underground workings in shear zones with W and/or Au. The most significant occurrence reveals epitaxial overgrowth of scorodite in transition to yanomamite cores, newly formed in corrosion cavities of sulphides in wasted boulders. Primary deposit is a hydrothermally veined and crack-sealed shear zone in Tibães (Braga).*

KEYWORDS: *Yanomamite-scorodite, Indium, abandoned mining sites.*

1. INTRODUÇÃO

O índio (In) é um elemento do sub-grupo IIIA. Ocorre na natureza junto das mineralizações de Cu-Ag, Zn-Cd, Pb-Sn e Bi, e está expresso em quantidades vestigiais em sulfuretos de Cu, Sn e Fe (Schwarz-Schampera & Herzig, 2002). Os minerais portadores específicos de In são raros. A yanomamite pode ser considerada como um portador específico e uma das suas ocorrências mais documentadas diz respeito ao maciço de Mangabeira, no Brasil (Botelho *et al.*, 1994), onde é referida a sua associação com scorodite junto de quartzo e topázio primários em greisen (Jambor & Roberts, 1995).

Neste estudo, amostras de blocos soltos de rejeição mineira, com produtos de oxidação de arsenopirite e outros sulfuretos foram colhidas no decurso de um programa de caracterização mineralógica de escombrelas, seguindo uma metodologia de trabalho estabelecida em Valente & Leal Gomes (1998). A identificação e caracterização mineraloquímica das neoformações

mineralógicas supergénicas geradas por oxidação foram efectuadas combinando a difractiva de raios X (*DRX* - equipamento PHILIPS com ampola de cobre e cristal monocromador de grafite, $2\theta = 2^\circ$ a 70°), e a análise química pontual com microsonda electrónica (Hyperprobe Jeol JXA-8500F operando com 15Kv e 20nA).

2. OCORRÊNCIA DAS MINERALIZAÇÕES

Estudaram-se detritos correspondentes às explorações de Castelhão, Argas-Cerquido (onde se inclui a Mina do Fulão) e Tibães (Fig. 1), abandonadas nas décadas de 50 a 70, do séc. XX. A actividade extractiva que aí decorreu incidiu sobre depósitos primários mineralizados com W-Au-As-Zn, de tipo venular hidrotermal, focados em zonas de cisalhamento dúctil a frágil.

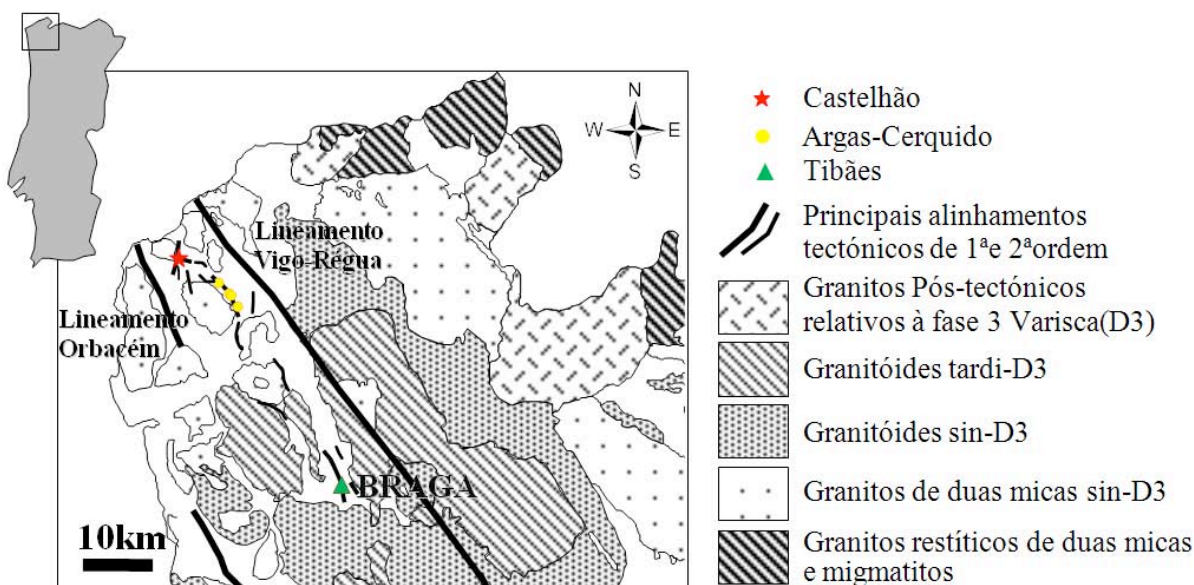


Figura 1 – Localização das áreas de estudo.

As amostras provêm de acumulações de triturados grosseiros com baixa superfície específica, despejados livremente em vertentes próximas das frentes de desmonte.

As paragéneses primárias mais típicas são as seguintes:

- *Castelhão*: pirite > arsenopirite >> volframite > blenda;
- *Fulão*: arsenopirite > pirite > blenda > galena > calcopirite > volframite > scheelite >> ouro + electrum + esquimoite + galenobismutite + bismutinite (Leal Gomes & Gaspar, 1992);
- *Tibães*: arsenopirite > pirite > blenda > volframite > calcopirite.

No que respeita aos minerais supergénicos observam-se ainda:

- *Castelhão*: scorodite > goethite > farmacosiderite >> turquesa-planerite [em aplito e greisen (encaixante mas próximo do contacto com os veios hidrotermais)];
- *Fulão*: goethite > scorodite > beudantite-segnitite > mimetite > carminite > rooseveltite > arsenobismite > fosgenite (Leal Gomes & Gaspar, 1992);
- *Tibães*: scorodite > goethite > farmacosiderite.

3. RESULTADOS DE ANÁLISE QUÍMICA PONTUAL

Em microscópio electrónico de varrimento (MEV), a partir de secções orientadas de compósitos cristalinos com zonamento oscilatório, obtiveram-se imagens de contraste de número atómico (electrões retrodifundidos – ER), as quais permitiram guiar a análise química subsequente.

A Tabela 1 apresenta as composições pontuais em % de peso de óxidos obtidas em secções de cristais de scorodite. Estes foram extraídos de cavidades de corrosão de arsenopirite e outros sulfuretos coexistentes com quartzo em texturas de fracturação-selagem - “crack seal”. As colheitas foram efectuadas em blocos soltos das escombrelas das Minas de Castelhão (C1-21 na Tabela 1), Fulão (A-C na Tabela 1), e Tibães (secções T11-14 e T20-15 na Tabela 1). Indicam-se ainda valores referidos por Botelho *et al.* (1994), relativos a 12 análises de yanomamite, média (B1) e intervalos (B2).

Tabela 1 - Análises químicas pontuais efectuadas em microsonda electrónica. Nota: referência das análises esclarecida no texto.

%	C1	C2	C21	A-C 3	A-C 4	T11	T14	T20	T15	T16	T17	T18	T19	B1	B2
In ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	1.63	35.39	33.54	36.44	32.60	33.79	45.80	43.29 - 47.28
Fe ₂ O ₃	31.08	30.94	30.77	31.16	31.30	31.29	32.06	29.59	10.72	10.52	9.07	11.88	11.51	1.11	0.31 - 3.11
Al ₂ O ₃	0.35	0.34	0.10	0.66	0.11	0.04	0.80	0.56	0.45	0.50	0.56	0.36	0.26	0.21	0.09 - 0.78
As ₂ O ₅	46.52	46.57	45.76	45.41	44.60	45.62	42.21	44.93	36.45	38.71	35.41	34.34	34.61	40.10	39.03 - 40.86
P ₂ O ₅	0.06	0.05	0.00	0.59	0.23	0.00	0.82	0.53	2.75	2.20	5.86	6.80	7.08	-	-
Au ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
ZnO	0.00	0.15	0.00	0.05	0.00	0.03	0.16	0.11	0.00	0.07	0.00	0.24	0.01	-	-
PbO	0.00	0.01	0.03	0.05	0.22	0.10	0.13	0.12	0.04	0.00	0.10	0.00	0.08	-	-
total	78.00	78.06	76.72	76.48	79.94	77.19	76.31	77.48	85.82	85.57	87.48	86.23	87.35	87.22	-

Constata-se a escassez de In nas scorodites de Castelhão, Fulão e em alguns dos cristais de Tibães. Na Fig.2A ilustra-se uma secção compósita com conteúdos de In generalizadamente maiores e variáveis de 1,63 a 36.44% (T20 e T17 da Tabela 1), concomitantemente o Fe varia de 29.59 a 9.07. Estes valores composicionais situam as fases analisadas na série yanomamite-scorodite descrita por Botelho, *et al.* (1994).

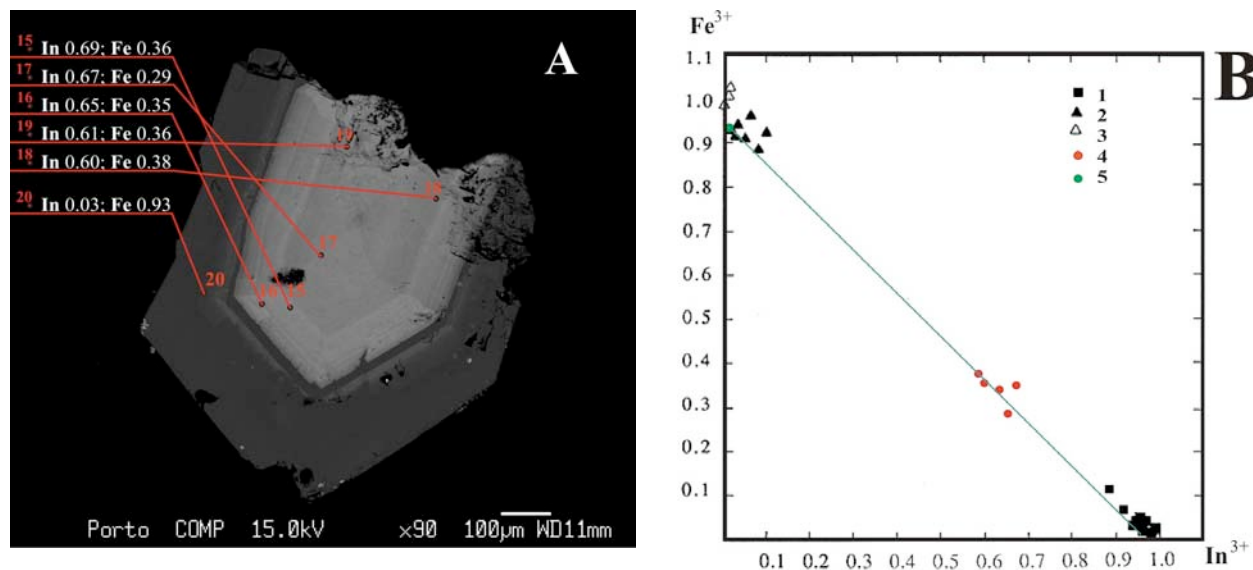


Figura 2 – Conteúdos de catiões por fórmula de In e Fe sobre imagem MEV-ER de um cristal compósito de yanomamite-scorodite (A) e na definição de domínios composicionais na série yanomamite-scorodite descrita por Botelho, *et al.* (1994) (B). 1 - yanomamite, 2 - scorodite rica em In e 3 - scorodite pura (Botelho *et al.*, 1994). 4 – yanomamite de Tibães; 5 - scorodite epitáxica sobre yanomamite de Tibães.

4. DISCUSSÃO

Schwarz-Schampera & Herzig, (2002) referem que o In pode estar em substituição do Fe, Cu e Sn, na estrutura cristalina de alguns sulfuretos ou então pode ocorrer em inclusões submicroscópicas de minerais de In. Em consonância com esta sugestão, no caso em apreço o sequestro de In anterior à evolução supergénica poderá estar relacionado com o “crack seal”

A deposição pode ser facilitada pela precipitação primária mas sobretudo pela remobilização e recristalização em processos de reactivação cisalhante e remobilização hidrotermal, ocorrendo o enriquecimento em In desde baixas concentrações em sulfuretos primários (concretamente blenda e arsenopirite) até concentrações mais altas em inclusões nesses mesmos sulfuretos ou em outros que deles resultem por exsudação.

5. CONCLUSÕES

Nos detritos mineiros mais grosseiros dos despejos das Minas de Tibães foi identificada yanomamite, com um enriquecimento superficial em Fe. Da caracterização mineroquímica resulta que em Tibães a amplitude da substituição isomórfica Fe/In, entre yanomamite e scorodite, é possivelmente maior do que aquela que havia sido observada por Botelho *et al.*, 1994.

A diversidade das mineralizações e eventualmente um primeiro enriquecimento em In pode ter sido desencadeado por deformação/metamorfismo, acompanhando o funcionamento recorrente das estruturas de cisalhamento. Estes processos em conjunto podem promover ciclos de colapso-recuperação (“annealing-recovery”) ao nível das paragénese sulfuretadas. Não é de excluir que assim surgissem pontuações submicroscópicas de sulfuretos e sulfoarsenietos enriquecidos em In e dispersos em hospedeiros equilibrados por recuperação. Mas a primeira mineralização específica discernível é supergénica e relaciona-se com a oxidação da arsenopirite, que por isso poderá ser considerada, tal como admitem Schwarz-Schampera & Herzig, (2002), como um portador primário significativo.

Referências

- Botelho, N., Roger, G., d’Yvoire, F., Moelo, Y., Volfinger, M. (1994) – Yanomamite, $\text{InAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, a new indium mineral from topaz bearing greisen in the Goiás tin province, Brazil. *European Journal of Mineralogy*, 6, pp. 245– 254.
- Leal Gomes, C., Gaspar, O. (1992) – Mineralizações Filonianas Associadas a Cisalhamentos Pós-pegmatóides do Campo Aplito-pegmatítico de Arga-Minho. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 78(1), pp. 31-47.
- Jambor J., Roberts A. (1995) – New mineral names, *American Mineralogist*, 80, pp. 186. In: http://rruff.info/uploads/AM80_184.pdf
- Schwarz-Schampera, U., Herzig, P. (2002) – *Indium: Geology, Mineralogy, and Economics*. Springer, Heidelberg, Germany, 257 p.
- Valente, T., Leal Gomes, C. (1998) – Tipologia e Evolução dos Materiais de Neoformação Supergénica Detectados na Escombreira da Mina de Valdarcas (Vila Nova de Cerveira – N. Portugal) – implicações ambientais. *Cadernos Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 23, pp. 43-57.