

Reposicionamentos petrogenéticos do W e Mo desde o Silúrico até à remobilização tardi-Varisca - Serra de Arga (Minho)

Petrogenetic repositioning of W-Mo from Silurian to late-D3 Variscan remobilization – Serra de Arga (Minho)

P. A. DIAS – patriciasdias@gmail.com (CIG-R, Universidade do Minho - Departamento de Ciências da Terra)

C. LEAL GOMES – lgomes@dct.uminho.pt (CIG-R, Universidade do Minho- Departamento de Ciências da Terra)

RESUMO: A mineralização tungstífera principal detectada na região da Serra de Arga inclui scheelite e volframite e também raramente tungstenomolibdenite. Esta encontra-se hospedada em suportes litológicos diversos: rochas calcossilicatadas, anfíbolitos, segregações de leucossoma e veios de quartzo em cisalhamentos tardi-D3. A mineralização tungstífera primária, possivelmente singenética e ortomagmática e as remobilizações posteriores foram estudadas em microscopia óptica e microsonda, reconhecendo-se tendências de sucessão paragenética e química relacionadas com variações na fO_2 dos meios de deposição.

PALAVRAS-CHAVE: scheelite, volframite, tungstenomolibdenite, processos singenéticos, remobilização.

ABSTRACT: The main W mineralization detected in Serra de Arga includes scheelite and wolframite and also rarely W-molybdenite. It is hosted in various lithologies: calcisilicate rocks, amphibolites, leucosomes and quartz veins in late-D3 shear zones. Primary W mineralization, possibly syngenetic to orthomagmatic, and later remobilizations were studied in optical microscope and microprobe, allowing the recognition of trends of paragenetic succession and chemical variation, related to fO_2 changes.

KEYWORDS: wolframite, scheelite, W-molybdenite, syngenetic processes, remobilization.

1. INTRODUÇÃO

Em algumas litologias Silúricas da Serra de Arga foi detectada mineralização tungstífera possivelmente singenética a partir da qual foram deduzidas possíveis tendências de remobilização metamórfica a metassomática referenciadas com base na análise estrutural e paragenética. Nas várias ocorrências de minerais de W e Mo, são mais estáveis, a scheelite e a volframite. A molibdenite e fases compósitas com Mo são mais raras. Geralmente é úbiqua a associação com sulfuretos.

Nesta região os processos de concentração do W têm sido essencialmente atribuídos ao metassomatismo de contacto com fluidos aquosos/hidrotermais-magmáticos originados a partir de granitos fraccionados na presença de protólitos carbonatados (permeáveis e com alto potencial reactivo). Alguns índices tungstíferos podem contudo estar associados a pré-concentrações exalíticas e evaporíticas. Autores como Plimer (1987), têm mostrado a relação entre a concentração de W (\pm Pb-Zn-Ag, Sn, Cu, Ag, Au, Co, U e metais básicos) e associações litológicas consideradas tipomórficas de uma origem sedimentar-exalítica e vulcanogénica-exalítica em sequências com turmalinitos estratiformes, rochas ricas em espessartite, BIF e

rochas ricas em granite. Associações semelhantes a estas observam-se em alguns locais dos terrenos Silúricos que envolvem a Serra de Arga.



Fig. 1 - Localização das diversas ocorrências de mineralização tungstífera no domínio geográfico envolvente do maciço granítico da Serra de Arga.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO DAS OCORRÊNCIAS DE W

Nas várias ocorrências estudadas a mineralização tungstífera principal ocorre sob a forma de scheelite. Salientam-se as seguintes situações:

I. Domo de Covas – várias gerações de scheelite e volframite em corpos estratóides mineralizados com sulfuretos e litologias calcossilicatadas; no contexto da litoestratigrafia de Covas, a discriminação de fácies, sugeriu também a existência de portadores vulcanogénicos e exalíticos vizinhos das formações metacarbonatadas e calcossilicatadas; trata-se de formações hiperferríferas com magnetite e hematite e rochas com textura gneissica ricas em granite (atribuídas a uma petrogénese SEDEX)

II. Serro – scheelite dispersa em rochas calcossilicatadas; W-molibdenite disseminada em tufos félsicos metamorfizados com sulfuretos; scheelite em leucossoma venular de anfibolitos.

III. Monteiro - scheelite abundante em anfibolitos de tendência alcalina que coexistem com turmalinitos, horizontes fosfatados e rochas calcossilicatadas com grafite - o conteúdo de W pode atingir 2883 ppm nas fácies melanocratas; scheelite presente em fácies filíticas que se relacionam com produtos de metassomatismo perianfibólico (W = 368 ppm); a paragénese inclui lollingite, arsenopirite, pirrotite e calcopirite.

IV. Castelão - mineralização volframítica em 2 sistemas de filões de quartzo conjugados com possança variável de alguns centímetros a um metro - direcção geral N48°E, inclinação de 64°W a vertical - a volframite constitui bandas “crack-seal” nos veios de quartzo com arsenopirite.

V. Zona de cisalhamento polifásica de Argas- Cerquido (ZCAC) – as mineralizações incluem volframite fortemente deformada em veios de quartzo com sulfuretos nos segmentos sudeste e noroeste da ZCAC e também scheelite e stolzite miarolítica tardia.

Quadro 1 – Variabilidade da mineralização volframítica atribuída às diversas sequências litológicas hospedeiras não venulares.

Localização	Rocha hospedeira	Associação mineralógica	Tipologia da mineralização W	Hábito e texturas dos minérios de W
<i>I. Domo de Covas</i>	Pirrotite maciça em fácies metavulcânico-exalítica	Albite + Mn-almandina - espessartite + moscovite + biotite + F-apatite + pirrotite + calcopirite ± quartzo	Scheelite	
	Idem	Pirrotite + plagioclase + biotite (clorite) + feldspato K + moscovite.	Volframite+ scheelite	Pseudomorfoses de ferberite após scheelite (“peões”)
	Grossularito	Granada (grossulária) + andesina + pirrotite + arsenopirite + calcopirite + zavariskite + pirite (Co/Ni=5)	Scheelite+ volframite	Intercrescimentos entre scheelite e volframite.
	Metassomatito albitico	Albite + apatite + biotite + pirite + pirrotite + calcopirite + arsenopirite + Bi nativo	Scheelite	Cristais finos inclusos em pirite. Cristais grosseiros isolados.

II. Serro	Tufo fêlsico com sulfuretos atravessado por veio de turmalinito	Oligoclase + fengite + pirite + pirrotite ± galena ± blenda	W-molibdenite (Mo,W)S ₂	Cristal automórfico com zonamento oscilatório e enriquecimento em Mo no sentido do bordo.
	R. calcossilicatada	Epidoto + quartzo + calcite + grossularia + esfena + diópsido + clorite + pirite + blenda	scheelite	Cristais homogêneos, anédricos.
	Leucossoma de anfíbolito	plagioclase (An _{51,2} - _{82,3}) + feldspato K + quartzo + diópsido + hornblenda + ilmenite+apatite+silimanite+calcopirite	scheelite	Cristais xenomórficos, muito finos.
III. Monteiro	Anfíbolito	Anortite + Fe-hornblenda + esfena (com 1,6% de F) + fluorite + F-apatite + alanite + zircão + arsenopirite + pirrotite + lollingite + pirite + galena	scheelite	Cristais automórficos a subautomórficos homogêneos
	Fácies leucocrata perianfíbolica	Anortite + quartzo+ esfena+ epidoto (rico emCr) + albite + apatite + diópsido + fluorite + hornblenda+pirrotite	scheelite	Cristais com 0,1 cm, corroídos com zonamento heterogêneo.

3. ANÁLISE PARAGENÉTICA DAS MINERALIZAÇÕES TUNGSTÍFERAS

No “skarn” de Covas, em fácies com pirrotite maciça, observam-se texturas de ferberitização da volframite I e ocorrência de ferberite II em pseudomorfose após scheelite. As composições mais ricas em Fe observam-se em volframites I (Fig. 2 e 3).

A volframite é o principal portador de minerais de Bi (Bi nativo e zavaritskite com Bi, F e Fe) e encontra-se frequentemente hospedada em pirrotite maciça e intercrescimentos com calcopirite e blenda. Também foi observada volframite homogênea, precoce associada a biotite portadora de inclusões de Bi nativo. A coexistência observada sugere que a volframite é formada em condições de alta T (±670°C de acordo com o equilíbrio termodinâmico, granada-biotite).

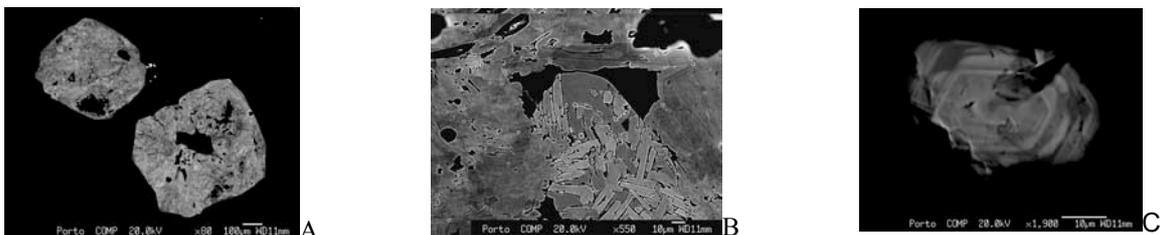


Fig. 2 – A- pseudomorfoses de ferberite II após scheelite - Covas; B- intercrescimento entre ferberite I e scheelite no núcleo de uma pseudomorfose - Covas; C – cristal de W-molibdenite – Serro

No Monteiro o mineral de As predominante é a lollingite com Co (tendente para skutterudite). A arsenopirite ocorre em situações de sobrecrecimento epitáxico sobre lollingite e pirrotite, o que denota a reacção: 2 FeAsS (Asp) ⇌ FeAs₂(Lo)+FeS(Po)+0,5S₂. A ocorrência persistente de lollingite nas varias fácies é tipomórfica de uma evolução em condições de T ainda mais elevadas (T>702 °C segundo Kretschmar & Scott, 1976).

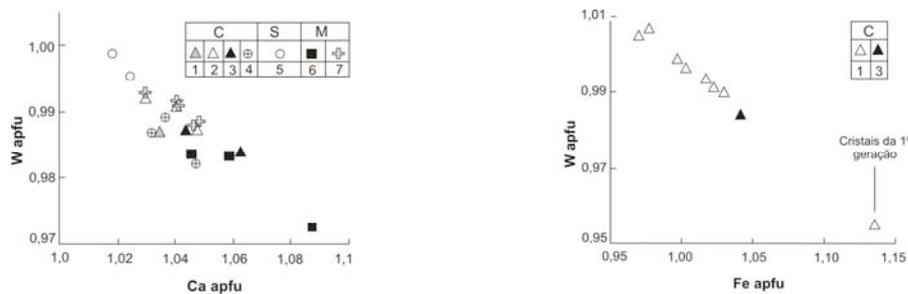


Fig. 3 – Composições de tungstos presentes em associações de Covas, Serro e Monteiro. Nota: as composições de volframites de Covas incluem pseudomorfoses e cristais da 1ª geração. Legenda: C- composições de Covas (fácies com sulfuretos maciços-2 e 4, grossularitos - 1 e metasomatitos - 3); S- composições do Serro (rochas calcossilicatadas -5); M – composições do Monteiro. (anfíbolitos - 6 e fácies peri-anfíbolicas leucocratas - 7).

As rochas proto-tuíticas do Serro apresentam W-molibdenite com zonalidade oscilatória e composições variáveis entre o núcleo e o bordo – comparativamente o bordo é enriquecido em Mo (Fig. 2c).

No diagrama da fig. 3 em que se relacionam os conteúdos catiónicos de Ca/W na scheelite fica expressa a tendência de correlação negativa entre o Fe e o Ca com alguma variabilidade ao nível das composições das rochas calcossilicatadas e anfíbolitos de diferentes posicionamentos paragenéticos: as scheelites presentes em fácies anfíbolíticas (Monteiro) são mais ricas em Ca do que a generalidade das scheelites em rochas calcossilicatadas; as scheelites hospedadas em rochas calcossilicatadas do Serro são mais ricas em W.

4. REMOBILIZAÇÃO TUNGSTÍFERA

Em todas as ocorrências não venulares de minerais de W estão presentes fácies vulcanogénicas protolíticas (vulcanitos félsicos e orto-anfíbolitos), exalíticas e metacarbonatadas. A introdução do W no sistema resultou possivelmente da exalação e da interacção de sistemas hidrotermais com vulcanitos, correspondendo ainda a um estado ortomagmático relacionado com magmas alcalinos. A mineralização do suporte primário de Covas sofreu remobilização em consequência do metamorfismo e do metassomatismo regional associado à intrusão de granitos sintectónicos. A predominância de paragéneses com epidoto e granada correlaciona-se com a alta fO_2 do estágio metassomático tardio. Nestas condições o W é transportado sob a forma de F-complexos com iões alcalinos, sendo mais estável a volframite ($CaWO_4 + FeO + 2HF = FeWO_4 + CaF_2 + H_2O$ – reacção pseudomórfica) (Foster, 1977).

No Serro as condições fortemente redutoras do meio de deposição hidrotermal concomitante da formação dos sulfuretos bandados, permitiram a formação de W-molibdenite. As relações texturais e composicionais ao nível do cristal – zonamento oscilatório, sobrecrecimento rico em Mo e aspectos de corrosão, sugerem evolução com vários reequilíbrios relativamente a sucessivas oscilações composicionais expressas como variações dos conteúdos de W e Mo, e a modificação da fO_2 no meio de crescimento. O enriquecimento em Mo no sentido do bordo é acompanhado de uma tendência de aumento de fO_2 (Hsu, 1977).

A formação de scheelite e molibdenite em leucossomas de gneisses leucocratas e em interfaces leucossoma-melanossoma ricas em quartzo foi descrita por Stein (2006). Em contextos equivalentes de produção de leucossoma pegmatóide, algumas venulações albiticas precoces com fosfatos de Li e Sr também incluem scheelite (com distribuição ocasional). Em relação com a segregação metamórfica de veios de quartzo com andaluzite, os ilmenorútilos analisados podem ter até 3% de W.

Posteriormente, zonas de cisalhamento como Argas-Cerquido ou Castelhão focam as mineralizações de W em sucessivas reactivações hidrotermais tardi-Variscas do sequestro volframítico até à formação tardia de stolzite.

Agradecimentos

Este trabalho desenvolve-se no âmbito de um projecto de doutoramento financiado pela FCT.

Referências

- Foster, R. (1977) - Solubility of scheelite in hydrothermal chloride solutions. *Chem. Geol.* Vol. 20, pp. 27-43
- Hsu, L.C. (1977) - Effects of oxygen and sulfur fugacities on the scheelite-tungstenite and powellite-molybdenite stability relations. *Economic Geology*; v. 72; no. 4; pp. 664-670.
- Kretschmar, U., Scott, S. (1976) -Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. *The Canadian Mineralogist*; August 1976; v. 14; no. 3; pp. 364-386
- Plimer, I. (1987) – Plimer, I.: The association of tourmalinite with stratiform scheelite deposits. *Mineral. Deposita*, 22, pp. 282–291.
- Stein, H.J. (2006) - Low-rhenium molybdenite by metamorphism in northern Sweden: recognition, genesis, and global implications. *Lithos*, 87, pp300–327.