

CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA DE MINERAIS DE JAZIGOS DA REGIÃO DE SEGURA (CASTELO BRANCO)

I. M. H. R. ANTUNES¹, A. M. R. NEIVA² e M. M. V. G. SILVA²

PALAVRAS-CHAVE: mineralizações de Sn-W, Ba-Pb-Zn, granitos, Segura.

KEY WORDS: Sn-W, Ba-Pb-Zn, mineralizations, granites, Segura.

RESUMO

A região de Segura é uma área mineira actualmente abandonada, tendo sido explorada para Sn, W, Ba, Pb e Zn entre 1942 e 1953. Os jazigos minerais são filões de pegmatito granítico estanífero-litínífero, filões de quartzo com cassiterite e volframite e filões de quartzo com barite, galena e blenda. Os pegmatitos graníticos e os filões de quartzo mineralizados intruíram predominantemente o Complexo Xisto-Metagrauváquico, de idade Câmbrica, embora alguns atravessem também os granitos Hercínicos.

A cassiterite dos pegmatitos estanífero-litíníferos é zonada e possui exsoluções de mangano-columbite e de mangano-ferrocolumbite, particularmente nas zonas escuras. A cassiterite dos filões de quartzo com cassiterite e volframite não é zonada e não apresenta exsoluções. A cassiterite destes filões de quartzo é mais rica em Ti e mais pobre em Nb e Nb+Ta do que a cassiterite dos pegmatitos. A volframite ocorre apenas nos filões de quartzo com cassiterite e volframite e é enriquecida na componente ferberite. Nestes filões de quartzo, foram, ainda, encontrados moscovite, pirrotite, arsenopirite, pirite, blenda, calcopirite, estanite, matildite e schapbachite. Nos filões de quartzo com barite, galena e blenda ocorrem

¹ Instituto Politécnico de Castelo Branco, Quinta da Senhora de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal.

² Departamento de Ciências da terra da Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra, Portugal.

conjuntamente cristais de apatite, moscovite, clorite, cobaltite, pirite e calcopirite. A barite tem composição homogénea.

ABSTRACT: Geochemistry characterization of minerals from mineralized deposits from Segura, Central Portugal

Nowadays, Segura is an abandoned mining area, which was exploited for Sn, W, Ba, Pb and Zn between 1942 and 1953. The ore deposits consist of Li-bearing granitic pegmatite veins, quartz veins with cassiterite and wolframite and quartz veins with barite, galena and sphalerite. Granitic pegmatite veins and mineralized quartz veins intruded mainly the Cambrian schist-metagraywacke complex, although some of them also intruded the Hercynian granites.

Cassiterite from Li-bearing granitic pegmatites is zoned and darker zones mainly show exsolved manganocolumbite and manganoferrocolumbite. Cassiterite from Sn-W quartz veins is unzoned and does not present any exsolutions. Cassiterite from these quartz veins is richer in Ti and poorer in Nb and Nb+Ta than cassiterite from pegmatites. Wolframite only occurs in the Sn-W quartz veins and is richer in ferberite component than hübnerite component. These quartz veins also have muscovite, pyrrhotite, arsenopyrite, pyrite, sphalerite, chalcopyrite, stannite, matildite and schapbachite. The quartz veins with barite, galena and sphalerite also contain apatite, muscovite, chlorite, cobaltite, pyrite and chalcopyrite. Barite has an homogeneous composition.

INTRODUÇÃO

Grande parte do Maciço Hespérico é ocupado por uma província metalogénica, contendo algumas das regiões estaníferas e tungsténicas mais ricas da Europa (COTELO NEIVA, 1944). A cintura Hercínica, representada na Europa, constitui uma importante província metalogénica de estanho, tungsténio e ouro (MURCIEGO *et al.*, 1997). A zona norte e centro de Portugal é marcada por diversas ocorrências de Sn e W associadas, predominantemente, a cristais de cassiterite em pegmatitos e granitos greisenizados e cassiterite + wolframite \pm scheelite em filões de quartzo (COTELO NEIVA, 1944; NEIVA, 1975, 2002). Estas mineralizações relacionam-se com os granitos Hercínicos principalmente do tipo S (GOMES e NEIVA, 2002). As mineralizações primárias de Sn e W resultam de sistemas hidrotermais geralmente derivados de magmas graníticos, em que no decurso da cristalização fraccionada ocorrem concentrações de Sn e W (NEIVA, 2002; GOMES e NEIVA, 2002).

A região de Segura, localizada na zona centro de Portugal, pertence a um vasto conjunto de províncias metalogénicas das quais se salienta a tungsteno-estanífera face à sua importância e representatividade. Nesta região ocorreram algumas das diversas explorações mineiras desenvolvidas no passado em Portugal, tendo estado em actividade no período compreendido entre 1942 e 1953. As mineralizações de Sn e W ocorrem em filões de pegmatito granítico estanífero-litinífero e em filões de quartzo com cassiterite e volframite. Para além destas, destaca-se a presença de mineralizações em Ba-Pb-Zn que ocorrem em filões de quartzo com barite, galena e blenda.

Com este trabalho pretende-se apresentar os principais aspectos relativos à caracterização geológica, petrográfica e geoquímica de minerais constituintes dos jazigos mineralizados que ocorrem na região de Segura.

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A região de Segura localiza-se, no contexto das unidades geotectónicas do Maciço Hespérico, na extremidade Este da Zona Centro Ibérica representada em Portugal, marcando o seu prolongamento para Espanha. Os magmas graníticos intruíram o Complexo Xisto-Metagrauváquico, de idade Câmbria, e produziram uma auréola de metamorfismo de contacto com espessura superior a 500 metros e corneanas na sua zona interna. O plutónio granítico de Segura, sintectónico da terceira fase Hercínica, aflora numa área com cerca de 4 km² e ocorre no prolongamento do "Plutão de Cabeza da Arraya", que se estende desde as imediações de Cáceres até Portugal Continental. É formado pelo granito de grão médio a grosseiro de duas micas, mais abundante, e pelo granito de grão médio a fino moscovítico com o qual contacta lateralmente (fig. 1).

Os filões de pórfiro granodiorítico, NW-SE, subverticais, ocorrem na parte Norte da área, atravessando apenas o Complexo Xisto-Metagrauváquico. Estão associados a falhas cisalhantes de movimento esquerdo e têm espessura métrica. Filões aplíticos, pegmatitos graníticos estanífero-litiníferos e filões de quartzo cortam os granitos e o Complexo Xisto-Metagrauváquico, embora se encontrem relacionados com os granitos. Os filões de aplito e os filões de quartzo com cassiterite e volframite apresentam-se, geralmente, orientados segundo NW-SE a WNW-ESE. A orientação destes filões de quartzo coincide com a orientação geral dos eixos de metalização de cassiterite e volframite definidos em Portugal Continental (COTELO NEIVA, 1944). Os filões de pegmatito granítico estanífero-litinífero orientam-se segundo NE-SW e os filões de quartzo com barite, galena e blenda têm orientação preferencial ENE-WSW a NNE-SSW (fig. 1).

Os depósitos de cobertura estão representados sob a forma de dois pequenos retalhos, localizados a SE da povoação de Segura, e correspondem a materiais arcóscicos, Terceários, cobrindo discordantemente o complexo (fig. 1).

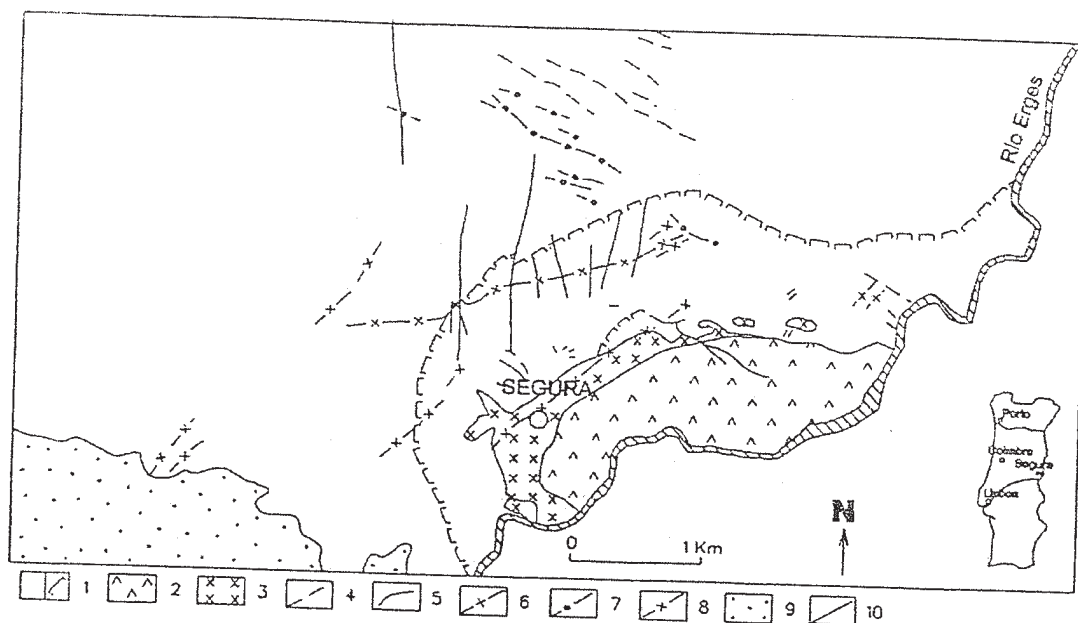


Fig. 1 – Mapa geológico da área de Segura, Centro de Portugal.

1. Complexo Xisto-Metagrauváquico, auréola de metamorfismo de contacto; 2. granito de grão médio a grosseiro de duas micas; 3. granito de grão médio a fino moscovítico; 4. pórfiro granodiorítico; 5. aplito granítico; 6. pegmatito granítico estanífero-litínífero; 7. filões de quartzo com cassiterite e volframite; 8. filões de quartzo com barite, galena e blenda; 9. arcoses; 10. falhas.

JAZIGOS MINERAIS

Os jazigos minerais são representados por diversos filões mineralizados em Sn e W e em Ba-Pb-Zn. Estes jazigos foram explorados entre 1942 e 1953 pela Empresa Mineira de Segura, Lda, tendo sido produzidas cerca de 100 toneladas de cassiterite, 12 toneladas de volframite, 525 toneladas de barite e 211 toneladas de galena (Instituto Geológico e Mineiro, 1988). Os locais de observação dos filões mineralizados são escassos, pois não afloram à superfície ou, quando trabalhados, estão tapados actualmente. A falha ENE-WSW, 70°NNW separa a área mineralizada, a norte, da estéril, a sul, e marca o limite sul das mineralizações. A caixa de falha é preenchida por quartzo, barite e óxidos de ferro, indicando uma introdução do material através de movimento distensivo e vertical, com levantamento do bloco Sul, posteriormente erodido (CARVALHO, 1988).

Os filões de pegmatito granítico, com cassiterite e lepidolite, têm espessura geralmente inferior a 15 centímetros e comprimento até 300 metros. Nestes filões não foi encontrada volframite, pois, nos filões com micas litíníferas, a cassiterite abunda em detrimento da volframite (COTELO NEIVA, 1944). Os filões de quartzo com cassiterite e volframite, subhorizontais, correspondem a fendas de tracção e possuem espessura máxima de 10 centímetros e comprimento até 1300 metros, embora tenha sido encontrado um filão com 50 centímetros de espessura.

A cassiterite é mais abundante nos filões de quartzo localizados mais próximo dos granitos, enquanto a volframite tende a aumentar nos filões de quartzo com a distância aos granitos. A cassiterite ocorre próximo do contacto dos filões de quartzo com a rocha encaixante e a volframite, por sua vez, está disseminada no interior destes filões.

Os filões de quartzo com barite, galena e blenda, de espessura até 3 metros e comprimento até 2500 metros, mostram uma forte relação espacial com os granitos que atravessam; e, no seu contacto com o granito moscovítico, estes filões de quartzo são finos, com 2-15 centímetros de espessura. Preenchem caixas de falhas ENE-WSW a NNE-SSW. Neste filões, a barite constitui 20 a 30% do filão. De referir, a presença de barite mais pura, concentrada nos locais onde a quantidade de quartzo é menor e de barite sacaróide, menos pura, e ocorrendo em zonas de abundante quartzo (CARVALHO, 1987).

PETROGRAFIA DOS FILÕES MINERALIZADOS

O pegmatito granítico estanífero-litinífero tem textura hipidiomórfica granular e possui quartzo, microclina, albite, moscovite, montebrasite, natromontebrasite, topázio, lepidolite, cassiterite, columbite, apatite, zircão e rútilo. A presença de abundantes cristais de lepidolite, cassiterite, columbite e montebrasite conferem um elevado grau de diferenciação a esta rocha granítica (ANTUNES *et al.*, 2001). A lepidolite é tabular, subédrica, e ocorre associada à moscovite que substitui parcialmente (fig. 2a). A cassiterite é euédrica a subédrica, zonada, apresentando zonas mais claras alternando com zonas mais escuras (fig. 2b). Contudo, alguns cristais não estão zonados. Está, geralmente, associada à moscovite (fig. 2b) e engloba apatite e quartzo. As zonas escuras são fortemente pleocróicas. Nas fracturas destas zonas da cassiterite ocorrem frequentes exsoluções subédricas de columbite-tantalite (fig. 2c). A ambligonite-montebrasite é substituída pela moscovite.

Os filões de quartzo com cassiterite e volframite têm textura xenomórfica granular e possuem quartzo, moscovite, cassiterite, volframite e os sulfuretos: pirrotite, arsenopirite, pirite, blenda, calcopirite e estanita. A cassiterite não é zonada, ocorre ao longo de fracturas no quartzo e possuindo algumas inclusões deste mineral. Não foram encontradas inclusões nem exsoluções na cassiterite. A volframite é rara e contém inclusões de cassiterite, moscovite e quartzo. Contudo, há, também, moscovite radial tardia, contemporânea da volframite. A pirrotite surge em pequenas quantidades, como inclusão na arsenopirite e na pirite. Penetrando a pirite e inclusa na blenda, ocorre arsenopirite. A blenda é bastante frequente em duas gerações distintas: a) com inclusões de pirite e arsenopirite, b) associada à volframite. Está intercrescida com calcopirite ou é raramente substituída por ela. Os sulfossais matildite e schapbachite substituem blenda e calcopirite. Em aglomerados de massas

irregulares e sob a forma de filonetes que rodeiam e atravessam a arsenopirite, englobando a calcopirite, surge escorodite como produto de alteração supergênica da arsenopirite (fig. 2d).

Os filões de quartzo com barite, galena e blenda, de estrutura brechóide, têm textura xenomórfica granular e são constituídos por: quartzo, moscovite, clorite, apatite, barite e diversos sulfuretos, com largo predomínio de quartzo e barite que ocorrem conjuntamente em fracturas entre os outros minerais. Os sulfuretos encontrados são cobaltite, pirite, blenda, calcopirite e galena. A pirite é frequente como inclusão na galena (fig. 2e) e contendo raras inclusões de cobaltite. A blenda, abundante, é penetrada por galena e calcopirite, a qual ocorre, também, inclusa nos cristais de quartzo. A galena, conjuntamente com quartzo e barite, é encontrada em filonetes penetrando a blenda (fig. 2f). A galena pode conter inclusões de barite (fig. 2e) e está, geralmente, fracturada e substituída por abundantes minerais de alteração supergênica – anglesite, piromorfite, mimetite e quintoreíte – particularmente ao longo das suas fracturas.

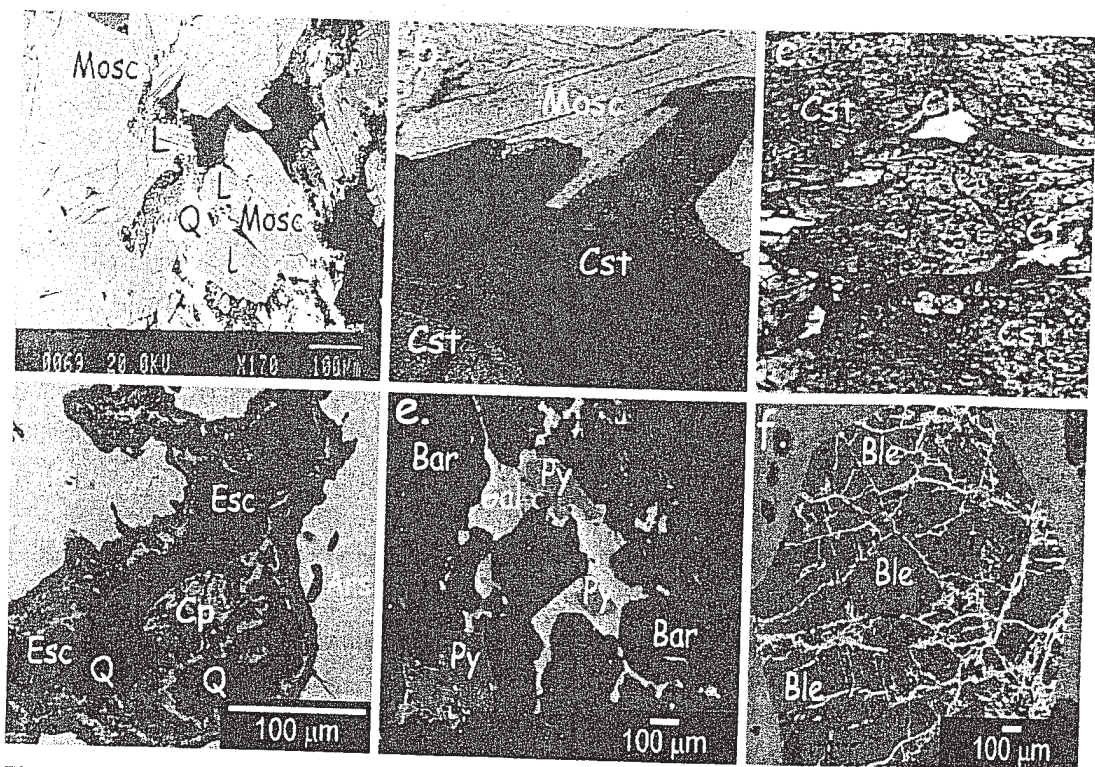


Fig. 2 – Microfotografias de minerais dos jazigos de Segura

Pegmatito granítico estanífero-litínífero: a. moscovite (Mosc) e lepidolite (L) intercrescidas; b. cassiterite (Cst) zonada associada a moscovite (Mosc) (x100); c. exsoluções de columbite (Ct) da cassiterite (Cst) zonada (x100). Filões de quartzo com cassiterite e volframite: d. escorodite (Esc) substituindo arsenopirite (Ars) e calcopirite (Cp) rodeando quartzo (Q). Filões de quartzo com barite, galena e blenda: e. barite (Bar) substituída por galena (Gal) com inclusões de pirite (Py); f. Filonetes com quartzo, barite e galena atravessando a blenda (Ble).

GEOQUÍMICA DOS MINERAIS DOS JAZIGOS

Para a caracterização mineralógica dos jazigos foram seleccionadas diversas amostras constituintes dos filões mineralizados e suas escombeiras, previamente estudadas microscopicamente com luz transmitida e luz reflectida. Foram obtidas várias análises por microsonda electrónica, usando uma Cameca Cambax, no Instituto Geológico e Mineiro (S. Mamede de Infesta), e uma Jeol JXA 8600, no Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Bristol (Reino Unido). Cada elemento foi contado durante 20 segundos, utilizando uma intensidade de corrente de 20 nA e uma aceleração de voltagem de 15 Kv e 20 Kv em cada um dos laboratórios, respectivamente. Nas análises químicas foram seleccionados padrões previamente definidos e calibrados para a determinação da composição química de silicatos, fosfatos, óxidos e sulfuretos (ANTUNES, 1999).

A série ambligonite-montebasite possui como termos finais: ambligonite – $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$ e montebasite – $\text{LiAl}(\text{PO}_4)(\text{OH})$. Quando o Na substitui o Li, forma-se natromontebasite, fosfato raro, encontrado em apenas quatro localidades no mundo (GAINES *et al.*, 1997). As composições químicas obtidas para os fosfatos do pegmatito granítico de Segura são de montebasite [$(\text{Li}_{0.81}\text{Na}_{0.19})_{\Sigma 1.0}\text{Al}_{0.95}(\text{PO}_4)(\text{OH}_{0.79}\text{F}_{0.21})_{\Sigma 1.0}$] e natromontebasite [$(\text{Na}_{0.52}\text{Li}_{0.48})_{\Sigma 1.0}\text{Al}_{0.97}(\text{PO}_4)(\text{OH}_{0.65}\text{F}_{0.35})_{\Sigma 1.0}$].

A lepidolite do pegmatito granítico estanífero-litínífero projecta-se no seu campo (fig. 3). Os teores mais elevados de Li, Rb, Cs e F encontrados em ambientes naturais são indicadores da fraccionação geoquímica dos líquidos magmáticos (CHAROY e NORONHA, 1995; NEVES, 1993; ČERNÝ *et al.*, 1985).

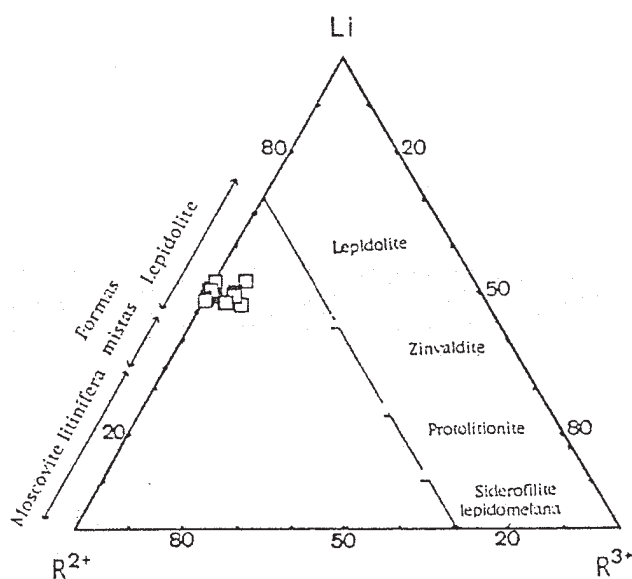


Fig. 3 – Projecção da lepidolite do pegmatito granítico, no diagrama triangular Li-R³⁺-R²⁺ de FOSTER (1960). R³⁺ = Al^{VI}+Ti⁴⁺; R²⁺ = Fe²⁺+Mn+Mg.

Embora estes elementos ocorram em alguns minerais formados no decurso da cristalização magmática, tendem a permanecer no líquido magmático, concentrando-se nos últimos estádios de diferenciação e, conseqüentemente, também em fluidos hidrotermais. A lepidolite analisada substituiu parcialmente a moscovite primária (fig. 2a).

A cassiterite do pegmatito estanífero-litínífero é zonada, com a zona escura enriquecida em Nb e Ta comparativamente com a zona clara do mesmo cristal, o que está de acordo com o encontrado por NEIVA (1996). Na zona escura observa-se zonamento oscilatório com $Nb > Ta$ e $Mn > Fe$. A zona clara tem, geralmente, composição homogênea de SnO_2 quase puro (ANTUNES *et al.*, 2002). A cassiterite dos filões de quartzo com cassiterite e volframite não é zonada e a sua composição possui teores mais baixos de Nb+Ta e mais elevados de Ti do que a cassiterite do pegmatito granítico estanífero-litínífero (fig. 4). Os resultados de Nb e Ta obtidos para a cassiterite do pegmatito granítico são comuns nas cassiterites de pegmatitos (ČERNÝ e ERCIT, 1985, 1989) e sugerem a presença de exsoluções de columbite tal como encontradas nas fracturas da zona escura dos cristais zonados (fig. 2c). Na cassiterite dos filões de quartzo, os teores de Nb e Ta são baixos e não foram encontradas exsoluções.

A ocorrência de columbite associada às fracturas da zona escura da cassiterite e as diferentes composições químicas encontradas na cassiterite, com aumento de Nb e Ta e diminuição de Sn, em pontos progressivamente afastados da columbite (ANTUNES, 1999), indica tratar-se exclusivamente de exsoluções, de acordo com os critérios químico-texturais de NEIVA (1996). As exsoluções projectam-se no campo

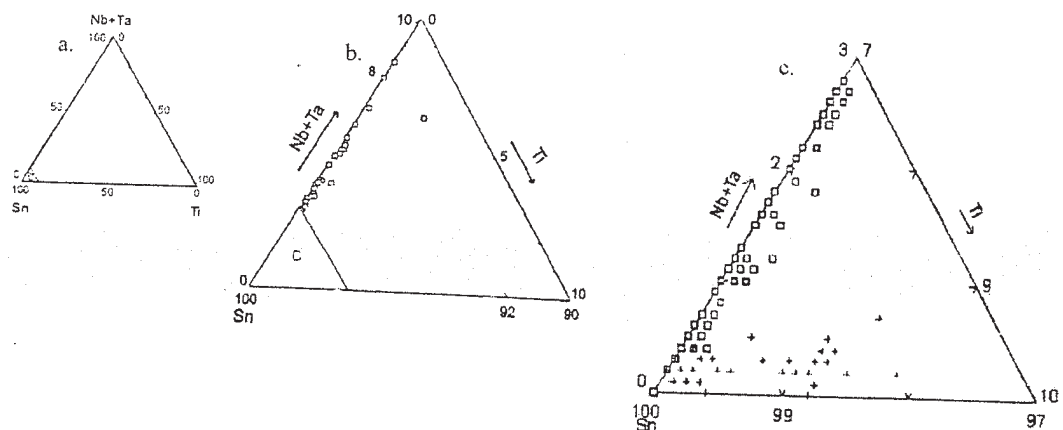


Fig. 4 – Diagrama (Nb+Ta)-Sn-Ti

a. Localização do diagrama triangular de composição da cassiterite (b); b. Composição das cassiterites do pegmatito granítico estanífero-litínífero e dos filões de quartzo com cassiterite e volframite e localização do diagrama (c) ampliado na figura seguinte; c. ampliação de parte do campo da cassiterite de Segura. Símbolos: □ - pegmatito granítico estanífero-litínífero; + - filão de quartzo com cassiterite e volframite.

da columbite-tantalite (fig. 5) e têm composição dominante de manganocolumbite, enquanto outras são de manganoferrocolumbite (fig. 6a). A manganoferrocolumbite é zonada, com zonas claras e escuras de diferente composição química, enquanto que a manganocolumbite apresenta zonamento oscilatório ou é não zonada (ANTUNES, 1999). Os cristais não zonados de manganocolumbite e manganoferrocolumbite apresentam teores mais baixos de Fe+Mn mas mais elevados de W do que os zonados (fig. 6b).

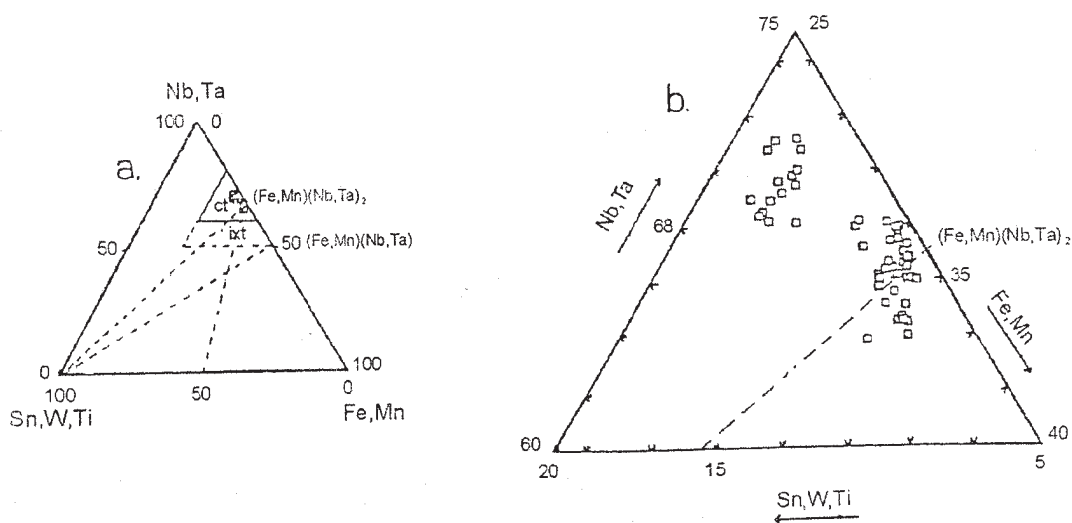


Fig. 5 – Diagrama (Nb,Ta)-(Sn,W,Ti)-(Fe,Mn)
 a. Localização dos campos da columbite-tantalite (ct) e ixiolite (ixt) de NEIVA (1996);
 b. Composições de columbitos do pegmatito granítico estanífero-litínífero de Segura.

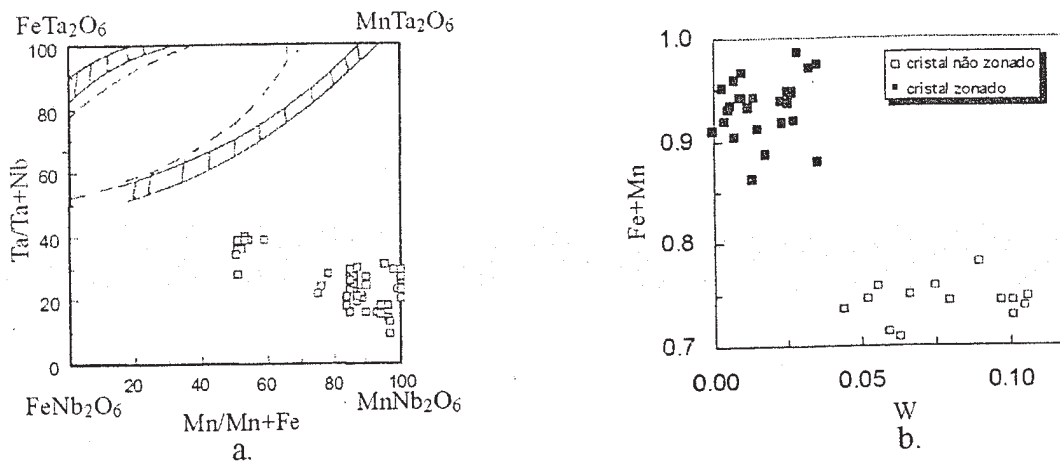


Fig. 6 – a. Composições das exsoluções de columbitos do pegmatito granítico estanífero-litínífero de Segura no quadrilátero da columbite. Bandas de composição de ferrotapiolite e tantalite coexistentes ou associadas e separação (a tracejado) entre composições individuais de ferrotapiolite e ferrotantalite (ČERNÝ *et al.*, 1992). b. Composições das columbitos zonadas e não zonadas do pegmatito granítico estanífero-litínífero de Segura.

A volframite dos filões de quartzo mineralizados em Sn-W é mais rica na componente ferberite do que na componente huebnerite. Nos cristais individuais há decréscimo em Mn e Mn/Fe acompanhado de aumento em Fe do núcleo para o bordo (fig. 7a).

Os sulfuretos e sulfossais ocorrem nos filões de quartzo mineralizados em Sn-W e em Ba-Pb-Zn. Com composição média de $(Fe_{0.82}Zn_{0.01})_{\Sigma 0.83}S_{1.0}$, a pirrotite monoclinica foi encontrada apenas nos filões de quartzo com cassiterite e volframite. Ainda nestes filões de quartzo, a arsenopirite tem composição química média de $Fe_{1.04}As_{0.98}S_{1.00}$. Não apresenta zonamento químico bem definido, contudo o teor de S tende a aumentar desde o bordo para o centro do mesmo cristal, como encontrado em cristais de arsenopirite de outras regiões mineralizadas de Portugal (COTELO NEIVA e NEIVA, 1990; NEIVA, 1994; GOMES, 1996). A pirite ocorre em ambos os filões de quartzo mineralizados e com composição semelhante (ANTUNES, 2001). Nos filões de quartzo com cassiterite e volframite, a blenda mais tardia está associada à volframite e possui teores mais elevados de Zn, mas menos elevados de Fe do que a blenda mais antiga (fig. 7b). A blenda dos filões de quartzo mineralizados em Ba-Pb-Zn tende a ser mais rica em Zn e mais pobre em Fe do que a blenda dos filões de quartzo mineralizados em Sn-W (fig. 7b). A calcopirite dos filões de quartzo com barite, galena e blenda tende a apresentar teores mais elevados de Fe e Cu (fig. 7b) e teores mais baixos de Zn do que a calcopirite dos filões de quartzo com cassiterite e volframite. A matildite e schapbachite constituem os sulfossais de Ag e Bi encontrados nos filões de quartzo com cassiterite e volframite. A matildite é mais rica em Ag e Bi, sendo mais pobre em Pb do que a schapbachite coexistente (ANTUNES, 2001). A estanite de composição média $Cu_{1.93}(Fe_{0.79}Zn_{0.21})SnS_4$ é o sulfureto mais tardio encontrado nestes filões de quartzo mineralizados. Galena e barite ocorrem apenas nos filões de quartzo mineralizados em Ba-Pb-Zn e têm composição homogênea nos vários filões estudados. A galena tem fórmula química média $Pb_{0.96}S_{1.0}$, enquanto a barite tem 1.82% peso de SrO (ANTUNES *et al.*, 2002).

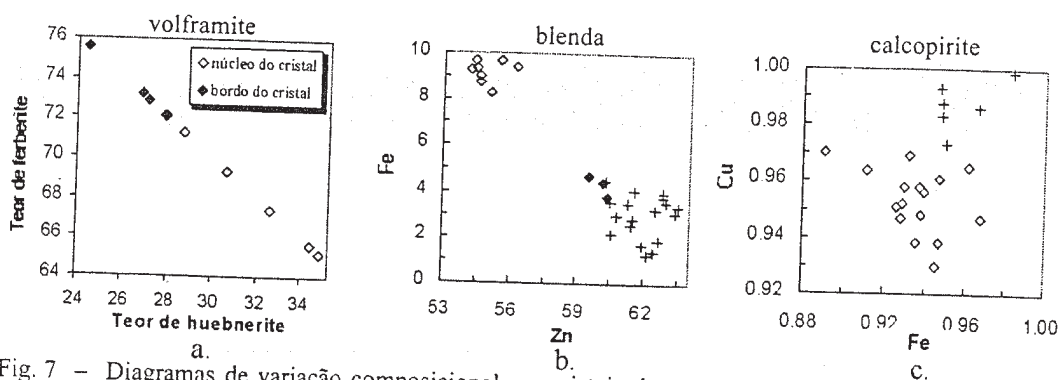


Fig. 7 - Diagramas de variação composicional em cristais de: a. wolframite do filão de quartzo com cassiterite e wolframite; b. blenda e c. calcopirite dos filões de quartzo mineralizados. Símbolos: \diamond - filões de quartzo com cassiterite e wolframite (\blacklozenge - blenda tardia, \lozenge - blenda recente); + - filões de quartzo com barite, galena e blenda.

Os produtos de alteração supergénica associam-se aos sulfuretos de ambos os tipos de filões de quartzo mineralizados. A arsenopirite dos filões de quartzo com cassiterite e volframite aparece localmente alterada para escorodite (fig. 2d), enquanto que anglesite, mimetite e quintoreite estão associadas à galena dos filões de quartzo com barite, galena e blenda. Os teores de As e P encontrados na mimetite conferem-lhe uma razão As/P compreendida entre 1.02 e 1.04, pouco vulgar em ambientes naturais (NEIVA *et al.*, 2001).

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. B. J. Wood pela utilização de “Geochemical Facilities EUGF - Bristol Facility, contract ERBFMGECT 980128” e por se ter utilizado a microsonda electrónica, bem como ao Prof. Doutor M. R. Machado Leite e Prof. Doutor J. M. Farinha Ramos pelo uso da microsonda electrónica no IGM. Este trabalho foi desenvolvido com o apoio do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra.

BIBLIOGRAFIA

- ANTUNES, I.M.H.R. (1999) – *Impacte ambiental de antigas explorações mineiras na região de Segura*. Tese de Mestrado, Universidade de Coimbra.
- ANTUNES, I.M.H.R. (2001) – Geologia e impactes ambientais na região de Segura. *Geonovas* Nº 15, 113-123.
- ANTUNES, I.M.H.R., NEIVA, A.M.R., SILVA, M.M.V.G. (2001) – Geoquímica das micas das rochas graníticas e filões de quartzo associados de Segura, Centro de Portugal. *Livro da Actas do VI Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa/XII Semana de Geoquímica*, 114-117.
- ANTUNES, I.M.H.R., NEIVA, A.M.R., SILVA, M.M.V.G. (2002) – The mineralized veins and the impact of old mine workings on the environment at Segura, Central Portugal. *Chemical Geology* 190, 417-431.
- CARVALHO, J.H.T.F. (1987) – *As ocorrências de barita na região de Segura-Idanha-a-Nova, Castelo Branco*. Relatório interno do Serviço de Fomento Mineiro. Porto.
- CARVALHO, J.H.T.F. (1988) – *Cartografia e prospecção da área de Segura-Idanha-a-Nova, Castelo Branco*. Relatório interno do Serviço de Fomento Mineiro. Porto.
- ČERNÝ, P., ERCIT, T.S. (1985) – Some recent advances in the mineralogy and geochemistry of Nb and Ta in rare-element granitic pegmatites. *Bull. Mineral.* 108, 449-532.
- ČERNÝ, P., ERCIT, T.S. (1989) – *Mineralogy of niobium and tantalum: crystal chemical relationship, paragenetic aspects and their economic implications*. In: P. Moller, P. Cerny e F. Saupé (Eds), Lanthanides, tantalum and niobium, 27-79. Springer-Verlag.
- ČERNÝ, P., ERCIT, T.S., WISE, M. A. (1992) – The tantalite-tapiolite gap: natural assemblages versus experimental data. *Can. Mineral.* 30, 587-596.
- ČERNÝ, P., MEINTZER, R.E., ANDERSON, A.J. (1985) – Extreme fractionation in rare-element granitic pegmatites: selected examples of data and mechanisms. *Can. Mineral.* 23, 381-421.

- CHAROY, B., NORONHA, F. (1995) – A multistep intrusion of a rare element, volatile-rich magma at Argemela (Portugal). *Memória N° 4 do Museu Lab. Mineral. e Geol. da Fac. Ciências do Porto*, 699-704.
- COTELO NEIVA, J.M. (1944) – Jazigos Portugueses de cassiterite e volframite. *Com. Serv. Geol. Portugal*, 25, 1-251.
- COTELO NEIVA, J.M., NEIVA, A.M.R. (1990) – The gold area of Jales (northern Portugal). *Terra Nova* 2, 243-254.
- FOSTER M.D. (1960) – Interpretation of the composition of lithium micas. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper* 354-E, 115-146.
- GAINES, R.V., SKINNER, H.C.W., FOORD, E.E., MASON, B., ROSENZWEIG, A. (1997) – *Dana's New Mineralogy*. Eighth Edition. John Willey & Sons, INC.
- GOMES, M.E.P. (1996) – Mineralogia, petrologia e geoquímica das rochas granitóides da área de Rebordelo-Bouça-Torre de D. Chama-Agrochão e as mineralizações associadas. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- GOMES, M. E. P.; NEIVA, A. M. R. (2001) – Mineralogical and geochemical characteristics of tin-bearing quartz veins, Ervedosa deposit, Northern Portugal. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía* 24, 99-116.
- GOMES, M. E. P.; NEIVA, A. M. R. (2002) – Petrogenesis of tin-bearing granites from Ervedosa, northern Portugal: the importance of magmatic processes. *Chem. Erde* 62, 47-72.
- INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO (1988) – *Relatórios internos do Projecto de Prospeção de volfrâmio, estanho e minerais associados na faixa de Góis-Segura*. Divisão de Prospeção de Minérios Metálicos. Serviços de Fomento Mineiro. Porto.
- MURCIEGO, A., GARCIA SANCHEZ, A., DUSAUSOY, Y., MARTIN POZAS, J.M., RUCK, R. (1997) – Geochemistry and EPR of cassiterites from Iberian Hercynian Massif. *Min. Mag.* 61, 357-365.
- NEIVA, A.M.R. (1975) – Geochemistry of coexisting aplites and pegmatites and of their minerals from central northern Portugal. *Chemical Geology* 16, 153-177.
- NEIVA, A.M.R. (1994) – Gold quartz veins at Gralheira, northern Portugal: mineralogical and geochemical characteristics. *Appl. Earth Sci.* 103, B188-196.
- NEIVA, A.M.R. (1996) – Geochemistry of cassiterite and its inclusions and exsolution products from tin and tungsten deposits in Portugal. *Can. Mineral.* 34, 745-768.
- NEIVA, A.M.R. (2002) – Portuguese granites associated with Sn-W and Au mineralizations. *Bull. Geological Society of Finland* 74, parts 1-2, 79-101.
- NEIVA, A.M.R., SILVA, M.M.V.G., ANTUNES, I.M.H.R., RAMOS, J.M.F. (2001) – Phosphate minerals of some granitic rocks and associated quartz veins from northern and central Portugal. *Journal Czech Geol. Society* 46/3-4, 35-44.
- NEVES, M.O.T. (1993) – Caracterização químico-estrutural e petrográfica das micas litiníferas da mina do Castanho nº1 (Gonçalo-Guarda). Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro.