

## **APLITOPEGMATITOS COM MINERALIZAÇÕES DE METAIS RAROS DE SEIXO AMARELO-GONÇALO. O RECURSO GEOLÓGICO**

### ***RARE ELEMENTS MINERALIZATION'S IN APLITIC-PEGMATITE ROCKS OF SEIXO AMARELO – GONÇALO REGION. THE GEOLOGIC RESOURCE***

J. M. Farinha Ramos<sup>1</sup>

#### **RESUMO**

No trabalho apresenta-se sucintamente o enquadramento geológico e algumas das características mineralógicas dos filões aplitopegmatíticos com mineralizações de metais raros do centro leste de Portugal, focando em especial os filões que afloram na região de Seixo Amarelo-Gonçalo. Apresenta-se o resultado do cálculo de reservas efectuado com base nos afloramentos cartografados e descrevem-se as principais potencialidades deste recurso geológico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Filões aplitopegmatíticos litíferos com lepidolite, reservas, sondagens, recurso mineral.

#### **ABSTRACT**

In the present paper we describe the geological setting and some mineralogical characteristics of the aplitepegmatite rare elements mineralizations of central-east region of Portugal, focussing specially on the Seixo Amarelo –Gonçalo veins. The calculation of geological reserves is presented and the main potencialities of this resource are described.

#### **1. INTRODUÇÃO**

A formação de melts pegmatíticos ou aplitopegmatíticos é um processo natural que decorre, em geral, da cristalização de magmas graníticos (e outros). De facto são muito raros em Portugal os afloramentos graníticos que não revelem, associados, a presença de filões e massas de material pegmatítico ou aplitopegmatítico de dimensões variáveis. No entanto nem todos os granitóides revelam a mesma tendência favorável à geração de magmas pegmatíticos ou aplitopegmatíticos. De facto, enquanto alguns tipos de granitóides apresentam uma relação directa com extensos campos pegmatíticos, evidenciando ter gerado volumes enormes de magmas pegmatíticos, outros tipos de granitos não evidenciam relação directa com grandes filões e massas de natureza pegmatítica ou aplitopegmatítica.

De todos os tipos de pegmatitos merecem particular destaque os pegmatitos de metais raros (subtipo com lepidolite) pois representam as rochas resultantes da cristalização de magmas pegmatíticos altamente diferenciados. Este tipo de pegmatitos litíferos (Li) ou lítio-césicos (Li-Cs) é considerado como sendo o último estágio da cristalização de um magma granítico rico em elementos raros (Lagache 1992), como o são, também, alguns leucogranitos alóctones especialmente férteis, Cerny (1992).

Em Portugal em especial nas regiões Norte e Centro é conhecida a associação de vários tipos de mineralizações de Li e Sn com filões e massas aplitopegmatíticas a qual tem sido explicada por processos de diferenciação magmática. A intrusão destas mineralizações tem por vezes controle estrutural nítido tendo, alguns autores, referido a existência de eixos de mineralização que resultam da actuação de vários tipos de controles paleogeográficos, petrológicos e estruturais (Noronha et alia 2006). Estes autores referem para o Norte de Portugal que os campos aplitopegmatíticos mineralizados em Sn e Li estão preferencialmente encaixados em rochas metassedimentares de idade ante-ordovícica, ordovícica e silúrica com metamorfismo de grau intermédio e baixo, na zona de exocontacto de granitos de duas micas peraluminosos e consideram diversos tipos de filões aplitopegmatíticos em função da mineralização:

<sup>1</sup> Laboratório INETI S. Mamede de Infesta farinha.ramos@ineti.pt

- 1- Filões maioritariamente aplíticos com cassiterite (<3Kg/t) que foram alvo de intensa exploração no passado como fonte de estanho;
- 2- Filões aplitopegmatíticos mais possantes, heterogêneos, mineralizados em espodumena;
- 3- Filões portadores de mineralização importante em petalite;
- 4- Filões aplitopegmatíticos com lepidolite e cassiterite.

A maioria destes filões são controlados estruturalmente pela xistosidade e por planos relacionados com a fase D3 N50°W, N-S e N10°E, tendo intruído durante e após o pico metamórfico e podem classificar-se de acordo com a terminologia de Cerny (1991) como LCT (Li,Cs,Ta) tipo complexo, sub-tipos com espodumena e com petalite.

Outros tipos de pegmatitos, como os pegmatitos com moscovite e berilo, também designados por pegmatitos cerâmicos, ocorrem na região minhota e formam, por vezes, estruturas batolíticas que estão espacial (e geneticamente?) relacionados com granitos porfiróides, muito grosseiros, predominantemente biotíticos, sintectónicos com D3 (Ramos & Moreira, 1991). Foram no passado bastante explorados para produção de quartzo e feldspato, para utilização nas indústrias cerâmica e das ligas de silício, constituindo alguns deles, ainda hoje, jazigos em actividade.

## 2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO DAS MINERALIZAÇÕES DE METAIS RAROS DO CENTRO LESTE DE PORTUGAL

Na região centro leste de Portugal aflora um conjunto de intrusões graníticas, cuja distribuição espacial segue alinhamentos definidos, que segundo Ferreira *et alia* (1987) sublinham zonas de cisalhamento dúctil associadas com a 3ª fase de deformação hercínica. A sistematização adoptada por estes autores compreende:

1) - Granitóides pré-orogénicos; 2)-granitóides sin-orogénicos a) - ante-D3 - granitos de duas micas com restites; b) - granitóides sin D3 que incluem granitóides biotíticos com plagioclase cálcica e granitos de duas micas ou biotíticos com restites; c) - granitóides tardi e pós D3; d) – Granitóides postectónicos. Enquanto os granitóides pré-orogénicos não afloram na área, os granitóides sin orogénicos ante D3 estão apenas representados por granitos gneissicos que afloram em pequenos maciços a SW de Celorico da Beira. Os granitos sin D3 foram divididos em 3 séries: Uma série precoce representada por granitos de duas micas e granitos biotíticos porfiróides; uma série intermédia que está representada por granodioritos e quartzodioritos biotíticos, e pelos granitos porfiróides biotíticos; uma série tardia que está representada por granodioritos e quartzodioritos biotíticos, granitos monzoníticos porfiróides, granitos monzoníticos com esparsos megacristais e granitos de duas micas tardios. Os granitos postectónicos compreendem na região pequenos maciços de granitos de duas micas. Os metassedimentos que enquadram os granitóides na região de Gouveia – Belmonte - Sabugal pertencem ao complexo xistograuvaquico, o qual, segundo diversos autores, compreende duas grandes unidades litoestratigráficas, uma inferior e uma superior, que, em Espanha, estão separadas por discordância não reconhecida no nosso país, Oliveira et alia (1992). Em Portugal o complexo xistograuvaquico Dúrico-Beirão tem sido dividido em duas unidades: o Grupo do Douro e o Grupo das Beiras (Sousa, 1982, 1993, 1985). No grupo do Douro Sousa (1982) definiu seis formações todas constituídas por alternâncias de grauvaques e pelitos com características turbidíticas ocorrendo ainda filitos negros grafitosos, metagruvaques, calcários e rochas calcossilicatadas. A presença de rochas carbonatadas e calcossilicatadas tem sido considerada, por alguns autores, específica do Grupo do Douro (Sousa, 1982, 1984) não estando presentes no Grupo das Beiras. Este Grupo caracteriza-se por maior monotonia de fácies predominantemente pelíticas, embora ocorrendo também metaconglomerados, metagruvaques e outros. O limite entre o Grupo do Douro e o Grupo das Beiras foi definido por Sousa (1982) e (1983) que considerou uma linha entre Tondela, Viseu, Manteigas, Sabugal, linha essa que segue aproximadamente o limite definido por Lotz (1945) para a separação das zonas Galaico-Castelhana e Luso-Oriental Alcudica, pelo que, segundo este autor, os afloramentos xistentos da região de Gouveia-Serra da Estrela pertencerão ao grupo do Douro. Para outros autores, Silva, et alia (1995) as rochas xistentas da Serra da Estrela estarão incluídas no Grupo das Beiras.

### 3. MINERALIZAÇÕES DE METAIS RAROS DO CENTRO LESTE DE PORTUGAL

O campo filoniano aplitopegmatítico com mineralizações de metais raros da região Centro Leste de Portugal aflora numa área de mais de 100 Km<sup>2</sup>, entre Gouveia – Fornos de Algodres - Celorico da Beira – Belmonte - Sabugal e resulta da sobreposição espacial de vários campos filonianos. Estão preferencialmente encaixados em rochas granitóides de diversos tipos e só raramente intruem formações metassedimentares. É constituído, predominantemente, por filões de natureza aplitopegmatítica, sub – horizontais, embora na região de Pega – Sabugal, além de soleiras, ocorram também aplitopegmatíticos subverticais. A espessura destas soleiras e filões raramente ultrapassa 5m, sendo, em geral, inferiores a 3.5 m. Ocorrem espacialmente relacionadas com pequenas cúpulas de granitos de duas micas, por vezes predominantemente moscovíticos, mesocrustais, peraluminosos, tardi-D3, gerados por anatexia húmida, controlada pelo metamorfismo regional, após espessamento crustal, em condições de pressão máxima de 300 a 450 MPa e temperatura de 300°C – 500°C (Fig. 1).

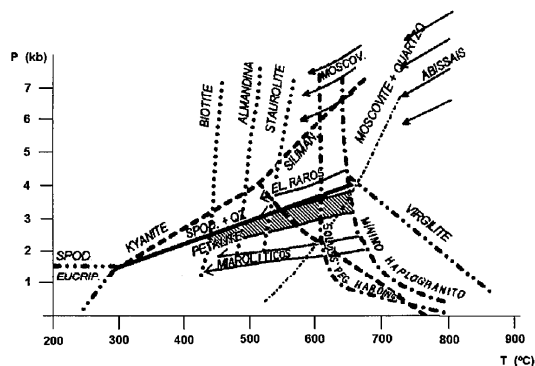


Figura 1- Condições de P-T de cristalização dos aplitopegmatitos litíferos de Seixo Amarelo – Gonçalves. (Diagrama de Cerny 1992).

Este campo filoniano instalou-se num sistema de fracturas, predominantemente sub-horizontais, que se terão desenvolvido durante a actuação de forças tangenciais, sub horizontais, responsáveis pela formação de cizalhamentos NNE-SSW, como o falha da Vilarica e sistemas paralelos. Os filões e soleiras do campo filoniano aplitopegmatítico são maioritariamente LCT (Li, Cs, Ta) do tipo complexo, subtipo com lepidolite e petalite, terão intruído em níveis estruturais elevados e têm idade hercínica tardia (pós-D3). Datações feitas no Laboratório de Geocronologia da Universidade de Coimbra pelo método de K/Ar em lepidolites de um desses filões forneceram idades compreendidas entre 270 e 277 Ma.

Este campo filoniano aplitopegmatítico com mineralizações de metais raros representa a sobreposição de campos filonianos mais restritos, com características algo distintas, de acordo com o nível estrutural de intrusão e a composição inicial da fusão pegmatítica. Assim na região de Argoselo da Serra (Gouveia), ocorre um sistema filoniano aplitopegmatítico que compreende soleiras em que, além do quartzo, feldspato potássico, albite e moscovite apresentam ainda biotite, granada, columbotantalite, entre outros, o qual terá evoluído a partir dum magma residual que terá resultado da cristalização do magma que gerou o granito de duas micas de grão fino de Cativels. Este sistema de filões, geoquimicamente menos evoluídos que outros sistemas, terá intruído num nível estrutural mais profundo e em condições de P e T mais elevadas (Ramos et alia 2006) e Silva et alia (2006).

Na região de Pega Sabugal afloram, além de um sistema de soleiras aplitopegmatíticas com berilo, columbo-tantalite, entre outros, também, soleiras aplitopegmatíticas com amblygonite e lepidolite, e ocorrem ainda filões sub verticais do tipo com moscovite e berilo, em relação directa granitos tardi-D3 de duas micas e granitos porfiróides grosseiros, de duas micas, mas predominantemente biotíticos Silva et alia (2006).

Na região de Seixo Amarelo – Gonçalves, numa área de natureza essencialmente granítica, aflora um campo filoniano aplitopegmatítico com mineralizações de metais raros do tipo LCT, com lepidolite e petalite, constituído por soleiras sub-horizontais com espessura em geral até 3.5 m. Intruem essencialmente o granito porfiróide, predominantemente biotítico, de granulado grosseiro, tardi-D3,

incluído por Ferreira et alia (1987) na série intermédia e, esporadicamente, os xistos do complexo xistograuváquico. A intrusão das soleiras aplitopegmatíticas no granito porfiróide provocou a formação de bandas de metassomatismo de contacto, paralelas aos encostos das soleiras, que em geral não ultrapassam 20 cm de espessura (em média 7 a 8 cm), onde se verifica remobilização e deposição de albite, feldspato potássico, alguma recristalização de quartzo, substituição da biotite por zinwaldite cristalização de turmalina, sericitização da plagioclase do granito e do feldspato potássico etc. Por sua vez a intrusão das soleiras aplitopegmatíticas com mineralizações de metais raros nas rochas xistentas determina a formação de orlas de metassomatismo de contacto com cerca de 10 cm a tecto e a muro, onde a rocha xistenta ficou transformada numa corneana pelítica com quartzo, biotite, clorite, albite, zircão, turmalina, ilmenite, rútilo, berilo e óxidos de ferro.

Ramos (1998) descreveu a ocorrência de 3 tipos de soleiras que se distinguem pela sua cor, estrutura, mineralogia, quimismo e posição topográfica: soleiras estaníferas, mistas e litíferas. As soleiras estaníferas ocupam posições estruturais e topográficas inferiores apresentam uma estrutura simples, não zonada nem bandada e uma mineralogia mais simples: quartzo, feldspato potássico, albite, moscovite, moscovite lítica, ambligonite- montebrasite, rara lepidolite, apatite, topázio, cassiterite, columbo-tantalite, zircão, etc. As soleiras litíferas, geoquimicamente mais diferenciadas e enriquecidas em Li, ocupam posições estruturais e topográficas mais elevadas, apresentam uma estrutura complexa, em geral bandada ou zonada e uma mineralogia mais complexa, com quartzo, feldspato potássico, albite, moscovite, moscovite lítica, ambligonite- montebrasite, petalite lepidolite, zinwaldite, topázio, apatite, cassiterite, columbo-tantalite, microlite, zircão, hidromoscovite, etc. As soleiras mistas fazem a transição entre os dois tipos anteriores. A distribuição espacial das soleiras aplitopegmatíticas na região de Seixo Amarelo - Gonçalves é fortemente controlada pela fracturação tardi-hercínica.

Na região central de Portugal (Sátão -- Penalva do Castelo - Gouveia) ocorrem, igualmente, filões e massas pegmatíticas e aplitopegmatíticas do tipo com moscovite e berilo que formam pequenos batólitos e que aparentemente se relacionam com granitos de duas micas, embora predominantemente biotíticos, porfiróides, de granulado grosseiro, sintectónicos da série intermédia. Este tipo de pegmatitos parece mais relacionado com granitóides basicrustais (granitos do Grupo 2 -- Noronha et alia 2006) que formam, por vezes, extensos maciços alongados.

Além da região de Seixo Amarelo-Gonçalo são conhecidos outros locais, na região centro leste de Portugal, onde ocorrem mineralizações de Li, em estruturas aplíticas ou aplitopegmatíticas e pegmatíticas. Assim a ocorrência de litiofilite foi descrita por Jesus (1933) em pegmatitos da região de Mangualde, ambligonite ocorre em filões aplitopegmatíticos com cassiterite da região de Massueime Pinhel, por vezes associada com lepidolite (Carneiro, 1971), lepidolite ocorre também em filões aplitopegmatíticos da região de Escalhão e Barca d'Alva em filões que provavelmente estarão associados ao campo filoniano aplitopegmatítico de Frejeneda, (Robles, 1993), petalite, cassiterite, e rara lepidolite ocorrem igualmente no grande filão aplitopegmatítico de Bajoca (Almendra -V. Nova de Foz Côa), Noronha & Lima (2006) o qual tem tido ultimamente exploração intensiva como fonte de materiais cerâmicos. As ocorrências pegmatíticas com litiofilite de Mangualde estão relacionadas com estruturas, batolíticas, por vezes desenvolvidas, as quais se podem incluir no grupo de pegmatitos com berilo, fosfatos e columbo-tantalite de Cerny (1992) e estão, pelo menos espacialmente, relacionadas com granitóides biotíticos porfiróides tardi a pós D3 e não parecem relacionar-se com as soleiras do campo filoniano aplitopegmatítico de Gouveia, Fornos de Algodres, Celorico da Beira, Belmonte, Sabugal. Os filões litíferos de Barca d'Alva, Escalhão e Bajoca estão espacialmente relacionados com granitos de duas micas sin D3, pelo que poderão ser mais precoces. Actualmente as principais reservas portuguesas de minerais litíferos do tipo lepidolite-petalite conhecidas estão localizadas no sector de Seixo Amarelo - Gonçalves.

#### 4. CÁLCULO DE RESERVAS GEOLÓGICAS DAS MINERALIZAÇÕES DE METAIS RAROS DE SEIXO AMARELO-GONÇALO

Com base no levantamento geológico de pormenor (Fig. 2) e nos condicionamentos do local (relevante acentuado, atitude sub-horizontal das estruturas mineralizadas, espessura limitada das mesmas, existência de zonas cultivadas e habitadas, falta de afloramentos em determinadas áreas, etc.) e ainda aos condicionamentos actuais que determinam a explorabilidade dos jazigos minerais de minérios actualmente pouco valorizados (necessidade de executar a lavra a céu aberto e com custos o mais baixos possível, etc.), procedeu-se ao cálculo, com o máximo rigor, das reservas de material aplitopegmatítico com lepidolite, as quais podem ser exploradas facilmente e com baixos custos.

Os cálculos foram efectuados considerando a extensão cartografada dos afloramentos mineralizados, a sua espessura mínima registada no campo e admitindo a exploração em profundidade de maneira a determinar uma frente com desnível máximo de 10 m. Para efectuar este cálculo foi necessário atender, por um lado ao declive do terreno e ao pendor das soleiras. Assim, para cada afloramento foram considerados os pendores observados no local ou nas suas proximidades. Quando não foi possível obter no campo indicação para o pendor da soleira, admitiu-se um pendor médio de 15°, pendendo em sentido contrário ao declive do terreno (considerado como sendo a situação mais desfavorável para o cálculo das reservas). No cálculo da inclinação da superfície topográfica foi entrado em linha de conta com a equidistância média das curvas de nível para o local.

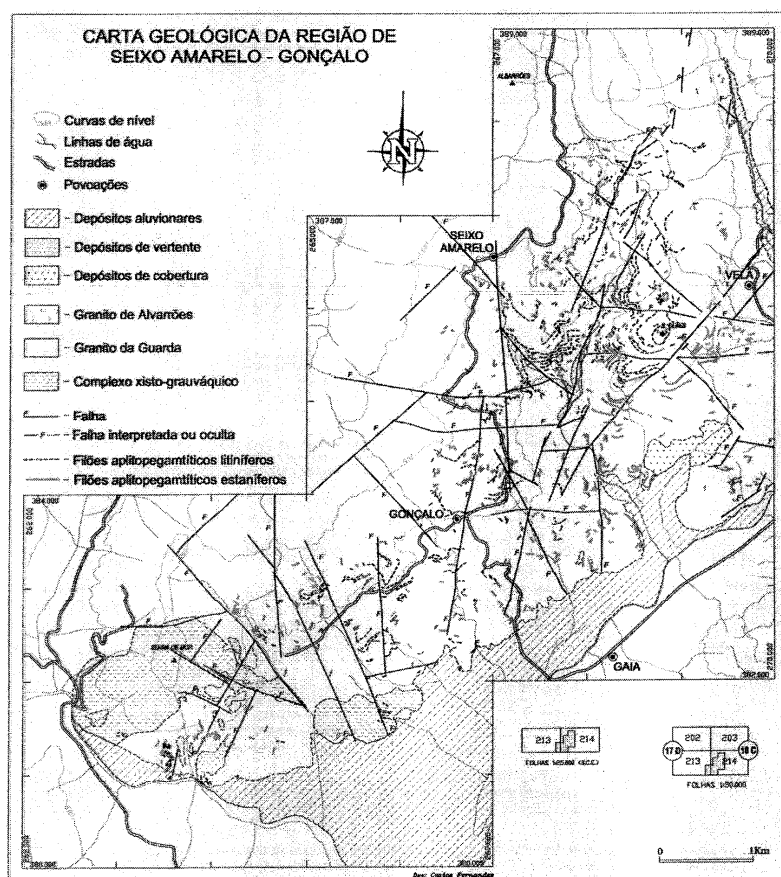


Figura 2- Carta Geológica de pormenor da área de Seixo Amarelo – Gonçalo (Guarda).

Os cálculos efectuados como se indicou acima permitiram garantir como reservas geológicas brutas, mínimas, de minério litínífero tal e qual, mais de 544.100 m<sup>3</sup>, o que, atendendo à densidade média de 2.6 determinada para o minério litínífero, correspondem a mais de 1.400.000 toneladas.

Tendo em atenção que foi considerada apenas a extensão dos afloramentos observados e cartografados (dos não observados, foram apenas incluídos aqueles que evidenciam trabalhos de pesquisa mineira ou exploração artesanal), pode afirmar-se que as reservas geológicas obtidas, correspondem apenas à parte mais superficial do jazigo mineral que pode ser explorado a céu aberto, sem necessidade da realização de grandes desmontes. Trata-se com efeito de uma volumetria cuja classificação como reservas certas exploráveis, depende apenas duma determinação mais fina dos teores dos elementos presentes, dada a grande variabilidade registada.

Para o cálculo de reservas do minério litínífero não foram consideradas as soleiras aplitopegmatíticas estaníferas, por se apresentarem substancialmente empobrecidas em Li, em relação às soleiras litíníferas, embora contenham ainda um teor médio de 0.17% de Li. Este tipo de soleiras tem tido, no entanto, exploração significativa na área, dado que as suas características químico-mineralógicas e os baixos custos da exploração a céu aberto, permitem a sua utilização como matéria-prima cerâmica.

A realização da campanha de sondagens que a seguir se preconiza irá contribuir de modo significativo para uma melhor caracterização metalogenética, zonográfica e estrutural do jazigo o que a par da sua confirmação em profundidade contribuirá também para um melhor conhecimento das reservas superficiais.

### **Exploração do campo filoniano aplitopegmatítico. perspectivas actuais**

Numerosas empresas vêm manifestando interesse pela exploração dos filões litíníferos e estaníferos da área mineralizada pelo que, praticamente toda a área mineralizada está concessionada, ou sob regime de contratos de prospecção e pesquisa. Interessa por isso pensar um pouco nas perspectivas de exploração destes minérios tendo em conta os condicionalismos actuais e futuros.

As soleiras aplitopegmatíticas litíníferas e estaníferas têm vindo a ser exploradas como material feldspático empregue na indústria cerâmica, atendendo aos teores favoráveis de álcalis, alumina e sílica e aos baixos teores de contaminantes como ferro, titânio, manganês etc.. Os teores de Li e outros voláteis (F, H<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, etc.) permitem diminuir a temperatura da cozedura e poupar alguma energia no processo de cozimento das pastas cerâmicas.

As principais dificuldades na utilização deste material como matéria-prima cerâmica têm a ver, para as soleiras de tipo litínífero, com o elevado teor médio de F (cerca de 1.5%), além da presença de contaminantes (ferro, manganês e titânio).

As soleiras de tipo estanífero têm, em relação às litíníferas, a desvantagem de não conter teor tão significativo de Li pelo que a temperatura de cozimento das pastas é mais elevada. Por outro lado o teor mais elevado em K<sub>2</sub>O aconselha a sua utilização nos processos cerâmicos que requerem um patamar de cozimento mais constante. Têm no entanto a vantagem de conterem menos de metade do F (cerca de 0.7%), pelo que alguns efeitos de corrosão poderão vir bastante atenuados.

O minério explorado nas soleiras aplitopegmatíticas, seja nas de tipo litínífero seja nas de tipo estanífero, é moído tal e qual e introduzido, na sua maior parte, nas pastas cerâmicas sem qualquer outro tipo de tratamento. Uma pequena parte do minério litínífero mais rico em lepidolite é por vezes sujeito a uma concentração manual para utilizações mais específicas, como por exemplo, para substituição do carbonato de lítio ou aplicações, em pastas cerâmicas e vidros especiais, etc..

A utilização de uma matéria-prima, mineralogicamente tão diversificada, como material cerâmico determina que o produto obtido constitui uma matéria-prima de mediana a baixa qualidade, a qual só pode competir no mercado das matérias-primas cerâmicas se for vendido a baixo preço.

Este facto vem assim condicionar fortemente a exploração mineira do campo filoniano tornando, neste momento, apenas viável a exploração a céu aberto das soleiras que afloram em locais topograficamente mais favoráveis, como por exemplo, em zonas de crista de pequenas elevações, zonas de flanco de encosta com declive menos acentuado que possibilitem a exploração seguindo a soleira lateralmente, zonas com menor cobertura de rocha estéril, etc..

As observações de campo permitiram constatar que a maior parte das soleiras pende em sentido contrário ao declive do terreno pelo que a cobertura de granito estéril tende a aumentar, mais ou menos rapidamente, com o aumento de profundidade da exploração. Algumas, poucas, pendem no mesmo sentido da topografia, determinando afloramentos que aparentam reservas elevadas, como acontece, por exemplo, no local de coordenadas M = 265 650, P = 382 400 m.

A pequena espessura das soleiras litíferas (em geral inferior a 3.5 m) constitui outra dificuldade à rentabilização das explorações, mas a ocorrência de várias soleiras sobrepostas pode possibilitar a organização de explorações em degraus. Por outro lado, a possibilidade de explorar lateralmente nas zonas de flanco de encosta sem necessidade de aprofundar muito a corta, pode garantir a constituição de reservas suficientes à rentabilização da exploração.

Neste tipo de explorações torna-se necessário ainda entrar em conta com a fracturação tardia que compartimentou o campo filoniano em blocos. Muitas dessas fracturas mesmo importantes determinaram pequenos rejeitos (métricos ou decimétricos) nas soleiras, não sendo em geral afectada a sua continuidade. Noutros casos, no entanto, os rejeitos foram significativos, como acontece por exemplo na grande falha N-S que interrompe a continuidade das soleiras na parte mais ocidental do campo filoniano litífero (local de coordenadas M = 264 950, P = 382 950 m) determinando a descida do bloco W de cerca de uma centena de metros, a falha NE-SW de Vela – SW de Gonçalves que determinou o afundimento do bloco SE algumas dezenas de metros, entre outras.

Os dados de campo recolhidos levam-nos a considerar como zonas mais favoráveis para exploração das soleiras litíferas as seguintes:

- morro do vértice geodésico S. Geães entre Vela e o Ribeiro do Seixo.
- morro denominado Porqueira, entre o Ribeiro do Seixo e a mina de Alvarões nº 24.
- área da concessão Castanho nº 1.
- área a SW da mina Castanho nº 1.
- área situada entre a quinta do Lagedo de Baixo e Quinta do Lagedo de Cima.

Por sua vez a exploração das soleiras de tipo estanífero pode ser feita na área a SE da falha Vela – SW de Gonçalves e na base do morro do vértice geodésico S. Geães, onde aliás foram já reconhecidas por trabalhos de pesquisa mineira relativamente recentes. No entanto, soleiras e filões deste tipo, alguns com maior espessura, ocorrem fora da área cartografada em pormenor, nomeadamente na região de Benespera-Maçainhas-Bendada e também na zona de exo-contacto oriental do maciço de Fráguas-Pena Lobo nos sectores de Vale Mourisco, Espinhal e Águas Belas (Ramos et al., 1994).

#### **Projecto de reconhecimento profundo com sondagens do jazigo litífero de Seixo Amarelo-Gonçalo**

Apesar da maior parte, senão a totalidade, do campo filoniano aplitepegmatítico com mineralizações de metais raros estar incluída em áreas com contratos de prospecção e pesquisa ou mesmo sob a forma de concessões mineiras, justifica-se plenamente, a nosso ver, que o INETI detenha dados de sub-superfície do campo filoniano litífero e estanífero dada a sua extensão. A mineralização complexa que detêm e o interesse revelado por este tipo de minérios, tendo em vista o conjunto de possíveis aplicações na indústria do futuro (como fonte de Li, para utilização na indústria cerâmica, como fonte de elementos como Be, Nb, Ta, etc.) revela-se estratégica.

Na área abrangida pela concessão Castanho nº 1 a Empresa Concessionária Pegmatítica realizou, além do estudo geológico a escala detalhada, uma campanha de sondagens que permitiu reconhecer a parte mais ocidental do jazigo. As sondagens realizadas até cerca de 60 m de profundidade permitiram reconhecer nesta área duas soleiras principais sobrepostas cortadas por vários acidentes tectónicos que as rejeitam e repetem (Conde 1996 - comunicação oral). As soleiras não ultrapassam em geral os 3 a 3.5 m, mas por vezes podem formar espessamentos locais atingindo então cerca de 5 m. No entanto, fora da área estudada mais em pormenor ocorrem soleiras de tipo estanífero que podem atingir também, localmente, cerca de 12 a 15 m de espessura como acontece, por exemplo, na região de Bendada (Sabugal), com a soleira explorada na mina de Senhora do Castelo.

Estando a parte ocidental do jazigo já reconhecida em profundidade, torna-se necessário proceder ao reconhecimento profundo da parte central e da parte oriental do jazigo. Nesta região o desenvolvimento vertical do campo filoniano, com a ocorrência de grande número de soleiras sobrepostas, justifica, a nosso ver, a realização de uma sondagem mais profunda de forma a obter alguns elementos que permitam confirmar a existência provável de soleiras aplitepegmatíticas situadas a níveis inferiores aos do actual nível de erosão. Esta sondagem é justificável para confirmação da estrutura geral do campo filoniano e também na perspectiva de aproveitamento destes recursos de Li para fins mais nobres, que a utilização na indústria cerâmica.

#### Localização das sondagens:

Em nosso entender o reconhecimento de subsuperfície do campo filoniano de Seixo Amarelo-Gongalo deverá ser feito com a realização de 3 sondagens. Duas delas definem um perfil com orientação N70°W situado na parte central do jazigo (sondagem n° 1 e sondagem n° 2 - ver Fig. 3). A sondagem n° 3 deverá ser realizada a cerca de 800 m para N do perfil que contém as sondagens n° 1 e n° 2 (Fig. 4).

#### Sondagem n°1

Deverá ser realizada no local de coordenadas militares M = 267 495, P = 385 695 m na região denominada Porqueira, à cota aproximada de 672 m, e deverá ser executada na vertical. Esta sondagem será a mais profunda com cerca de 400 m. Pretende-se reconhecer além das soleiras aflorantes em flanco de encosta a cota inferior a 640 m o desenvolvimento do campo filoniano em profundidade. O projecto da sondagem que se pretende é apresentado no perfil da Fig. 3. a sua localização numa plataforma do terreno a cerca de 40 m acima da soleira litinífera superior a atravessar, deve-se à facilidade de acesso e de instalação da sonda no local.

Esta sondagem poderá eventualmente ser desdobrada em duas: uma superior com cerca de 200 m realizada no local da sondagem n° 1 e uma situada inferiormente e no mesmo perfil no local de coordenadas M = 267 920, P = 385 570 m à cota aproximada de 550 m que deverá ter cerca de 200 m.

#### Sondagem n° 2

Está contida no perfil orientado na direcção N70°W que inclui também a sondagem N° 1. Localiza-se no ponto de coordenadas militares M = 268 495, P = 385 360 m numa plataforma tabular do terreno e pretende investigar o campo filoniano que aflora no morro, do vértice geodésico S. Geães desde as cotas 640 a 450 m. Terá um comprimento de cerca de 280 m e deverá ser realizada na vertical. o perfil que contém esta sondagem é apresentado na Fig. 3.

#### Sondagem n° 3

Será realizada no local de coordenadas militares M = 268 610, P = 386 165 m e destina-se a testar a continuidade lateral das soleiras litiníferas aflorantes em flanco de encosta e a sua continuidade em profundidade. Prevê-se um comprimento total de cerca de 230 m devendo a sondagem ser realizada na vertical. O perfil topográfico que a contém é apresentado na Fig. 4.

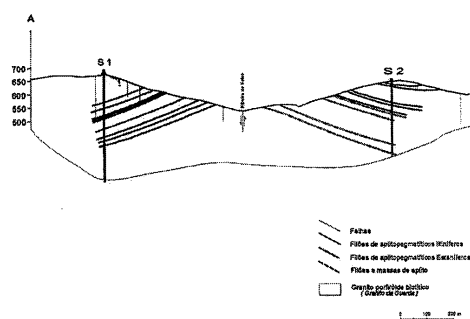


Figura 3 – Corte geológico passando pelas sondagens n° 1 e n° 2.

#### Discussão e conclusão

Apesar de alguma exploração a que tem sido sujeito o campo filoniano apatitopegmatítico com mineralizações de metais raros, pode afirmar-se que as suas reservas não foram ainda grandemente afectadas, uma vez que a continuidade em profundidade das soleiras está, em nossa opinião, garantida, o que poderá ser confirmado, se vierem a ser realizadas as sondagens projectadas. Uma vez confirmada essa continuidade, as reservas de material litinífero agora calculadas serão largamente ampliadas, o que

permitirá, no futuro, encarar a hipótese de explorar este imenso campo filoniano como fonte de metais raros e nomeadamente de Li.

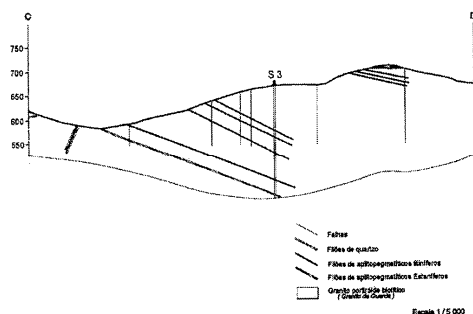


Figura 4 – Corte geológico passando pela sondagem nº3.

Em termos do conteúdo de outros metais raros como Be, Nb, Ta e Sn, tratam-se de mineralizações relativamente pobres, mesmo assim passíveis de poderem vir a ter algum interesse em especial como fonte de Ta e de Nb e eventualmente Be, Rb, Cs e Sn.

Quanto ao Cs, ainda não foi possível ter indicações sobre os teores existentes, nem foi detectada a presença de polucite mesmo nas soleiras geoquimicamente mais diferenciadas, embora não possamos afirmar categoricamente que não possa localmente estar presente. De facto, segundo Cerný (1982) este mineral está restrito a pegmatitos complexos de elementos raros que atingiram o último grau de fraccionação sendo ricos em Li e com valores muito baixos da relação K/Rb (entre 5 a 20). Ora as soleiras litíferas de Seixo Amarelo-Gonçalo revelaram além teores médios de Li elevados, valor médio para a razão K/Rb próximo de 6. Deste modo as soleiras litíferas de Seixo Amarelo-Gonçalo atingiram um elevado grau de diferenciação que possibilita a ocorrência de minerais concentradores de Cs.

A realização de ensaios de tratamento dos minérios poderia dar algumas indicações sobre a possibilidade de separação de alguns dos minerais concentradores de elementos raros, em especial a cassiterite, columbo-tantalite, microlite e outros, uma vez que, não deverão levantar grandes dificuldades para a sua concentração, apesar da granularidade relativamente fina em que se apresentam (o granulado médio da cassiterite é próximo de 100  $\mu\text{m}$ , para a columbo-tantalite é da ordem de 50  $\mu\text{m}$  e para a microlite é da ordem 30  $\mu\text{m}$ ). No entanto o tratamento de um minério tão complexo, do ponto de vista mineralógico e textural, não é, seguramente, tarefa fácil.

Mesmo tendo em vista a sua aplicação actual (indústria cerâmica) a qualidade deste minério seria bastante beneficiada se se procedesse a uma homogeneização e lhe fossem retirados alguns contaminantes como cassiterite, columbo-tantalite, microlite, rútilo, fosfatos de ferro e manganês, etc. bem como o topázio o que permitiria eliminar uma parte importante do conteúdo de F do minério.

Em relação ao topázio julgamos que se justifica também alguma atenção dado o conteúdo, por vezes elevado, de numerosas soleiras. De facto, este mineral pode ser utilizado como pedra preciosa ou semipreciosa, de acordo com as suas características de cor, transparência, brilho, etc.. Os topázios que ocorrem nas soleiras apliteogmatíticas de Seixo Amarelo-Gonçalo têm em geral cor verde clara ou verde azulada. Embora a maioria dos cristais mostrem fracturação intensa, conseguem-se por vezes obter cristais centimétricos (2 a 3 cm de diâmetro), praticamente sem fracturas. Também podemos dizer que nas nossas colheitas conseguimos amostras de topázios praticamente transparentes de cor verde clara, com aspecto semelhante ao de algumas variedades de berilo, denominadas por água marinha.

Tanto quanto julgamos saber não terão sido realizados ensaios de talhe e polimento de pedras desta região pelo que não podemos ajuizar do verdadeiro valor do topázio como gema.

De qualquer modo, consideramos como provável a ocorrência de topázios com possibilidade de serem utilizados como pedra semipreciosa. Acresce que a densidade relativamente elevada deste mineral ( $\cong 3.5$ ) face à dos outros minerais silicatados presentes, permite uma fácil separação e concentração por processos simples, hidrogravíticos.

Em nosso entender justificava-se a realização de alguns ensaios com bateia, nalgumas linhas de água da região, não sujeitas, no passado, a dragagens e exploração intensiva de cassiterite, para constatar a qualidade dos topázios presentes.

Em resumo, à luz dos conhecimentos actuais o campo filoniano com mineralizações de metais raros de Seixo Amarelo-Gonçalo constitui potencialmente um importante jazigo mineral onde podem ser obtidos, no nosso país, alguns elementos raros de alta tecnologia. Apesar de actualmente ter apenas interesse limitado, como fonte de materiais cerâmicos, pode vir, num futuro mais ou menos próximo, a revelar grande interesse económico, pelo que será de promover a sua delimitação completa e tomar medidas que não inviabilizem no futuro uma possível exploração deste recurso.

Se o nosso trabalho tiver de algum modo contribuído para chamar a atenção para a importância destas mineralizações já terá valido a pena a sua realização.

## REFERÊNCIAS

- Carneiro, F. S., (1971) – Potencialidades minerais da metrópole. Base firme de desenvolvimento industrial do País. Arquivos da Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, 307 págs.
- Cerny P., (1982) – Mineralogy of rubidium and cesium. Short course in granitic pegmatites in science and industry *Short course handbook* Vol. 8 pags 149 a 161.
- Cerny, P., (1991) – Rare-element granitic pegmatites. Part I. Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. *Geoscience Canada* 18, págs 49 a 67.
- Cerny, P., (1992) – Geochemical and petrogenetic features of mineralization in rare element granitic pegmatites in light of current research. *Appl. Geochem.*, 7 págs 393-416.
- Ferreira N., Iglesias, M., Noronha, F., Pereira, E., Ribeiro, A., e Ribeiro, M.L., (1987) – Granitóides da zona Centro-Ibérica e seu enquadramento geodinâmico. In *Libro Homenaje a L.C. García de Figueirola*. Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico págs 37 a 52. Ed. Rueda Madrid.
- Jesus, A. M., (1933) – Pegmatites mangano-litíferas da região de Mangualde. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* T XIX, págs 65 a 210.
- Lagache M., (1992) – Ap port de la minéralogie expérimentale à la connaissance des équilibres entre fluides et minéraux des pegmatites granitiques à éléments rares alcalins. *Canad. Mineral.* Vol 30, págs 541 a 547.
- Noronha, F., Lima, A., (2006) – da génese à aplicação tecnológica dos aplitopegmatitos litíferos da região de Barroso-Alvão e Almendra. *Actas VII Congresso Nacional de Geologia*, págs 1183 a 1188.
- Lotz, F., (1945) – Einige Probleme der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch* 6, 1 a 12.
- Noronha F., Ribeiro, M. A., Almeida, A., Dória, A., Guedes, A., Lima, A., Martins, H., Sant'Ovaia, H., Nogueira, P., Martins, T., Ramos, R., Vieira, R., (2006) – Jazigos filonianos hidrotermais e aplitopegmatíticos espacialmente associados a granitos (Norte de Portugal) *Actas VII Congresso Nacional de Geologia*, págs 123 a 138.
- Oliveira, J.T., Pereira, E., Piçarra, J.M., Young, T., Romano, M., (1992) - O Paleozóico Inferior de Portugal: síntese da estratigrafia e da evolução paleogeográfica. In Gutiérrez-Marco, J.C., Saavedra, J. & Rabano (Eds). *Paleozóico Inferior de Ibero-América*, Universidad de Extremadura, Badajoz, pags 359 a 375.
- Ramos, J.M.F., (1998) – Mineralizações de metais raros de Seixo Amarelo – Gonçalo (Guarda). Contribuição para o seu conhecimento. Tese de doutoramento do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Ramos J. M. F., Moreira A. (1991) - "Principais Recursos Minerais Não Metálicos aflorantes na área correspondente à folha 1 da carta Geológica de Portugal à escala 1/200.000". *Memórias e Notícias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, nº 112.
- Ramos, J. M.F., Ribeiro, A., Barriga, F., (1994) – Mineralizações de metais raros de Seixo Amarelo – Gonçalo (Guarda). Boletim de Minas Vol. 31, nº2 págs 101 a 115.
- Ramos, J.M.F., Silva, P.B., Neiva A.M., Gomes E.P., (2006). Evolução geoquímica de pegmatitos LCT da região Centro de Portugal no sentido do enriquecimento em lepidolite. *Actas do VII Congresso Nacional de Geologia*, págs 1193 a 1198.
- Robles, E. R., (1993) – Distribucion características y petrogenesis de las pegmatitas de la Fregeneda (Salamanca) Tese de doutoramento Facultad de Ciências, Departamento de Mineralogía y Petrología Universidad del País Vasco.
- Silva, A. F. Romão, J.M.C., Sequeira, A.J., Oliveira, J.T., (1995) - A sucessão lito-estratigráfica ante-ordovícica na zona Centro-Ibérica (ZCI) em Portugal: Ensaio de interpretação com base nos dados actuais, *XIII Reunião de Geologia do Oeste Peninsular*, Salamanca 1, pags 71 a 72.
- Silva, P.B., Neiva, A.M., Ramos, J.M.F., (2006) – Geoquímica de aplitopegmatitos de Pega (Sabugal, Centro de Portugal). *Actas do VII Congresso Nacional de Geologia*, págs 1203 a 1206.
- Sousa, M.B., (1982) – Litoestratigrafia e estrutura do "Complexo Xisto-Grauváquico ante Ordovícico" – Grupo do Douro (NE de Portugal). *Tese de doutoramento U. Coimbra*.
- Sousa, M.B., (1983) – Litoestratigrafia do CXG- Grupo do Douro (NE Portugal). *Memórias e Notícias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, nº 95, págs 3 a 63.
- Sousa, M.B., (1984) – Considerações sobre a estratigrafia do CXG e a sua relação com o Paleozóico Inferior. *Cienc. Geol. Ibérica*, nº9 (Precâmbrico e Paleozóico del Macizo Iberico, pags 9 a 37. Madrid.
- Sousa, M.B., (1985) – Perspectiva sobre os conhecimentos actuais do Complexo Xisto Grauváquico de Portugal. *Memórias e Notícias do Museu e Laboratório Mineral. e Geol. da Univ. de Coimbra*, nº 100 págs 1 a 16.