

# CAPÍTULO 3

PRINCIPAIS RECURSOS MINERAIS DOS  
CONCELHOS DE CHAVES, MONTALEGRE  
E BOTICAS

JOÃO MANUEL FARINHA RAMOS\*

# 1. INTRODUÇÃO

Na área correspondente aos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas afloram diversos tipos de granitóides que intruem formações metassedimentares de idade silúrica, e alguns depósitos de rochas sedimentares eluvio-aluviais de idade plistocénica e holocénica. Estes tipos de rochas e a tectónica que as afecta explicam as numerosas ocorrências mineiras que, desde tempos imemoriais, vêm sendo exploradas pelos povos que por aqui passaram e se estabeleceram. Trata-se, de facto, de uma área onde abundam recursos minerais (metálicos e não metálicos), geotérmicos e hidrominerais (W, Sn, Mo, Li, Nb, Ta, Au, Ag, quartzo, feldspato, argilas, areias, granitos industriais e ornamentais, águas minerais naturais, etc. – Figura 1), que não passaram despercebidos aos povos, mesmo aos mais primitivos, que aprenderam a utilizá-los. A pesquisa de alguns destes recursos deve ter começado ao longo dos rios e linhas de água mais importantes onde procuravam água, peixe, seixos, e onde descobriram pepitas de ouro, grãos de estanho, etc. A tradição da exploração foi passando de geração em geração até aos tempos actuais, constituindo uma fonte de meios não desprezível para aquelas gentes rijas que habitavam territórios serranos de solos pobres e clima agreste.

Uma descrição dos recursos minerais nesta região implica o seu agrupamento em tipologias fundamentadas na forma do jazigo, na mineralogia, no contexto geológico, e na sua génese.

Em primeiro lugar, com base numa classificação utilitária, consideram-se os seguintes grandes grupos:

- I – Minérios metálicos (minerais e rochas donde é possível extrair os metais com lucro);
- II – Minérios energéticos (minerais e rochas que podem fornecer economicamente energia);
- III – Minérios não metálicos (minerais e rochas que têm aplicação na Indústria);
- IV – Recursos hidrominerais.

Em segundo lugar, com base numa classificação que se baseia na génese dos jazigos minerais, englobam-se:

- 1 – Jazigos minerais relacionados com processos exógenos, compreendendo os depósitos sedimentares primários relacionados com a sedimentação clástica – aluviões.
- 2 – Jazigos minerais relacionados com processos endógenos, compreendendo os relacionados com processos metamórficos (metamorfismo de contacto e metamorfismo regional), e os relacionados com processos magmáticos (associados a rochas granitóides e processos vulcânicos).

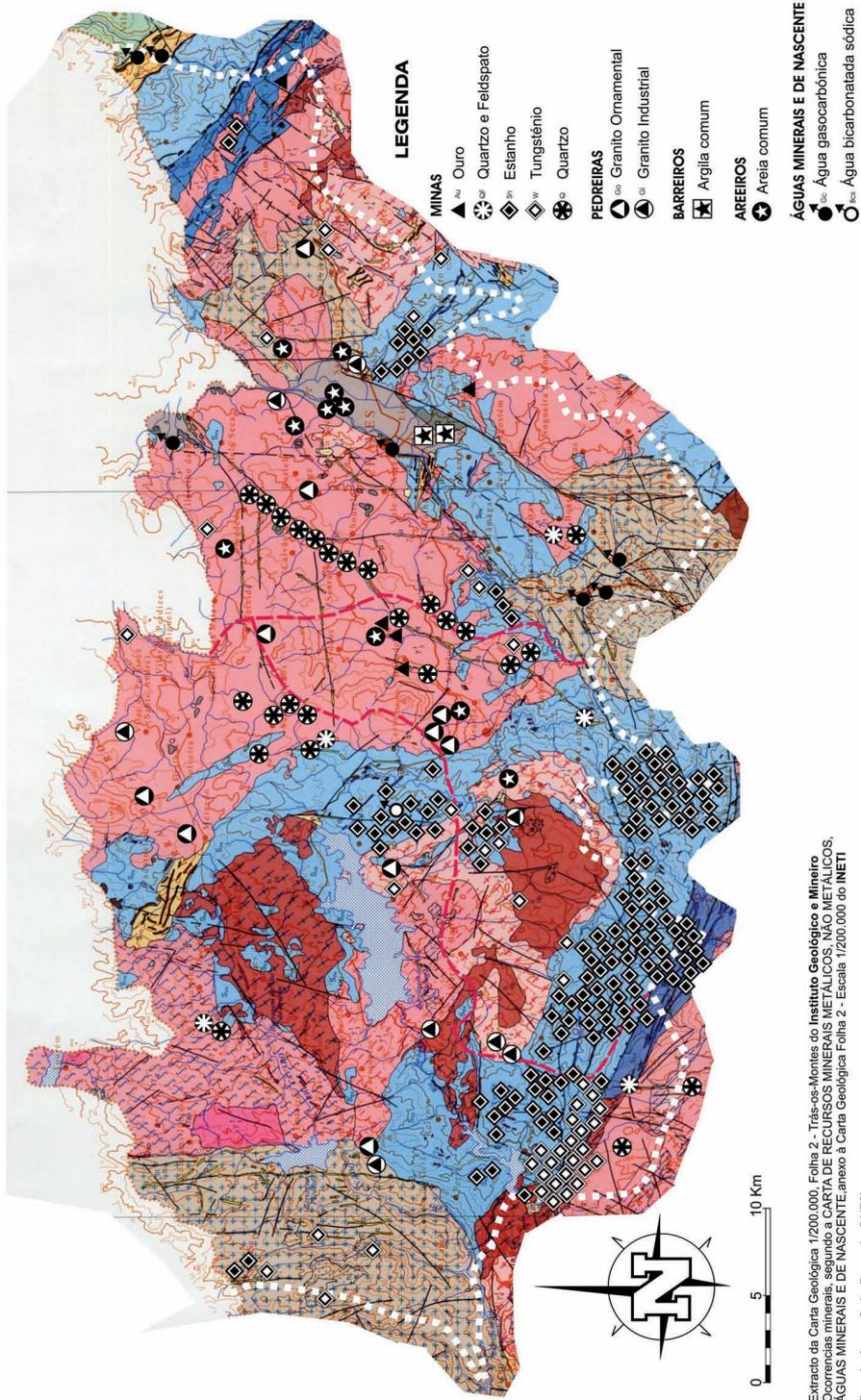


Fig. 1: Ocorrências minerais dos concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas

## 2. RECURSOS MINERAIS

### 2.1. JAZIGOS EXÓGENOS

#### 2.1.1. Minérios metálicos

Compreendem, essencialmente, os depósitos aluvionares e eluvionares com mineralização de Sn, e/ou W, Nb, Ta, Ti, Au e Ag, que ocorriam nas linhas e cursos de água que drenaram áreas com mineralizações primárias, e que foram largamente explorados como fonte de estanho, tungsténio, ouro e prata. Na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas numerosas ocorrências de depósitos sedimentares aluvionares foram sujeitas a exploração mineira. Trata-se, em geral, de depósitos pouco espessos (raramente com espessura superior a 2 m) e que estão muitas vezes relacionados com o afloramento, nas proximidades, de mineralizações filonianas primárias. Muitos deles constituíram minas “a céu aberto”, e por terem uma lavra fácil e económica foram sujeitas a lavra intensiva em especial durante os períodos correspondentes aos conflitos mundiais, tendo sido responsáveis por uma parte significativa da produção de volfrâmio e estanho. Algumas destas explorações datam já dos tempos da ocupação romana e anterior. Na impossibilidade de todos nomear, citar-se-ão apenas as antigas concessões com produções mais significativas. Assim, aluviões onde a volframite predominava sobre a cassiterite ocorrem na região de Águas Frias, tendo sido explorados na área da antiga mina *Poula da Costa de Lobos*. Na região de Vilarelho da Raia cita-se as antigas concessões de volfrâmio *Lamago*, *Alto dos Areais*, *Tamboril* e *Dependurada*. A maior produção foi registada na antiga concessão *Alto dos Areais* com 24,6 t de concentrados de tungsténio em 1941 e 1942. Na região de Anelhe foram explorados aluviões mineralizados em volframite, por vezes com cassiterite associada, nas antigas concessões *Valdegas*, *Souto Velho*, *Anelhe*, *Campina N.º 1* e *Campina*. Em *Valdegas* foi registada a produção de 24 t de concentrados de tungsténio nos anos de 1953 e 1954 e na antiga concessão *Campina* 2,5 t em 1943 e 1944. Também na região de Carvalhos foi registada actividade de exploração de aluviões nas concessões *Lage Escorregadia*, *Monte das Vargelas*, *Lavradas N.º 1*, *Lavradas N.º 2*, *Pontão*, *Forçães* e *Carvalho*, sendo conhecida a produção de volframite e cassiterite nas antigas concessões *Monte das Vargelas* (10,3 t em 1952) e *Lavradas N.º 2* com 41,6 t de mistos com cassiterite e volframite, entre 1937 e 1971. Na zona da Borralha nas concessões *Linguento*, *Seprão N.º 1*, *Altos de Sanguinhedo* ocorrem aluviões mineralizados em volframite. Ainda na área das antigas minas *Cabreira*, *Campo de Chã* e *Retorta* foram encontrados aluviões mineralizados. Nesta última mina, no leito da ribeira de Cerdedo, refere-se a ocorrência nos aluviões, além de volframite, de algumas palhetas de ouro. Na região das minas dos Carris (Serra do Gerês), nas antigas concessões *Carris* e *Lamalonga* terá havido exploração de depósitos aluvionares.

Depósitos aluvionares onde a cassiterite é largamente predominante, por vezes com columbite-tantalite associada, ocorrem também, frequentemente, na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas, e foram igualmente largamente explorados no passado. Assim, na região de Santo Estêvão (Chaves) na área das antigas concessões mineiras *Alto da Cotovia*, *Alto da Peleira*, e *Outeiro da Sarnosa*, na região de Salto (Montalegre), na área das antigas minas *Brancelhos*, *Vale de Corsas*, *Raposeira*, e *Amiar* ocorrem aluviões mineralizados em cassiterite. Na antiga mina *Brancelhos* terão sido produzidos em 1948 750 kg de cassiterite. Também na região de Dornelas (Boticas), na zona das antigas minas *Embaco-rim*, *Corga dos Engraçalhos*, *Barrondas*, *Fraga da Freixa*, *Mangarela*, *Souto da Serra*, *Mejanca* ocorre mineralização cassiterítica nos aluviões existentes. Ainda na área das antigas minas *Aguilhadas N.º 1*, *Medelo*, *Muros*, *Aguilhada N.º 2*, e *Corga da Oureta*, nas linhas de água afluentes do rio Couto aparecem aluviões com cassiterite. Finalmente refere-se a mineralização cassiterítica em depósitos aluvionares nas antigas minas de *Meledo*, *Castanheira*, *Cerdeirinha*, *Levada Olheira de Melca* e *Vale da Vila*. Em muitas destas antigas minas eram exploradas aluviões e também mineralizações primárias (filões).

### 2.1.2. Minérios não metálicos

#### *Argilas*

De entre os recursos não metálicos consideram-se aqui os depósitos sedimentares com argilas, areias e cascalhos, utilizados, no caso das argilas, como matéria prima cerâmica e no caso das areias e cascalhos, como materiais inertes na indústria da construção civil.

As argilas estão em exploração em dois barreiros na região de Vilar de Nantes num espesso depósito sedimentar de idade plistocénica, que preenche o “graben” de Chaves e abastece a indústria cerâmica local. É constituído por níveis lenticulares argilosos intercalados em níveis de areias e cascalheiras. A bacia de Chaves tem cerca de 10 km de comprimento na direcção N25°E e cerca de 5 km de largura na zona mais larga. É limitada a Oriente pela escarpa de falha NNE-SSW do Brunheiro (Serra da Padrela), a Ocidente por um conjunto de falhas paralelas, também NNE-SSW, que determinam uma sucessão de degraus até à superfície de Sanjurge-Vale de Anta, a Norte por um estrangulamento que faz a passagem à bacia de Verin, e a Sul pela subida do bloco de S. Pedro de Agostém-S<sup>ta</sup> Bárbara que se comporta como um “horst” transversal separando a bacia de Chaves da de Vidago. Os níveis argilosos são constituídos, na amostra total, predominantemente por ilite e caulinite, com quartzo e feldspato como acessórios. Na fracção inferior a 2 mm ocorrem caulinite (30% a 70%), ilite (20% a 50%), montmorilonite (vestígios a 5%) e feldspato vestigial. Estas argilas têm aptidão para a indústria do barro vermelho. Um cálculo de reservas, efectuado em 1983, com recurso a sondagens, permitiu estimar, nessa data, 4 milhões de toneladas de argilas de exploração fácil (até aos 15 m de profundidade), 7,5 milhões de toneladas até 30 m de profundidade e 18,5 milhões de toneladas até cerca de 100 m de profundidade.

### *Areias*

No que diz respeito às areias comuns, as necessidades da construção civil na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas, têm recorrido à crivagem e lavagem de depósitos argilo-arenosos e de saibros graníticos; também por vezes, aos finos de britagem dos granitos e, esporadicamente, aos depósitos do leito dos rios. Algumas explorações de areias e saibros, por vezes esporádicas, situam-se nas regiões de Santo Estêvão, Mocho e Ervededo (Chaves), Outeiro Seco, Vila Verde da Raia, Veiga de Chaves, Sr.<sup>a</sup> das Neves (Bobadela), Sapiãos, Boticas, Quintas (Bessa).

## **2.2. JAZIGOS ENDÓGENOS**

### **2.2.1. Mineralizações metálicas**

#### **2.2.1.1. Jazigos ligados a processos metamórficos (metamorfismo de contacto): mineralizações de tungsténio (scheelite) em escarnitos**

Na região da antiga mina da Borralha, Noronha (1976), refere a existência de níveis calcossilicatados, por vezes mineralizados em scheelite, com espessura entre 2 cm e 40 cm, intercalados numa formação metassedimentar de idade silúrica. Estes níveis têm cor cinzenta, aspecto bandado, determinado pela alternância de leitos quartzosos e biotíticos concordantes com a xistosidade principal. São compactos e duros e exibem aspecto mosqueado, devido à presença de pequenos cristais rosados de granada. São predominantemente constituídos por quartzo, feldspato potássico, granada, anfíbola, scheelite, pirrotite, ilmenite, pirite, calcopirite, clinozoizite, clorite, vesuvianite, epidoto, calcite, etc.

#### **2.2.1.2. Jazigos relacionados com rochas granitóides**

##### *2.2.1.2.1. Aplitos e pegmatitos com mineralização de cassiterite, por vezes com columbite-tantalite e minerais de lítio associados.*

São extremamente frequentes na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas as mineralizações de cassiterite por vezes com columbite-tantalite e minerais de lítio associadas com filões e massas de aplito-pegmatitos. Afloram, quer no interior, quer na zona de exocontacto de granitos de duas micas, sin-tectónicos e sin a tardi tectónicos. Ocorrem em vários locais, como por exemplo, na região de S. Lourenço e S. Julião de Montenegro (Chaves) e na de Montalegre. É, no entanto, no Alto Tâmega, na formação metassedimentar de idade silúrica (formação pelito-grauváquica), entre os maciços graníticos da Serra da Cabreira e da Serra do Barroso e entre esta e o maciço de Chaves, que ocorrem a maior parte dos filões, nomeadamente as minas que constituíram os antigos Coutos Mineiros de Dornelas e do Bessa. Estes filões e massas apresentam, em geral, uma estrutura complexa, com zonas pegmatíticas de granulado grosseiro e aplíticas de granulado fino, sacaróide, distribuídas dentro da mesma estrutura. A mineralização cassiterítica ocorre disseminada

na massa filoniana, em pequenos cristais, em geral inferiores a 2 mm, mas frequentemente concentrada nos encostos e nas zonas greisenizadas, onde podem ocorrer em calibres mais grosseiros. As orientações e espessuras dos filões são as mais variadas, embora sejam frequentes as direcções N10°W, N10°E, NNW-SSE, NE-SW, e espessuras que variam desde alguns centímetros a cerca de 15 m, sendo mais comuns filões com possanças entre 1 m e 2 m.

A mineralização columbítica-tantalítica, normalmente menos importante que a esta-nífera, aparece disseminada em pequenos cristais dispersos na matriz filoniana e por vezes inclusa na cassiterite, ou concentrada nos encostos e zonas greisenizadas. São, genericamente, mineralizações de baixo teor podendo afirmar-se que, no que diz respeito à cassiterite, são relativamente raros os filões e massas com teor superior a 2 kg/t de filão e, no que diz respeito à mineralização columbo-tantalífera, em geral, não ultrapassa 0,2 a 0,5 kg/t.

Estes filões e massas aplitopegmatíticos representam os resíduos magmáticos finais enriquecidos em sílica, alcalis e elementos metálicos incompatíveis, que resultam dos processos de solidificação dos magmas graníticos e, por serem menos densos, tendem a acumular-se nas zonas de cúpula e bordadura dos maciços graníticos, em especial, dos granitos de duas micas sin-tectónicos, tardi-tectónicos ou pós-tectónicos. Uma vez que, em geral, são ricos em elementos voláteis e por se encontrarem submetidos a pressão elevada, tendem a injectar as fracturas existentes nos maciços rochosos envolventes, originando os filões e massas aplitopegmatíticas com mineralizações de Sn, Li, Nb, Ta e W, etc. Após a solidificação destes filões e massas aplitopegmatíticas pode ainda restar um resíduo final, rico em sílica e contendo elementos metálicos como Mo, W, Sn, Bi, As, Au, Ag, Cu, Pb, e Zn, que vão preencher fracturas tardias, originando os filões de quartzo hidrotermais com mineralizações diversas.

A maior parte das antigas minas dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas estão presentemente desactivadas e em campo livre, excepto a Concessão C-100 *Mina do Barroso* em Covas de Barroso (Boticas) que tem produzido um minério quartzo-feldspático com espodumena utilizado na indústria cerâmica. Os trabalhos de cartografia geológica, levados a cabo pelo Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências do Porto em colaboração com os ex-Serviços Geológicos de Portugal, permitiram determinar, numa região dos Concelhos de Boticas e Ribeira de Pena, dois tipos de filões aplitopegmatíticos com minerais de lítio associados: aqueles onde predomina a espodumena que afloram mais a Norte, como é o caso de Covas de Barroso em Boticas (Farinha e Lima 2000); e os que contêm petalite que se desenvolvem numa área mais a Sul. Estes trabalhos determinaram a solicitação, pelas empresas exploradoras, de numerosos “Contratos de Prospecção e Pesquisa” para quartzo e feldspato com lítio: no Concelho de Boticas em *Lousas, Boticas, Fraga, Misarela II, Alto dos Cortiços Romainho Sul e Barroso Sul*; nos Concelhos de Boticas/Ribeira de Pena os denominados *Areal, Alijó e Seirós*; e nos Concelhos de Boticas e Cabeceiras de Basto em *Gondiães*.

Das antigas minas com maior actividade salienta-se na região de S. Lourenço e S. Julião de Montenegro (Chaves), a de *Estanheira* com registo de actividade em 1942 (47 000 t de “tout venant”) e também em 1954/1955 (6,5 t de cassiterite), *Estanheira N.º 7* (1,5 t de cassiterite em 1945) e Palheiros N.º 1 (53,3 t de cassiterite em 1944). Na região de Morgade (Montalegre) as de *Corga das Domingas* (com produção em 1943 de 19,1 t de concentrados de cassiterite e activa até 1945) e de *Felgueiras* com produção durante o período da segunda guerra mundial. Na região de Dornelas (Boticas) as de *Melêdo* que entre 1918 e 1928 terá produzido 4,5 t de cassiterite, *Ervedosa* com 22 t de mistos de cassiterite e columbite-tantalite entre 1967-1972, *Lomba do Marco* com 18 t de mistos de cassiterite e columbite-tantalite entre 1963 e 1970, *Lameira de Melcas* com uma produção de 1014 t de mistos de cassiterite e columbite-tantalite, e *Souto da Chã* com 18,2 t de cassiterite entre 1968-1970. Na região de Covas de Barroso (Boticas) a mina *Corga do Souto do José António* produziu 1708 t de cassiterite no período de 1918-1928 e 123 t em 1949. Muitas outras antigas minas tiveram exploração e terão tido eventualmente produções muito mais significativas, mas não há registos fiáveis dessa actividade.

No Concelho de Boticas estão em estudo numerosos filões, em áreas sujeitas a contrato de prospecção e pesquisa, tendo o Instituto Geológico e Mineiro em 1995/1996 realizado uma campanha de sondagens de reconhecimento profundo em três dos filões aflorantes: um situado junto à povoação de Veral (Boticas) e os outros dois nas proximidades de Adagoi e Alijó nos Concelhos de Vila Pouca de Aguiar e Ribeira de Pena. O filão de Veral, considerado por Farinha & Lima (2000) como o menos interessante sob o ponto de vista de reservas, revela teores de Li entre 0,12% e 0,32%, de Na<sub>2</sub>O entre 3,62% e 4,57%, de K<sub>2</sub>O entre 2,17 e 2,84%, de Fe (total) entre 0,73% e 1,10%, de F entre 0,040% e 0,053%, e vestígios de Nb (≤ 73ppm), Ta (≤ 34ppm) e de Sn (< 32 ppm).

#### 2.2.1.2.2. Filões de quartzo

– Com cassiterite ou com cassiterite dominante

Este tipo de filões não é particularmente frequente na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas. A cassiterite ocorre dispersa no quartzo, por vezes concentrada nos encostos, associada a agregados de moscovite. Em geral tem granulometria fina até 4 ou 5 mm, mais raramente pode ter calibres maiores. Normalmente os filões não são muito espessos: os mais frequentes têm espessura inferior a 1 m e não revelam, continuidade em direcção por mais três ou quatro centenas de metros. Por vezes ocorrem associados à cassiterite, entre outros, arsenopirite, pirite, calcopirite, blenda, galena, volframite e berilo. A ganga é predominantemente quartzosa, por vezes com mica branca associada. Os teores de cassiterite não são muito elevados, variando entre os 0,2% e 0,4%.

Das ocorrências deste tipo salientam-se as antigas minas de Sn e W de *Carvalho* em Vilar (Boticas), e as de *Lavradas*, *Monte da Agrova N.º 3* e *Monte das Vargelas* todas em Beça, (Boticas). Nestas minas ocorrem filões e filonetes quartzosos e micáceos com cassi-

terite e volframite, encaixados numa formação metassedimentar de idade silúrica, nas proximidades do contacto com um granito de grão médio, tendência porfiróide, biotítico, sintectónico e depósitos aluvionares também mineralizados. A antiga mina *Carvalho* entre 1937 e 1971 produziu 30,6 t de mistos de cassiterite e volframite, e a de *Monte das Vargelas* 10,3 t de volframite e cassiterite em 1952.

– Com tungsténio ou com tungsténio dominante

Este tipo de mineralizações, por vezes com cassiterite subordinada, ocorre em diferentes contextos geológicos e estruturais: i) espacialmente associadas a granitos biotíticos porfiróides; ii) espacialmente associadas a granitos de duas micas sintectónicos, como por exemplo as mineralizações de Chaves (Anelhe, Vilarelho da Raia, etc.); iii) espacialmente associadas com granitos póstectónicos, como sejam as antigas minas de Borralha, Carris (Cabril-Montalegre), Águas Frias, etc.

Em todos estes casos está-se perante filões de ganga quartzosa com volframite e/ou scheelite, por vezes com cassiterite subordinada, a que se associam alguns sulfuretos metálicos como arsenopirite, pirite, calcopirite, blenda, galena, etc. São de destacar o conjunto de antigas concessões que constituíram o Couto mineiro da Borralha (52 minas, sendo 28 de volfrâmio, 12 de volfrâmio e estanho, 10 de estanho e 2 de volfrâmio, cobre, prata e molibdénio). No domínio deste couto mineiro podem considerar-se as seguintes zonas de afloramento de filões quartzosos: i) Borralha; ii) Cruzinha, Vale de Corças e Chão de Além Rio; iii) Águas-Terças, Quebrada e Além Rio; iv) Cerdeira. O sector de Borralha foi, sem dúvida, o mais explorado por nele estar individualizada a zona mais rica do jazigo. Nos restantes sectores existiram apenas trabalhos à superfície realizados por “apanhistas” (Noronha 1988). A mina da Borralha constituiu uma das minas de tungsténio mais importantes da Europa. Algumas das suas antigas concessões começaram a laborar no início do século XX tendo sido a principal mina Portuguesa de tungsténio, antes de ter entrado em grande produção a mina da Panasqueira (Fundão), há cerca de 100 anos, embora os trabalhos tenham tido maior desenvolvimento somente a partir de 1928.

A mina da Borralha produziu essencialmente concentrados de volframite, scheelite, calcopirite, molibdenite, e algum bismuto e prata a partir de dois tipos de estruturas mineralizadas: um extenso e não completamente reconhecido campo filoniano quartzoso, constituído por filões sub-horizontais e sub-verticais, e o outro compreendendo brechas sub-verticais constituídas por blocos de quartzo, xisto, granito, aplito, cimentados por quartzo (Noronha 1983). Os filões têm em média 0,5 a 1 m de espessura, a ganga é essencialmente de quartzo leitoso e predominam as orientações próximas de E-W. A brecha denominada S<sup>ta</sup> Helena tem à superfície uma forma grosseiramente elíptica, com cerca de 400 m x 80 m e desenvolvimento sub-vertical, enquanto a denominada brecha Venise, mais pequena, tem no nível 60 cerca de 80 m x 30 m. A brecha S<sup>ta</sup> Helena foi alvo de explorações mineiras até

1957, inicialmente em lavra subterrânea, posteriormente lavra a céu aberto, tendo sido explorados cerca de 350 000 m<sup>3</sup> de brecha. A brecha Venise nunca foi alvo de exploração, embora esteja mineralizada em molibdenite (Noronha 1988).

A mina em questão manteve uma produção quase contínua entre 1903 e 1983, data do seu encerramento, tendo paralisado apenas entre 1944 e 1946, e entre 1958 e 1962. Admite-se que terá produzido mais de 18 500 t de volframite e scheelite, e 1712 t de concentrados de calcopirite com cerca de 0,3% de prata.

De acordo com Noronha (1988), uma região mineira em que os recursos estão longe de estar completamente avaliados e onde existiu uma das mais importantes minas do país, é uma região que constitui um Património que urge preservar.

Nas antigas minas de tungsténio *Monforte n.º 1* e *Poulas da Costa dos Lobos* da região de Águas Frias (Chaves) foram explorados filões sub-verticais, de direcção E-W e NW-SE, com espessuras entre 3 e 20 cm, mineralizados em volframite, arsenopirite, pirite, calcopirite, blenda, galena, etc., encaixados em granitos de duas micas tardi a pós-tectónicos, no contacto com granitos pós-tectónicos do maciço de Águas Frias. Na Mina *Poulas da Costa dos Lobos* ocorrem 3 filões quartzosos NW-SE, mineralizados e foram também explorados aluviões. Na antiga mina *Monforte n.º 1* foi explorado um filão quartzoso com cerca de 20 cm de espessura média e direcção E-W.

Na região de Santo António de Monforte (Chaves) ocorrem as antigas minas *Tamboril* e *Dependurada*, encaixadas no granito de duas micas sintectónico (granito de Chaves), nas proximidades do contacto com o granito póstectónico (maciço de Águas Frias). Além de depósitos aluvionares, mineralizados em volfrâmio, foram explorados na mina *Tamboril* filões quartzosos E-W, sub-verticais, com possanças entre 3 e 12 cm.

Na região de Vilarelho da Raia (Chaves) e Vilar de Perdizes (Montalegre), nas antigas minas *Alto dos Areais* e *Lamago*, foram explorados aluviões e filões inclinados, quartzosos, mineralizados em volframite e sulfuretos (arsenopirite, pirite, calcopirite, blenda, galena, etc.). Os filões têm direcção NW-SE na mina *Alto dos Areais* e E-W na mina *Lamago*, 30 a 50 cm de espessura e estão encaixados em granitos de duas micas, sintectónicos, que constituem o maciço de Chaves. Na antiga mina *Alto dos Areais* em Vilarelho da Raia os trabalhos mineiros tiveram grande desenvolvimento tendo-se produzido em 1936 1,9 t de volframite, em 1937 cerca de 4 t, e entre 1940 e 1945 31,4 t.

Na região de Anelhe (Chaves) nas antigas minas *Campinas*, *Campina N.º 1*, *Souto Velho N.º 3*, *Campina N.º 2*, e *Mina de Anelhe* ocorre, além de aluviões mineralizados, volframite em filões quartzosos com 20 a 25 cm de espessura, de direcção NE-SW, NW-SE, E-W. A mineralogia compreende quartzo, volframite, arsenopirite, pirite, calcopirite, moscovite, etc. Os filões estão encaixados nos xistos silúricos da formação Pelito-grauvácua, junto ao contacto com o granito póst-tectónico que constitui o maciço de Vila Pouca de Aguiar. A produção de 2,2 t de volframite registada em *Campinas* proveio essencialmente da exploração dos aluviões.

Na região NW do Concelho de Montalegre na freguesia de Cabril ocorrem as antigas minas dos Carris, formadas pelas concessões *Salto do Lobo*, *Corga das Negras N.º 1*, *Lama-longa N.º 1* e *Castanheiros*, a mina *Borrageiros*, e a mina *Cadeiró*. Os trabalhos de reconhecimento e exploração tiveram algum desenvolvimento na antiga mina Salto do Lobo. Aqui foram explorados três sistemas de filões e filonetes de direcção N-S, sub-verticais, com espessura variável desde alguns centímetros a cerca de 50 cm. Os trabalhos permitiram o reconhecimento e exploração dos filões mineralizados por cerca de 500 m de extensão e 155 m de profundidade, com 7 pisos espaçados de 25 m. Os filões têm ganga predominantemente quartzosa, com feldspato disperso, por vezes concentrado nos encostos juntamente com moscovite. A mineralização é predominantemente volframítica com scheelite associada (cerca de 15% da volframite), molibdenite, cassiterite, calcopirite, pirite, arsenopirite, bismuto nativo e sulfossais de prata. Nos “ore shoots” os teores atingiam 4 kg a 5 kg/t de  $WO_3$ , 0,5 kg/t de Mo e 0,2 kg/t de Sn. Os filões estão encaixados no granito de granulado médio a grosseiro, porfiróide, postectónico, que constitui o maciço do Gerês. Paralelamente aos filões de quartzo ocorrem também filões de aplitopegmatito mineralizados em cassiterite. Até 1959 a antiga mina *Salto do Lobo* produziu 614 t de concentrados de volframite, 6,4 t de concentrados de scheelite, e 46,4 t de concentrados de molibdenite. Entre 1967 e 1978 produziu 137 t de concentrados de tungsténio, 9 t de concentrados de molibdénio e 2 t de concentrados de Sn. Nas antigas minas de *Borrageiro*, *Castanheiro* e *Cadeiró* ocorrem filões e filonetes quartzosos com direcções N40°W, N70°E e NW-SE, além de filões e filonetes N-S.

– Com mineralizações de Au e Au/Ag

A exploração de mineralizações primárias e secundárias de ouro na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas terá começado em tempos pré-romanos. De facto, era conhecido, desde tempos remotos, que o NW da Península Ibérica era rico em recursos auro-argentíferos. Alguns historiadores antigos referem a existência de ouro na Lusitânia, o que é confirmado pela presença de numerosos achados de objectos fabricados com esses metais. As aluviões auríferas dos rios Minho e Douro eram descritas por Estrabão (Domergue 1970). A mineração dos recursos em metais nobres sofreu um incremento notável durante o período da ocupação romana da Península Ibérica com a detecção e exploração de muitas dezenas de ocorrências dispersas por todo o território que hoje corresponde a Portugal. De facto, do Minho ao Alentejo numerosas ocorrências foram objecto de trabalhos de mineração, a maior parte para ouro e prata (Nunes 1983). Vestígios de lavra muito antiga na sua maior parte Romana existem nos rios Mondego, Ceira e Alva, no Tejo e seus principais afluentes Erges, Aravil, Ponsul, Ocreza e Zêzere. Um dos trabalhos Romanos de maior desenvolvimento ainda hoje está patente em Três Minas (Vila Pouca de Aguiar), podendo observar-se duas cortas de grandes dimensões (com cerca de 300 m x 100 x 100 m) e uma terceira mais pequena, que atestam o desmonte de mais de 20 milhões de toneladas de rochas (Mackay 1957), e onde terão trabalhado mais de 2000 mineiros

durante cerca de 400 anos (Harrison 1931). Os Romanos foram no seu tempo verdadeiros mestres nas artes da engenharia e da mineração imprimindo notáveis inovações aos métodos e técnicas utilizados por povos anteriores.

No que diz respeito às mineralizações primárias de ouro e prata, são predominantemente do tipo filoniano com ganga quartzosa ou com quartzo associado com aplitopegmatito. A distribuição espacial das mineralizações não é, no entanto, aleatória, sendo nítida a sua associação com grandes fracturas de cisalhamento dúctil (Sin-D3) como as de Peneda-Borralha-Gralheira, Cerdeira-Gralheira-Três Minas, e outros alinhamentos N20°E. Também em alinhamentos subparalelos às grandes fracturas Régua-Verin e Bragança-Vilariça afloram diversas ocorrências de ouro primário, nomeadamente, no primeiro caso, Jales, Gralheira, Três Minas, Vale de Campo, Carvela e no segundo caso França (Bragança) e Freixedas (Mirandela). Quanto à génese das mineralizações auríferas primárias do Norte de Portugal a maioria dos autores relacionam-nas com os processos de cristalização dos magmas graníticos, para alguns com os granitos de duas micas sintectónicos (Brink 1960), para outros com os granitos postectónicos (Schermerhorn 1981), enquanto outros defendem que os granitos terão sido fontes de calor que fizeram funcionar circuitos convectivos de fluidos que lixiviam os metais de mineralizações preexistentes, os transportaram e os depositaram (Noronha *et alii* 2000).

Na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas salientam-se entre outras as antigas explorações de Carvela, Poço das Freitas e Outeiro Machado.

A mineralização aurífera de Poço das Freitas ocorre em filonetes de ganga quartzosa com sulfuretos, em especial arsenopirite. O ouro ocorre no seio da arsenopirite ou nos arsenietos resultantes da alteração deste mineral. A mineralização está encaixada no granito de duas micas, granulado médio, sintectónico relativamente a D3, conhecido como granito de Chaves. Esta antiga mina localiza-se nas proximidades da importante fractura NE-SW, tardi-Hercínica, preenchida por um importante filão quartzoso brechificado que, com pequenas interrupções, segue desde a região de Vilela Seca a cerca de 10 km a NE de Chaves até à região de Pinho (Boticas), por mais de 28 km. Esta importante fractura aflora a cerca de 6 km a Oeste da grande fractura Régua-Verin e, tal como esta, apresenta exsurgências de águas termais em Vilarelho da Raia. A relação da maior parte das mineralizações de ouro e prata em Portugal com fracturas profundas da crosta, onde se terá verificado a circulação e solidificação de fluidos mineralizados por largos períodos de tempo, tal como afirmam Noronha & Ramos (1993), parece também aqui constatar-se. No ano de 1959 e 1960 o Serviço de Fomento Mineiro realizou trabalhos de reconhecimento no Poço das Freitas que constaram na abertura de 23 sanjas dentro da corta Romana, tendo sido desentulhadas antigas galerias, removidas terras e colhidas 111 amostras para análise. Admitem-se 500 000 t de minério aurífero com baixo teor.

Na região de Carvela (Vilar Nantes-Chaves) é conhecida uma ocorrência de ouro que teve mineração romana. Esta antiga mina está encaixada no contacto do granito de duas

micas, granulado médio, sintectónico relativamente a D3, com os xistos do silúrico inferior, Formação Pelito-grauváquica a cerca de 2 km para Este do bordo oriental da falha Régua-Verin. A mineralização ocorre em filões e filonetes de ganga quartzosa com sulfuretos de arsenopirite, pirite, galena, blenda, etc. O ouro nativo e alguns sulfossais de prata como a “Ourayite/Schapbaquite” ocorrem predominantemente no seio da arsenopirite. O Serviço de Fomento Mineiro realizou aqui trabalhos de pesquisa mineira, com abertura duma galeria travessa em Fontela, próximo da povoação de Tremundes e um poço de cerca de 17 m. O poço foi aberto no lugar de Corga (Carvela) em granito, aparecendo um filão de quartzo com aplito associado. O poço seguiu o filão de quartzo impregnado com arsenopirite. Foram colhidas amostras no filão e rocha encaixante. Os teores de ouro variaram de vestígios até 11 g/t e os de prata de 0 g/t a 6,2 g/t. Os trabalhos realizados levaram a admitir a existência de cerca de 250 000 t de minério com um teor médio de 0,5 g/t.

### 2.2.2. Mineralizações não metálicas

É costume considerar separadamente no que diz respeito aos recursos minerais não metálicos, relacionados com processos endógenos, aqueles que são do “Domínio Público do Estado” e, tal como os minérios metálicos, são consideradas substâncias concessíveis, como quartzo, feldspato, barite, talco, amianto, etc., e os recursos geotérmicos, dos recursos que não se integram no “Domínio Público do Estado” que incluem as substâncias não concessíveis, como as pedreiras de rochas industriais e ornamentais, barreiros, saibreiras, areiros, etc.

#### 2.2.2.1. Recursos minerais concessíveis

##### 2.2.2.1.1. Quartzo e feldspato

Enquanto o quartzo pode ocorrer e ser explorado em dois tipos de jazigos, pegmatíticos e hidrotermais, o feldspato é explorado nos jazigos pegmatíticos e aplitopegmatíticos.

##### – Jazigos pegmatíticos

A maior parte destes jazigos, de maiores dimensões, mineralizados em quartzo e feldspato, por vezes com moscovite, berilo, etc., associam-se directamente (quer no interior quer na zona de bordadura), com os granitos predominantemente biotíticos, de granulado grosseiro, porfiróides, sin a tarditectónicos relativamente a D3. Estes granitos afloram fora da área dos Concelhos sob consideração, nas regiões Celorico de Basto, Cabeceiras de Basto e Vieira do Minho. Estes jazigos são genericamente designados por pegmatitos cerâmicos, por produzirem essencialmente quartzo e feldspato para a indústria da cerâmica e do vidro, e ocorrem mais frequentemente na área destes Concelhos (e noutras regiões). Alguns pegmatitos associam-se, por vezes, com outros tipos de granitos, nomeadamente com os granitos de duas micas, sin e tarditectónicos relativamente a D3, mas constituem, em geral, ocorrências de dimensões mais reduzidas que os anteriormente citados. Merecem no

entanto referência os pegmatitos no *Alto das Forçadas N.º 2* (Serra das Alturas), *Alto da Corneta*, *Monte da Alvorada* (Montalegre), *Cruz do Morto* (Sezelhe-Montalegre). Estes constituem estruturas lenticulares alongadas que não ultrapassam uma ou duas centenas de metros de comprimento, mas, em especial os dois últimos, evidenciam ainda algumas reservas. Em qualquer destes casos o quartzo é o mineral predominante nestas ocorrências. No *Alto das Forçadas N.º 2* há uma massa pegmatítica de forma elíptica, com eixo maior orientado na direcção N-S que aflora por cerca de 50 m. Contém principalmente quartzo, alguma ortoclase rosada e algum berilo. Na antiga mina *Alto da Corneta* a formação pegmatítica que tem alguma extensão está encaixada no granito de duas micas, sintectónico relativamente a D3 da Serra da Cabreira. Na área da antiga mina *Monte da Alvorada* (Salto-Montalegre) existe um filão pegmatítico com cerca de 300 m de comprimento e 8 m de espessura, de direcção N30°E, vertical, que forma o dorso do Monte Alvorada. Está algo brechificado e é cortado por um filão de quartzo brechóide. Esta jazida produziu no passado também columbite-tantalite e berilo. Foi explorado a céu aberto em duas cortas.

#### – Jazigos aplitopegmatíticos

Tal como foi dito atrás são particularmente abundantes nas regiões de Bessa, Carvalhelhos, Cerdedo, Covas do Barroso e Fiães do Tâmega, tendo muitos deles sido explorados como minas de estanho, nióbio e tântalo, apesar de revelarem, em geral, baixos teores nesses metais. Alguns destes filões e massas, por vezes com reservas elevadas, continuam a ter interesse económico, não como fonte de estanho, nióbio e tântalo, mas de materiais quartzo-feldspáticos com Li (espodumena e petalite), que têm grande utilização na indústria cerâmica. Neste momento existe uma concessão activa C-100 – *Mina do Barroso* em Covas do Barroso, embora de momento paralisada, mas há, como já foi indicado atrás, numerosos pedidos de áreas para prospecção e pesquisa de materiais cerâmicos, onde ocorrem os filões e massas de maior desenvolvimento e de mais fácil exploração a céu aberto.

#### 2.2.2.1.2. Quartzo

O quartzo tem sido, também, explorado em filões, quer de estrutura maciça, quer de estrutura brechificada. Os filões de estrutura maciça têm, em geral, dimensões limitadas, não só em extensão como em espessura, mas possuem, na maior parte das vezes, quartzo de boa qualidade. Ocorrem, em geral, na bordadura (no exo e endo contacto), ou na cúpula dos maciços graníticos.

Os filões brechóides apresentam frequentemente dimensões notáveis, constituindo alinhamentos de lenticulas com estrutura em rosário e preenchem fracturas tardi-hercínicas e alpinas, frequentemente orientadas nas direcções NNE-SSW e NE-SW. Apresentam estrutura brechificada com calhaus angulosos de quartzo, fragmentos de granito ou xisto, cimentados por uma ou várias gerações de quartzo tardio. Daí que, em geral, a qualidade

do quartzo seja muitas vezes fraca, com baixos teores de  $\text{SiO}_2$  e elevados teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e outros óxidos. Apesar disso foram explorados em muitos locais quer como fonte de inertes (“tout venant” e britas), quer de quartzo para a indústria cerâmica, para cargas e, no passado, para as indústrias de ferro silício e silício metal. Salienta-se de todos os filões brechóides aflorantes na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas o filão NNE-SSW com mais de 28 km de extensão que ocorre a cerca de 5 km Oeste de Chaves entre a fronteira de Espanha e a região de Fiães do Tâmega. Este filão forma numerosas lenticulas, algumas das quais, têm várias dezenas de metros de espessura que foram no passado parcialmente exploradas. Como exemplo temos as ocorrências de *Costa N.º 1*, *Condado N.º 1*, *Alto Queimado*, *Serra da Olga*, *Serra da Ribeira*, *Serra do Ferro*, *Alto da Navalheira*, *Seixo Branco N.º 3*. As do *Seixo N.º 2*, *Outeiro Alto N.º 1* e *Pedra Longa N.º 1*, que incidem noutro filão paralelo ao anterior que aflora a cerca de 2 km para Leste. Na Serra das Alturas estão referenciadas várias ocorrências de quartzo, das quais se salientam *Carvalho Moura N.º 1*, *Outeiro Tinhoso N.º 1*, *Nuco da Velha N.º 1*, e *Serra de Sepeda N.º 1*, encaixadas no granito de duas micas e granulado médio, sintectónico relativamente a D3, da região de Chaves. Na de *Carvalho Moura N.º 1* a formação quartzosa desenvolve-se em vários locais de forma mal definida, na de *Outeiro Tinhoso N.º 1* o filão quartzoso estende-se por cerca de 100 m, na de *Nuco da Velha N.º 1* o filão tem direcção NE-SW e na *Serra de Sepeda N.º 1* ocorre um filão com direcção NW-SE com 2 m de possança. Na região de Bobadela e Sapelos estão referenciadas várias ocorrências, como por exemplo *Barroca N.º 2*, *Muro N.º 4*, *Sr.ª do Monte*, onde os filões de quartzo brechóide com direcção NNE-SSW apresentam uma extensão de cerca de uma centena de metros. Na região de Redondelo são conhecidas as de *Seixo N.º 2*, *Outeiro Alto N.º 1* e *Pedra Longa N.º 1*; incidem em três lenticulas, que não ultrapassam 200 m de comprimento, de um filão de quartzo brechóide com direcção NNE-SSW. De todas elas a mais explorada (*Seixo Branco N.º 3*) fica situada na região de Pinho (Boticas) no extremo SW do grande filão de quartzo que ocorre a Oeste de Chaves. Forma aqui uma importante lenticula quartzosa com direcção N40°E sub-vertical, com cerca de 300 m de extensão e possança que varia de 3 m a 80 m. Em 1974 e 1975 apresentou uma produção de cerca de 10 000 t, tendo sido calculadas reservas de cerca de 350 000 t.

### 2.2.2.2. Recursos minerais não concessíveis

#### *Granito*

A exploração de pedra granítica constitui uma tradição, em particular nas áreas onde este tipo de rochas aflora. De facto, desde tempos imemoriais, a pedra granítica tem sido utilizada no nosso país como material de construção importante, atendendo à sua resistência, durabilidade e trabalhabilidade, mesmo quando sujeita às condições mais adversas.

Nos últimos anos verificou-se um incremento significativo de procura de rocha natural com finalidade industrial e ornamental. O desenvolvimento das técnicas de arranque e

tratamento da pedra, embaratecendo e melhorando o acabamento dos produtos, determinaram uma maior procura destes materiais para construção civil e obras públicas. Isto levou os industriais a procurarem diferentes tipos de rocha com características que permitam a sua utilização como pedra na ornamentação de edifícios, pavimentos escultura, etc., e também como inertes (britas, gravilhas, areia, pó de pedra, “tout venant”) na construção civil.

#### 2.2.2.2.1. *Granitos industriais*

O granito constitui uma das pedras de utilização preferencial na indústria da construção civil. Em princípio qualquer que seja o seu tipo, desde que não esteja excepcionalmente alterado, pode permitir a produção de inertes, embora os produtos de melhor qualidade que satisfazem as especificações técnicas mais exigentes (coeficiente de desgaste, índice de lamelação, alongamento e absorção de água) requeiram em geral, quando possível, os granitos de granulado médio a fino, homogêneos, não foliados e particularmente sãos.

Na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre, Boticas, têm sido utilizados para produção de britas os seguintes tipos de granitóides:

– Granitos de duas micas, sintectónicos relativamente a D3: Maciço de Chaves-Montalegre. Estão referenciadas pedreiras, agora inactivas, na região de Vila Verde da Raia que faziam lavagem e britagem de areias e uma, em Vilar de Perdizes, que produzia pedra amarela. No maciço da barragem de Pisões (Montalegre) está em exploração um granito de grão grosseiro, duas micas, esbranquiçado, com produção de britas, gravilha, areia e pó de pedra.

– Granitóides biotíticos, hercínicos com plagioclase cálcica: 1) – Granitóides ante a sin-tectónicos relativamente a D3 – Maciço de Vila da Ponte (Boticas); trata-se de um granito de grão médio a fino, com tendência porfiróide, de duas micas, mas predominantemente biotítico. Neste maciço está instalada uma pedreira que produz britas, gravilha, pó de pedra, “tout venant”. 2) – Granitóides pós-tectónicos relativamente a D3 – no maciço de S<sup>to</sup> Estêvão – Águas Frias (Chaves) é explorado um granito biotítico, de granulado grosseiro a médio, porfiróide. Estão activas duas pedreiras que produzem inertes (britas, gravilhas e areão) e duas que produzem saibro para obtenção de areias. No maciço do Gerês na região de Ponteira (Paradela) explora-se um granito de grão médio a grosseiro, porfiróide, biotítico, de cor cinzenta azulada. Produz-se brita e areia.

#### 2.2.2.2.2. *Granitos ornamentais*

Na área dos Concelhos de Chaves, Montalegre e Boticas estão em funcionamento diversas pedreiras para produção de pedra ornamental. A utilização do granito em ornamentação compreende, desde os mais humildes elementos de calçada e guias de passeio a diversos tipos de alvenarias e cantarias, aos mais elaborados elementos arquitectónicos e

ornamentais implantados em residências, grandes edifícios urbanos, esculturas e outras obras (Moura *et alii* 2000). Neste contexto citam-se:

– Granitos sin-tectónicos relativamente a D3: Maciço de Chaves-Montalegre. Na região de Meixide é explorado um granito cinzento amarelado de grão médio, de duas micas, com encraves micáceos, foliado, para produção de blocos para serrar; o maciço tem fracturação favorável e reservas evidentes. Na região da Serra do Larouco (Montalegre) estão referenciadas duas pedreiras com produção esporádica de blocos de granito amarelo para serrar e para calçada, que a Câmara Municipal de Montalegre utiliza nas suas obras; explora-se um granito de duas micas, de grão médio, amarelado. Na região de Boticas estão referenciadas pedreiras onde se explora um granito de duas micas de grão médio a grosseiro, de cor amarela esbranquiçada, com produção de blocos para serração, perpianho, colunas, lancis, etc.; existe uma fábrica de transformação adjacente à pedreira.

– Granitos tardi a pós-tectónicos relativamente a D3 – Granito de grão médio a grosseiro porfiróide de duas micas: Maciço de Morgade (Alturas de Barroso-Boticas). Neste maciço há explorações na região de Morgade onde se produz um granito de duas micas, granulado grosseiro a médio de cor amarelada para obtenção de bloco ornamental, cantaria e perpianho. Na região de Cerdedo (Boticas) estão referenciadas pedreiras num maciço de granito de duas micas grão grosseiro de cor amarelada com produção de blocos para serrar.

– Granitóides pós-tectónicos: Maciço de St.º Estêvão-Águas Frias. Nesta região é explorado um granito de grão grosseiro, biotítico, porfiróide, de cor cinzenta azulada escura. Produz bloco ornamental e cubos. Tem sido feito algum aproveitamento da escombreira para produção de brita. Está comercializado com a designação “Azul Cristal Transmontano” e tem a referência RI-GR-E-008 no Catálogo das Rochas Ornamentais Portuguesas. As principais características físico-mecânicas deste granito são as seguintes: resistência mecânica à compressão 1910 kg/cm<sup>2</sup>; resistência mecânica à compressão após teste de gelividade 1630 kg/cm<sup>2</sup>; resistência mecânica à flexão 120 kg/cm<sup>2</sup>; massa volúmica aparente 2624 kg/m<sup>3</sup>; absorção de água à P.At.N. 0,23%; porosidade aberta 0,60%; coeficiente de dilatação térmica linear 7,3x10<sup>-6</sup> per°C; resistência ao desgaste 0,3 mm; resistência ao choque, altura mínima de queda 45-50 cm. Este tipo de granito é recomendado para utilização em interiores e exteriores.

## 2.3. Recursos hidrominerais

### *Águas minerais naturais*

Uma boa parte do património hidrológico português situa-se em Trás-os-Montes, onde as rochas graníticas e xistentas encaixantes são cortadas por fracturas importantes e profundas NNE-SSW, como as da Régua-Verin e da Vilariça e fracturas NE-SW. Em rela-

ção espacial com aquelas fracturas ocorrem exurgências de águas que se incluem nos grupos de águas gaso-carbónicas e bicarbonatadas sódicas. Águas sulfúreas ocorrem nas zonas de contacto granito-xisto em fracturas secundárias.

Nos Concelhos de Chaves, Montalegre, Boticas brotam águas gaso-carbónicas nas termas de Chaves, aproveitadas predominantemente na vertente termalismo, Vidago utilizada essencialmente na vertente engarrafamento, Carvalhelhos, bicarbonatada sódica, fluoretada, aproveitada nas duas vertentes engarrafamento e termalismo e Vilarelho da Raia e Sandim gaso-carbónicas, com processo de licenciamento em curso. Trata-se de águas de circulação profunda na crosta que permitem reacções prolongadas de interacção água-rocha e a incorporação de fluidos voláteis, de origem hidrotermal. As nascentes de Chaves e Vidago estão directamente relacionadas com a grande fractura Régua-Verin e a de Vilarelho da Raia com uma fractura paralela a esta que aflora um pouco a Ocidente. A nascente de Sendim está espacialmente relacionada com uma falha NNE-SSW que se desenvolve nas proximidades de Vilar Seco e a nascente de Carvalhelhos localiza-se no contacto do granito de duas micas e granulado grosseiro, tardi a pós-tectónico e a formação Pelito-grauváquica do silúrico, nas proximidades de uma fractura importante de direcção NW-SE.

Carvalho *et alii* (2006) afirmam, com base em resultados da composição química e isotópica, que as águas de Vilarelho da Raia e de Chaves constituem dois sistemas hidrológicos distintos: i) um sistema de águas frias que circulam através das sequências sedimentares do “graben” de Chaves; ii) um sistema de águas termais de circulação mais profunda com ascensão associada ao cruzamento de falhas de direcção N70°E e NNE-SSW, ao contrário do que afirmam Marques *et alii* (1997), que consideram o sistema de Vilarelho da Raia como uma ramificação das águas de Chaves, manifestando-se à superfície como águas frias, em virtude de um percurso ascensional mais longo e demorado.

## 2.4. Recursos geotérmicos

A inexistência de actividade magmática recente em Portugal continental reduz os fenómenos geotérmicos ao campo das baixas entalpias, ao contrário do que sucede nos Açores, onde há potencialidades importantes no campo das altas entalpias. Nestas condições a actividade geotérmica depende de dois factores fundamentais: i) ocorrência de áreas de gradiente geotérmico levemente acima do normal; ii) existência de zonas com permeabilidade suficiente para permitir a circulação de água (Ribeiro & Almeida 1981). Segundo estes autores as nascentes termais do soco hercínico situam-se em áreas onde afloram rochas magmáticas em grandes blocos que sofreram levantamento no Quaternário. O factor que controla decisivamente as reservas de um sistema geotérmico é a temperatura do reservatório que pode ser estimada a partir de termómetros geoquímicos, algo falíveis. Segundo Johnston (1980) para o efeito de produção de energia em áreas

situadas na proximidade imediata dos presumíveis jazigos exigem-se temperaturas superiores a 130°C, as quais não deverão ser atingidas nos reservatórios existentes em Portugal continental, com possível excepção de Chaves, que segundo alguns autores (Johnston 1980; Almeida 1980) ultrapassará os 120°C. No entanto, o aproveitamento deste sistema geotérmico necessita ainda da realização de muitos estudos que possam confirmar as potencialidades existentes.

## BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. M. (1980) – *Termómetros hidrogeotérmicos aplicados a Águas de Portugal*. Relatório Interno dos S. G. P.
- BRINK, A. H. (1960) – *Petrology and geology of the Vila Real-Sabrosa-V. P. Aguiar region northern Portugal*. Com. Serv. Geo. Portugal T. 43.
- CARVALHO, M. R.; CARREIRA, P. M.; MARQUES, J. M.; CAPASSO, G.; GRASSA, F.; ANTUNES, A. S.; MATIAS, M. J. (2006) – Isótopos de carbono e hélio nos gases dos sistemas hidrotermais gasocarbónicos associados ao acidente tectónico Régua-Verin. In *Actas VII Congresso Nacional de Geologia*. p. 533-536.
- DOMERGUE, C. (1970) – Les explotations aurifères du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique sous l’occupation romaine. In *Mineria Hispana e Iberoamericana*. vol. 1. p. 151-193.
- FARINHA, J. A. L. B.; LIMA, A. M. C. (2000) – Estudo dos filões aplitopegmatíticos litiníferos da região Barroso Alvão (Norte de Portugal). *Estudos Notas e Trabalhos Instituto Geológico e Mineiro*. Tomo 42. 3-49.
- HARRISON, F. A. (1931) – Ancient mining activities in Portugal. *Min. Mag.* 14.
- JOHNSTON, D. (1980) – *Geothermal Resources in Portugal and Azores*. U.S. Geol. Survey, Menlo Park.
- MACKAY, R. A. (1957) – *Report on Três Minas*. Relatório Inédito.
- MARQUES, J. M.; BARROS, L. A.; GRAÇA, R. C.; MATIAS, M. J.; BASTO, M. J. (1997) – Sobre a caracterização mineralo-petrográfica e isotópica ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  e D/H) de testemunhos de sondagem de pesquisa de águas mineralizadas: o caso de Vilarelho da Raia. In *Actas X Semana Geoquímica / IV Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*. p. 567-570.
- MOURA, A.-C. et alii (2000) – *Granitos e rochas similares de Portugal*. Edição do I. G. M., 179 págs.
- NORONHA, F. (1976) – Níveis com scheelite na área tungstífera da Borralha. Sua importância metalogenética. In *IV Reunião sobre a Geologia do Noroeste Peninsular*.
- \_ (1988) – Mineralizações. *Geonovas*. vol. 10. p. 37-54.
- NORONHA, F.; RAMOS, J. M. F. (1993) – Mineralizações auríferas primárias no norte de Portugal. Algumas reflexões. *Cuaderno Lab. Xeológico de Laxe*. vol. 18. 133-146.
- NORONHA, F.; CATHELINÉAU, M.; BOIRON, M. C.; BANKS, D. A.; DÓRIA, A.; RIBEIRO, M. A.; NOGUEIRA, P.; GUEDES, A. (2000) – A three-stage fluid flow model for Variscan gold metallogenesis in northern Portugal. *J. Geochem. Expl.* vol. 71. 209-224.
- NUNES, A. F. (1983) – A geologia económica e a Indústria Mineira através dos tempos. *Geonovas*. N.º 5. 67-114.
- RIBEIRO, A.; ALMEIDA, F. M. (1981) – Geotermia de baixa entalpia em Portugal continental. *Geonovas*. vol. I. N.º 2. 60-71.
- SCHERMERHORN, L. J. C. (1981) – Framework and evolution of hercynian mineralization in the Iberian Meseta. *Leids Geol. Med.* 52(1). 23-56.

