

Referência Bibliográfica:

Carvalho, J. e Henriques, P., 2006. *Geologia in Mármore e Calcários Ornamentais de Portugal* (ed. A. Casal Moura), INETI, Gestão de Artes Gráficas, SA., pp. 21-34. ISBN 978-972-676-204-1.

## **Capítulo 2**

### **GEOLOGIA**

*Jorge Carvalho e Paulo Henriques*

## 2.1 Introdução

Portugal, na sua área continental, é formado por três grandes unidades geológicas: o Maciço Antigo, as Orlas Meso-Cenozóicas e as Bacias do Tejo e do Sado.

No esboço geológico de Portugal continental apresentado na Figura 2.1, as formações geológicas são escalonadas, de modo simplificado, quanto à sua idade relativa.

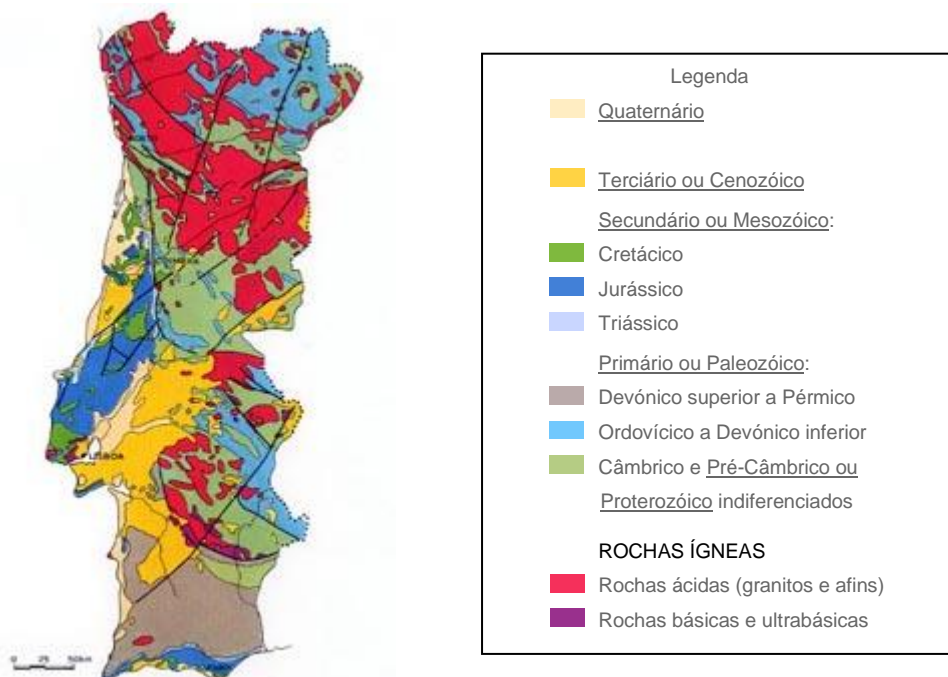


Figura 2.1 - Esboço geológico de Portugal continental  
Escala aproximada de 1/8 000 000. SGP (Ed.)

O Maciço Antigo ocupa cerca de dois terços do território e corresponde a parte de um antigo soco que compreende, essencialmente, séries predominantemente xistentas Pré-Câmbricas e Paleozóicas, estas de idades compreendidas entre o Câmbrico e o Pérmico e em algumas das quais se geraram massas de mármore. Encontra-se localmente coberto por depósitos detríticos discordantes de idade Terciária (ou Cenozóica) e Quaternária, cuja espessura não ultrapassa os 200-300 metros.

As séries xistentas do Maciço Antigo foram intruídas, durante fases de intenso magmatismo relacionadas com as orogenias hercínica e alpina, por massas de rochas ígneas de natureza diversa, predominando os granitos.

As Orlas sedimentares Meso-Cenozóicas formaram-se, a partir do Pérmico, nas margens continentais a Oeste e a Sul da Península Ibérica, estando relacionadas com os fenómenos tectónicos distensivos que deram lugar à abertura do Oceano Atlântico. Incluem os Períodos Triássico, Jurássico e Cretácico da Era Mesozóica, durante a qual, com relevo para o Jurássico, teve lugar a formação de espessas séries de calcários. Durante o Terciário (ou Cenozóico) a sedimentação foi essencialmente de natureza arenosa e argilosa. Destacam-se as Bacias do Tejo e do Sado que resultaram da instalação de dois importantes golfos subdividindo a Orla Meso-Cenozóica Ocidental durante o Terciário. Funcionaram como zonas de subsidência onde se depositaram espessas sequências de sedimentos de natureza detrítica, com um máximo de 1400 m na

Bacia do Tejo. Aí predominam níveis arenosos, mais ou menos grosseiros, com intercalações conglomeráticas e argilosas, e calcários lacustres.

## 2.2 GEOLOGIA DAS ÁREAS PRODUTORAS

Calcários e mármore são rochas semelhantes do ponto de vista químico-mineralógico, tendo como constituinte principal o mineral calcite (carbonato de cálcio). Como resultado de processos genéticos diferenciados, estas rochas distinguem-se pelos seus aspectos texturais que se repercutem em características estéticas e tecnológicas bem diferentes.

Os calcários são rochas de origem sedimentar, cuja formação está relacionada com processos de precipitação química e/ou bioquímica sob condições de pressão e temperatura idênticas ou pouco diferentes das que actualmente ocorrem em alguns pontos da superfície da Terra. Neles é comum a ocorrência de fósseis e de estruturas sedimentares diversas, reflectindo as condições ambientais que presidiram à sua formação e que podem constituir atributos estéticos importantes, em particular no que respeita a laminações sedimentares.

Os mármore derivam dos calcários por metamorfismo. A sujeição de rochas calcárias, por efeito de processos tectónicos, a condições de elevada pressão e temperatura que normalmente ocorrem a grandes profundidades no interior da crosta terrestre, conduz a uma completa recristalização dos carbonatos, aparecimento de minerais de neoformação e obliteração das estruturas primitivas. Assim, os mármore são também constituídos essencialmente por cristais de calcite, mas neoformados. Dependendo da natureza dos calcários que lhes deram origem e das condições de metamorfismo, os mármore podem ocorrer com as mais diferentes variedades em função da granularidade ou tamanho dos grãos constituintes, em função da maior ou menor orientação preferencial desses grãos e em função da sua mineralogia, a qual é reflexo da maior ou menor pureza dos calcários originais. Este último aspecto é um dos principais factores condicionadores da grande variedade de cores que os mármore podem ostentar.

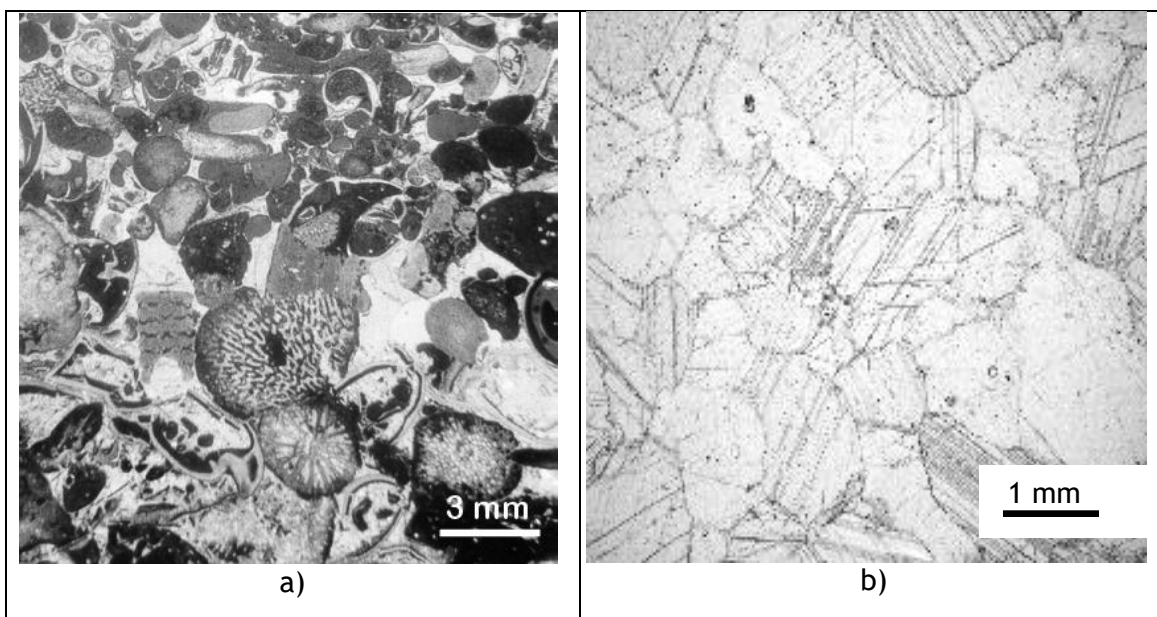


Figura 2.2 - Microfotografias das variedades a) calcário ornamental (Moca Creme) e b) mármore ornamental (Branco corrente de Estremoz), sendo notáveis as diferenças entre ambos embora se trate de rochas de composição química e mineralógica semelhante.

### 2.2.1 Mármore

Em Portugal podemos encontrar mármore principalmente no Maciço Antigo da região alentejana, integrados em terrenos da Zona de Ossa-Morena (LOTZE, 1945), nomeadamente no Sector de Estremoz – Barrancos e no Sector Montemor – Ficalho (OLIVEIRA *et al.*, 1991) (Figura 2.3). Apesar destes mármore evidenciarem maior expressão no Anticlinal de Estremoz (Sector de Estremoz – Barrancos), ocorrem também em diversas outras estruturas dos sectores Montemor – Ficalho e Maciço de Beja, nomeadamente Ficalho – Moura, Viana do Alentejo – Alvito, Escoural, Serpa, e Trigaches.

Neste três sectores, os mármore ocorrem integrados em Complexos Vulcano-Sedimentares (respectivamente de Estremoz e de Ficalho – Moura) que, apesar das diferenças de local para local, apresentam uma sequência litoestratigráfica similar, sendo essencialmente constituídos por mármore, xistos e intercalações de rochas vulcânicas. A sua datação tem sido alvo de controvérsia, principalmente devido à escassez de dados de natureza bioestratigráfica e geocronológica. No que respeita aos aflorantes no anticlinal de Estremoz, os mais bem conhecidos devido à sua importância económica, têm sido consideradas datações desde o Câmbrio inferior (CARVALHO *et al.*, 1971) até, mais recentemente e segundo SARMIENTO *et al.*, 2000, Silúrico (superior?) – Devónico.

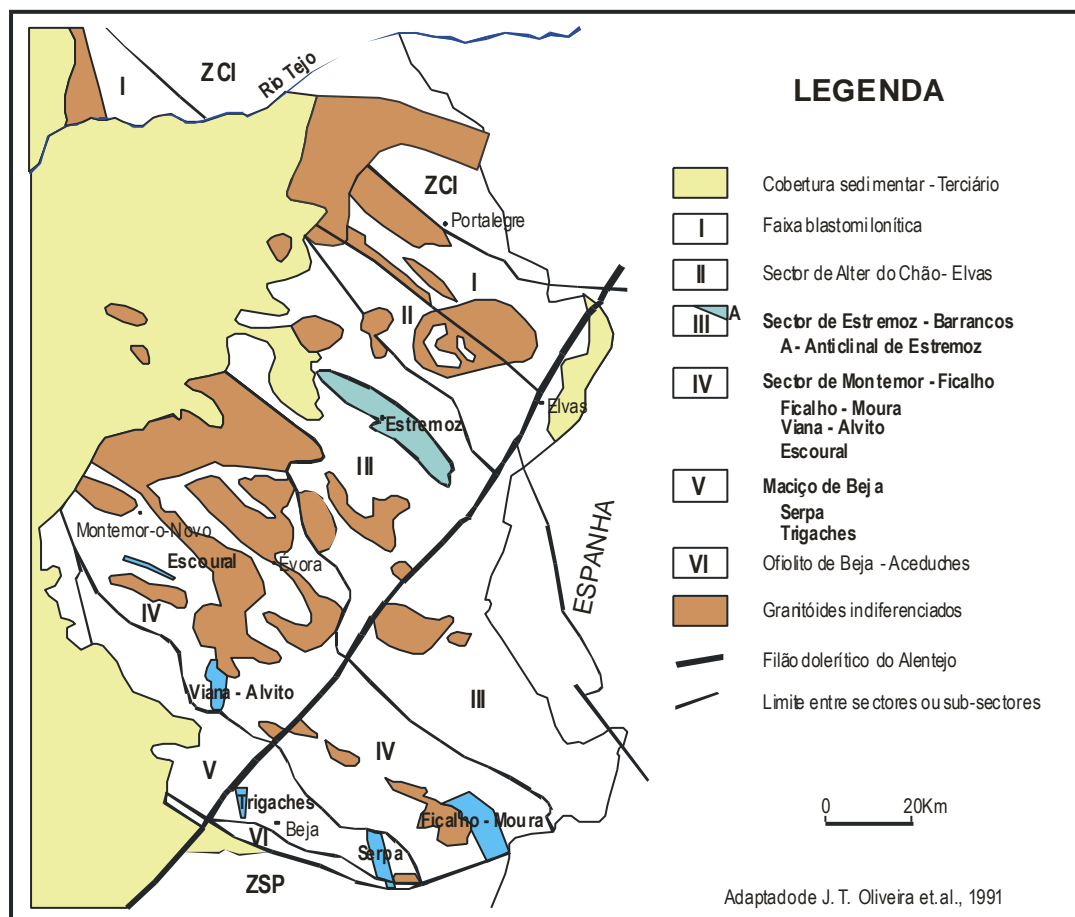


Figura 2.3 – Divisões tectono-estratigráficas da Zona de Ossa – Morena com localização das estruturas produtoras de mármore

Os mármore do Alentejo, em particular os provenientes da região Norte Alentejana conhecida por Anticlinal de Estremoz, têm sido explorados, desde a antiguidade, como recurso geológico de inegável importância.

O Anticlinal de Estremoz (Figura 2.4) é uma estrutura resultante da actuação de duas fases de deformação da Orogenia Hercínica, com cerca de 42 Km de comprimento por 8 Km de largura e direcção NW-SE, em que os Mármore afloram em aproximadamente 27 Km<sup>2</sup>. É o principal centro nacional de exploração de mármore, e um dos mais importantes a nível internacional. Os principais núcleos de exploração são Cruz dos Meninos/Glória, no concelho de Estremoz; Carrascal/Encostinha, no concelho de Borba; Vigária/Monte d'El Rei, Pardais, Lagoa e Nora, no concelho de Vila Viçosa.

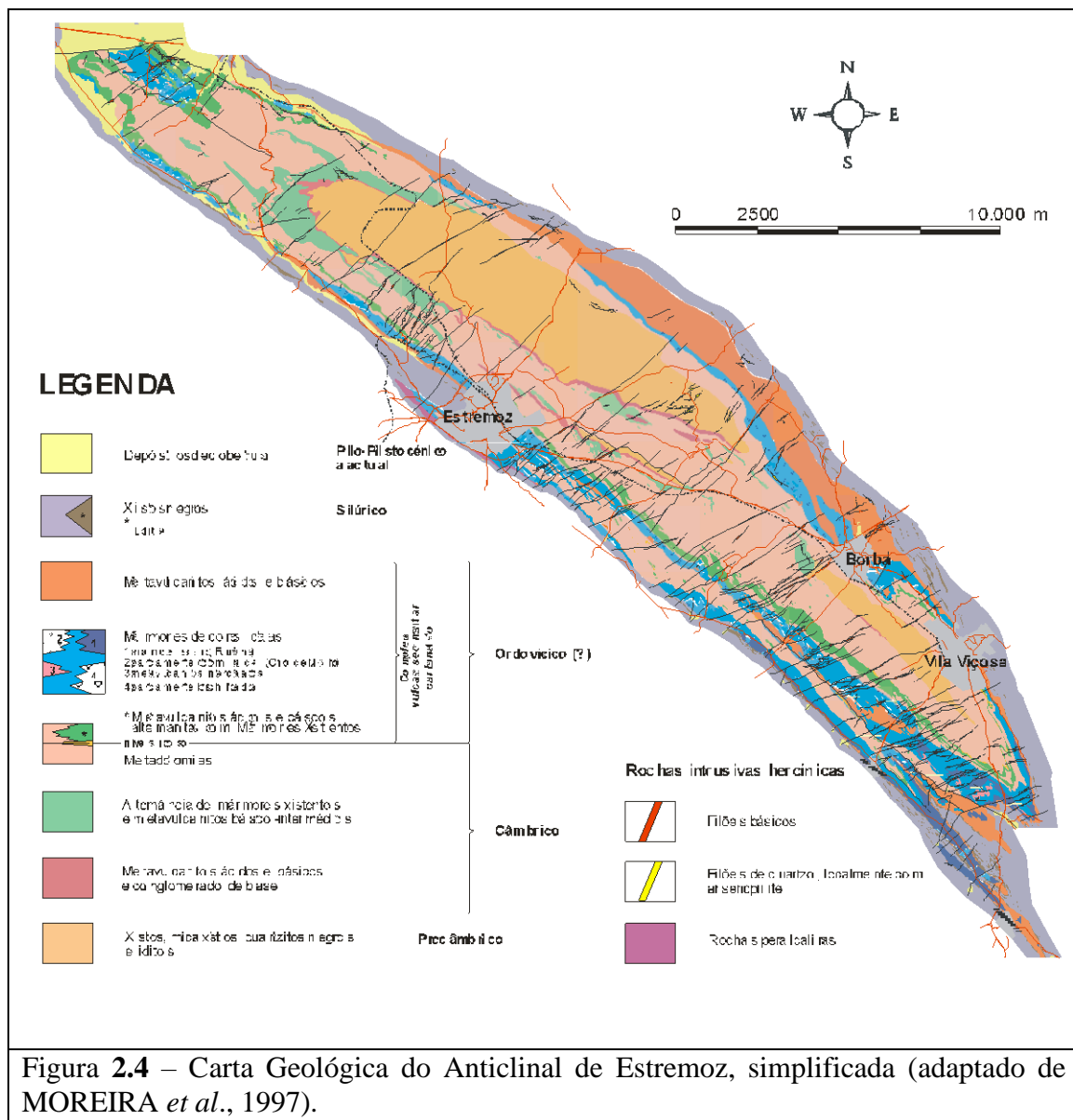


Figura 2.4 – Carta Geológica do Anticlinal de Estremoz, simplificada (adaptado de MOREIRA *et al.*, 1997).

Apesar de, nesta região, a topografia relativamente plana e a abundante cobertura de solo não serem muito propícias à ocorrência de afloramentos com grande exposição, os mármore beneficiam de singulares condições de observação, devido ao vastíssimo conjunto de pedreiras distribuídas por todo o anticlinal, inactivas ou em laboração, que

são autênticas “janelas geológicas”, algumas atingindo actualmente 140 m de profundidade (Figura 2.5).

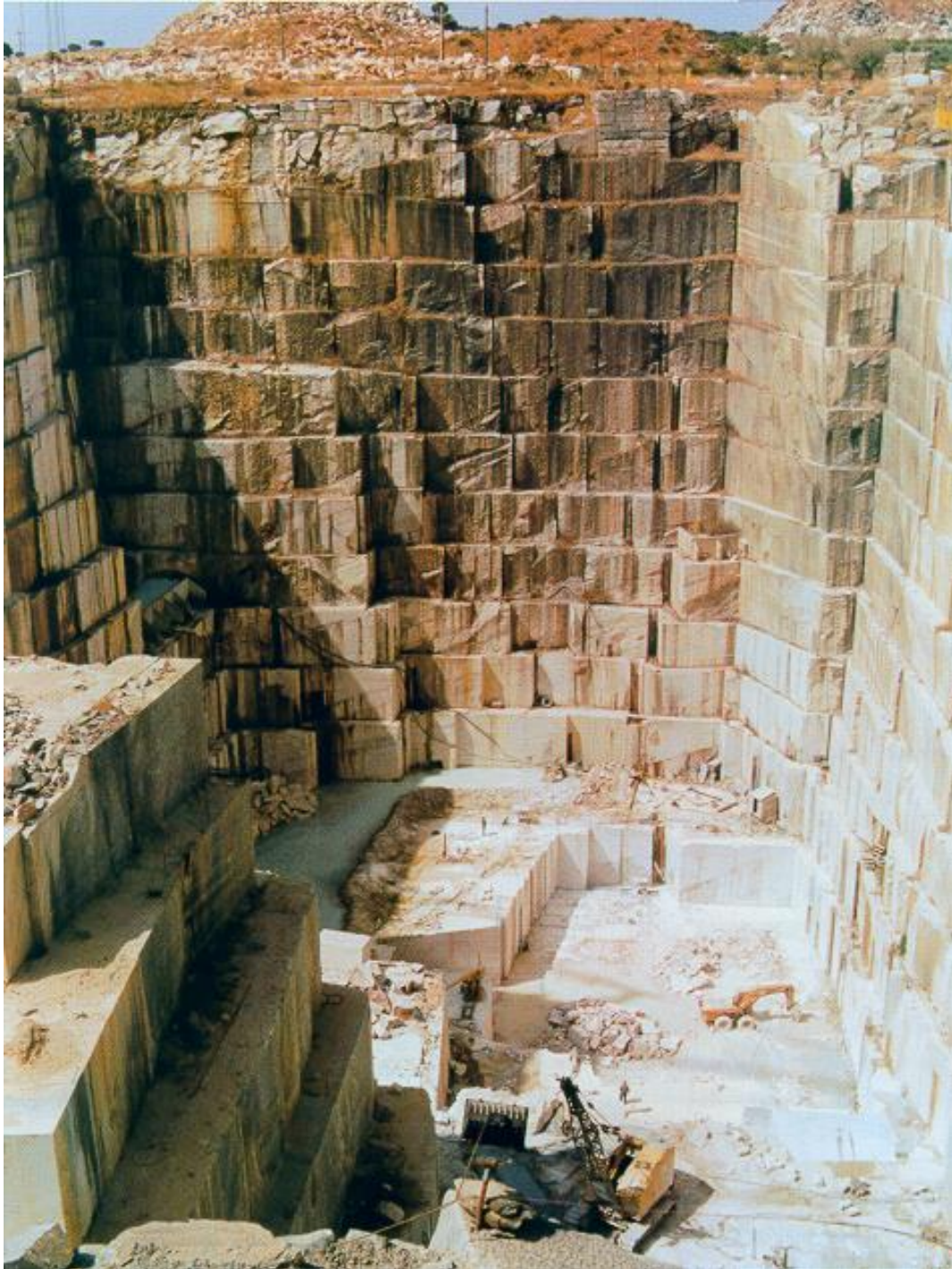


Figura 2.5 – Foto de pedreira de mármore no Anticlinal de Estremoz

Devido à complexa estrutura geológica que os afecta, com duas fases de dobramento bem marcadas a que se sobrepõe a deformação frágil, os mármore afloram de modo descontínuo e podem ocorrer a grandes profundidades, na ordem das centenas de metros, criando condições para a exploração em lavra subterrânea. Este tipo de exploração tem sido tentado localmente como forma de melhorar o aproveitamento

económico deste vasto recurso, na ordem de milhões de toneladas, e, simultaneamente, gerar impactes menos significativos sobre o ambiente.

Os “Mármore de Estremoz” apresentam excelentes características físico-mecânicas e elevada beleza estética, razões pelas quais a sua utilização é apreciada desde os tempos de ocupação da Península Ibérica pelo Império Romano. Apresentam normalmente grão fino a médio e cor branca, creme, rosa, cinzenta ou negra, podendo exibir uma interminável variedade de conjugações de cores e vergadas (p.ex.: branco com vergada rosa, creme com vergada cinzenta, rosa com vergada verde, etc). As variedades de mármore rosa são dignas de destaque devido à sua qualidade, beleza e raridade a nível internacional. Localmente são extraídos blocos de mármore branco ou creme, de grão médio, de superior qualidade e por isso mesmo utilizados em estatuária. A qualidade destes mármore, por vezes excepcional, é também comprovada pelos elevados preços a que os melhores blocos são comercializados e pelo grande volume de rocha explorada, cerca de 370.000 toneladas no ano 2000, contribuindo significativamente para a posição de relevo que Portugal ocupa a nível da produção mundial de rochas ornamentais.

No que respeita às restantes regiões produtoras de mármore, há a destacar em primeiro lugar a região de Viana do Alentejo - Alvito pela singularidade de cores e padrões estéticos que os mármore aqui ostentam. Afloram nos flancos de uma estrutura antiformal que se estende desde Viana do Alentejo, a Norte, até Alvito, a Sul, ao longo de aproximadamente 7,5 km<sup>2</sup> (Figura 2.6). Estes mármore, de granularidade média a grosseira, apresentam em geral uma alternância entre bandas claras (brancas, cinzentas, verdes, amarelas e rosadas) e escuras (verdes e cinzentas escuras), provavelmente relacionadas com o bandado original (sedimentar) mas também com o metamorfismo. Por vezes, estas bandas evidenciam a sobreposição das duas fases de dobramento, razão para a singularidade dos padrões estéticos que exibem.

Os mármore provenientes deste centro de exploração apresentam-se, por vezes, bastante impuros ou mesmo alternantes com bandas de metadolomias ou de rochas calcossilicatadas. Tal tem vindo a condicionar o seu aproveitamento ornamental e contribuído para o declínio da sua exploração.

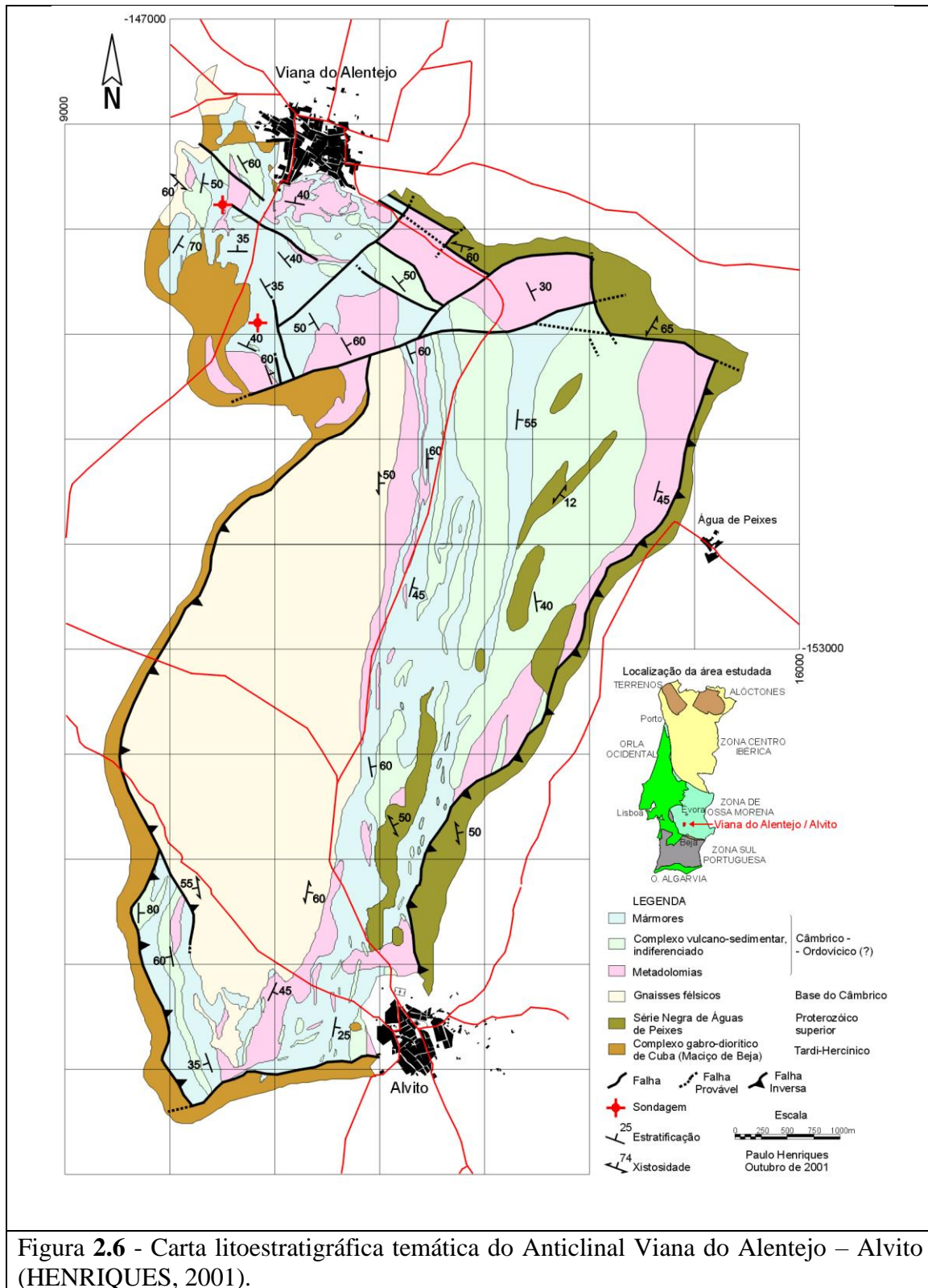


Figura 2.6 - Carta litoestratigráfica temática do Anticlinal Viana do Alentejo – Alvito (HENRIQUES, 2001).

No concelho de Beja, na zona de S. Brissos, ocorrem os mármores do chamado núcleo de Trigaches. Apresentam cor cinzenta, por vezes com laivos cinzentos-escuros, e grão grosseiro a muito grosseiro. Tal como no núcleo de Viana do Alentejo, também aqui a exploração se encontra actualmente bastante reduzida.

Na região de Ficalho, concelho de Serpa, ocorrem mármore de cor branca anilada com vergadas e manchas de tons esverdeados e cinzento-azulados, de grão fino, e de cor esverdeada com vergadas de tonalidade verde mais acentuada, de grão fino a médio. São conhecidos pelas variedades *Branco Ficalho* e *Verde Ficalho*, respectivamente. Nas proximidades da sede de concelho, junto ao Monte de D<sup>a</sup> Brites, ocorre a variedade *Verde Serpa*, com granularidade média e cor cinzenta-esverdeada clara com leve tonalidade azulada e manchas calcíticas esbranquiçadas. Em ambos estes locais a exploração é actualmente efectuada de forma esporádica.

### 2.2.2 Calcários

A ocorrência de rochas calcárias em Portugal verifica-se fundamentalmente nas chamadas Orlas Meso-Cenozóicas Ocidental e Meridional ou Algarvia (ver Figura 2.1). Os principais centros produtores para fins ornamentais localizam-se no Maciço Calcário Estremenho, que se enquadra no contexto paleogeográfico da Orla Ocidental (Figura 2.7) onde durante o Jurássico se depositaram espessos depósitos de rochas calcárias. É uma região montanhosa sobrelevada relativamente às circundantes por efeito de fenómenos tectónicos compressivos iniciados há cerca de 20 milhões de anos e que se seguiram à abertura do Oceano Atlântico.

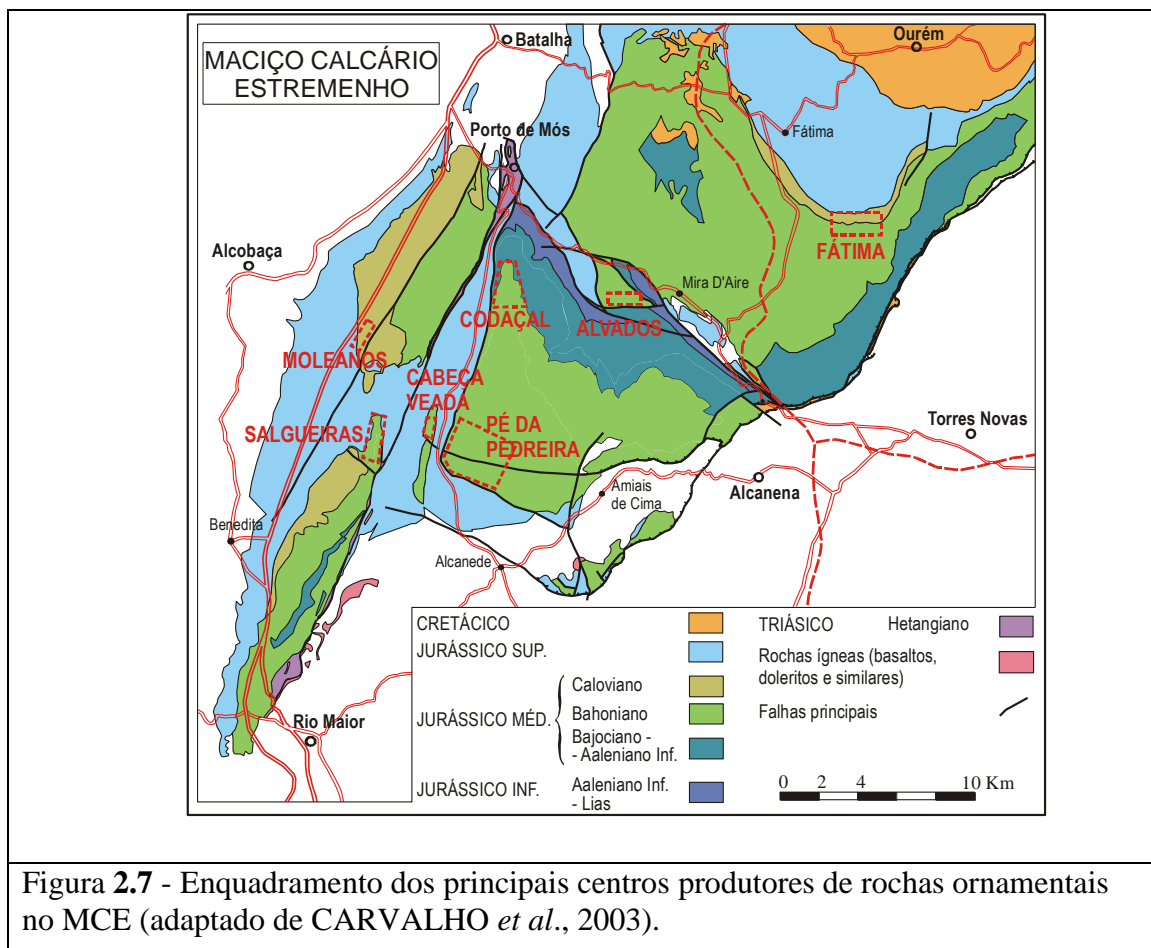


Figura 2.7 - Enquadramento dos principais centros produtores de rochas ornamentais no MCE (adaptado de CARVALHO *et al.*, 2003).

Os calcários que ocorrem no Maciço Calcário Estremenho distribuem-se, em termos de idades, desde o Jurássico inferior ao superior, realçando-se os do Jurássico médio por serem o principal alvo de exploração para fins ornamentais que se iniciou em

meados do século passado e com um forte incremento a partir da década de 80. De um modo geral, são calcários de tons cremes claros e de granularidade fina a grosseira em que se distingue uma grande variedade de elementos constituintes, em proporções diversas, desde oólitos a fragmentos fósseis, aglutinados numa matriz essencialmente **esparítica**, ou seja, formada por cristais translúcidos de grandes dimensões. Ocorrem em bancadas maciças, de espessura métrica, pouco deformadas e dispostas de modo sub horizontal. No interior das bancadas é frequente verificar a ocorrência de estruturas sedimentares planares, com particular destaque para estratificação entrecruzada, o que pode contribuir para o aumento do valor estético das rochas.

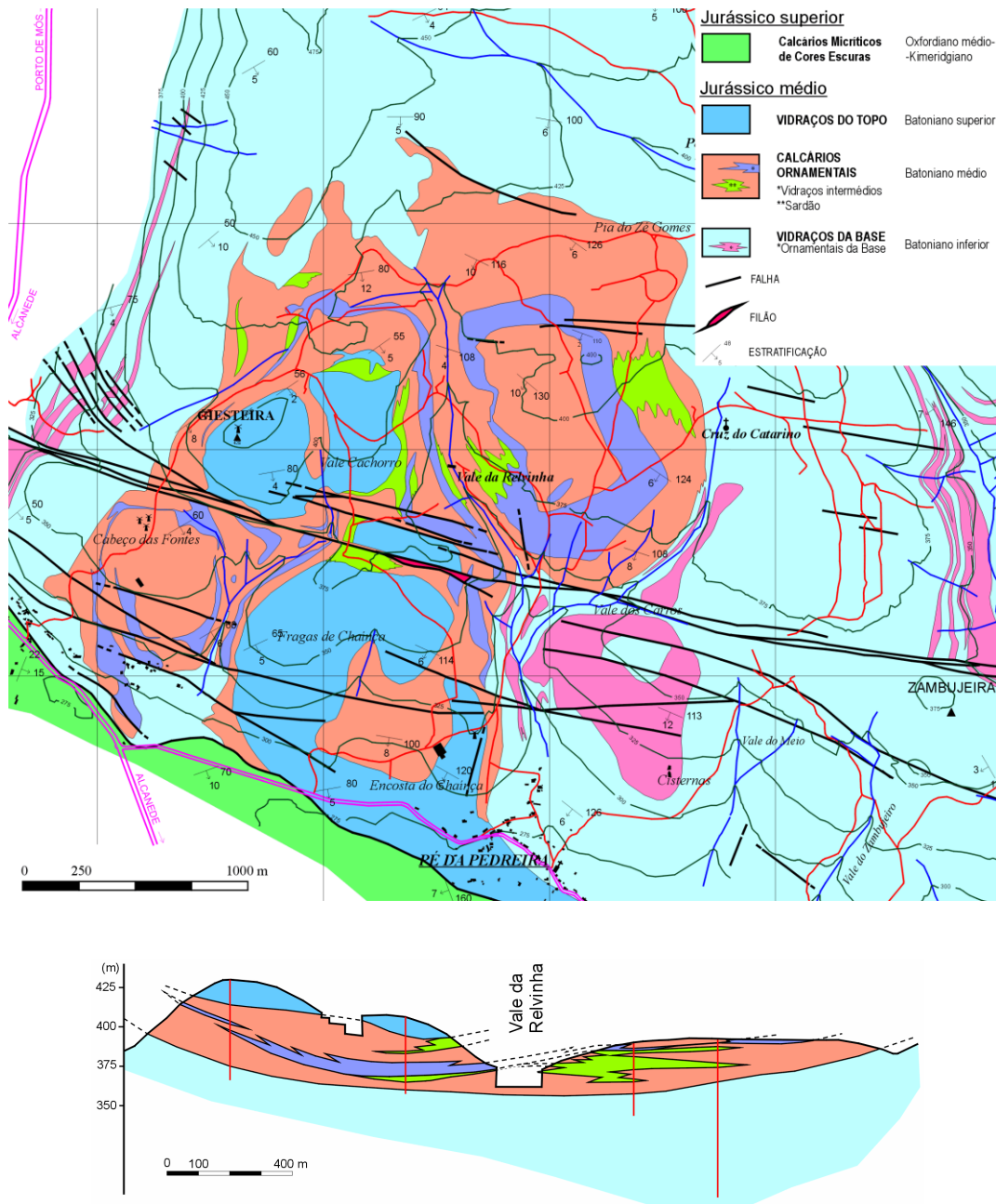


Figura 2.8 – Mapa geológico temático da Área de Pé da Pedreira e corte geológico E – W (adaptado de CARVALHO, 1997).

Os principais núcleos de exploração no Maciço Calcário Estremenho são o de Pé da Pedreira, Codaçal, Moleanos, Salgueiras (Arrimal), Fátima e Cabeça Veada. Estudos geológicos detalhados destas áreas têm suportado uma adequada avaliação e valorização das suas potencialidades, como forma de apoio à actividade extractiva e contribuindo para ordenamento do território. A área de Pé da Pedreira (Figura 2.8) é a mais relevante desta região e dela são provenientes as variedades *Moca Creme e Relvinha*. Fazem parte do lote das principais variedades comerciais do MCE, onde se incluem, ainda, o *Semi Rijo*, o *Vidraço de Moleanos* e o *Alpinina*. Estima-se em largas dezenas de milhões de toneladas a totalidade de recursos disponíveis. **A produção anual ronda as 600 000 toneladas**. Destaque ainda para um pequeno núcleo imediatamente a Sul da povoação de Pé da Pedreira (concelho de Santarém), pelo forte desenvolvimento que tem tido recentemente e onde é explorada a variedade conhecida por *Azul Valverde*. Trata-se de um calcário datado do Jurássico superior que se evidencia dos restantes pela cor cinzenta ligeiramente azulada que ostenta e que aflora junto ao encosto com um filão dolerítico bastante alterado. Caracteriza-se por uma baixa proporção de elementos granulares relativamente ao cimento que os aglutina e que nesta variedade é de natureza **microesparrítica** e micrítica, ou seja, constituído por cristais calcíticos de reduzidas a extremamente reduzidas dimensões.



Figura 2.9 – Pedreira de calcário ornamental no Maciço Calcário Estremenho

Para além do Maciço Calcário Estremenho, outras regiões do país têm contribuído para a produção de calcários ornamentais, embora actualmente denotem, por razões várias, forte declínio. Estão nesta situação os núcleos de extracção da região de Pero Pinheiro, a Norte de Lisboa, e os de São Brás de Alportel – Tavira, na região Algarvia.

Na região de Pero Pinheiro o grupo principal de afloramentos de calcários ornamentais localiza-se entre as povoações de Lameiras e Negrais, donde provêm algumas das mais tradicionais rochas ornamentais portuguesas, nomeadamente o *Lioz*, o *Amarelo de Negrais*, o *Encarnado de Negrais*, o *Encarnadão de Lameiras* e o *Abancado*. São calcários de idade Cretácica, bioconstruídos e bioclásticos, ou seja, resultantes da consolidação de estruturas coralíferas em conjunto com outros restos

fósseis. O seu elevado valor económico deriva, não só das cores vivas que ostentam e da sua comprovada durabilidade, como também das baixas taxas de produção actuais **que rondam as 10 000 toneladas/ano.**

A actividade extractiva nesta região ocorreu em duas fases temporais distintas, bem marcadas. Uma fase antiga que começou há pelo menos 6 séculos, conforme evidenciado pelo uso destas pedras nos antigos edifícios, igrejas e monumentos da região de Lisboa, dos quais se destaca o emblemático Convento de Mafra, pelo seu carácter impulsionador no uso desta pedra, e de que resultaram pedreiras de grandes dimensões. Face à forte expansão urbanística desta região, a maioria está actualmente inactiva. Recentemente e perante uma fase de edificação de novos edifícios públicos de grandes dimensões, verificou-se um ressurgimento da actividade extractiva nesta região, particularmente incidente sobre as muito apreciadas variedades de Encarnado.

No que respeita às potencialidades futuras da região de Pêro Pinheiro, embora a existência de recursos na ordem dos 5 milhões de toneladas seja bastante atractiva, a pressão urbanística nesta região continua muito forte, pelo que bastante limitativa da actividade.

Da região Algarvia provêm três variedades de calcários ornamentais conhecidas por *Brecha Pérola*, *Brecha Vermelhada* e *Brecha Acinzentada* mas que ultimamente têm vindo a ser comercializadas sob a única designação de *Brecha Algarvia*, dadas as suas semelhanças e os baixos valores de produção. Estes calcários calciclásticos e bioclásticos, impropriamente designados por “brecha”, resultam fundamentalmente da acumulação de fragmentos fósseis e fazem parte de uma unidade litológica denominada Formação da Cabeça, datada do Jurássico superior, que aflora entre as regiões de São Brás de Alportel e Tavira (Figura 2.9).

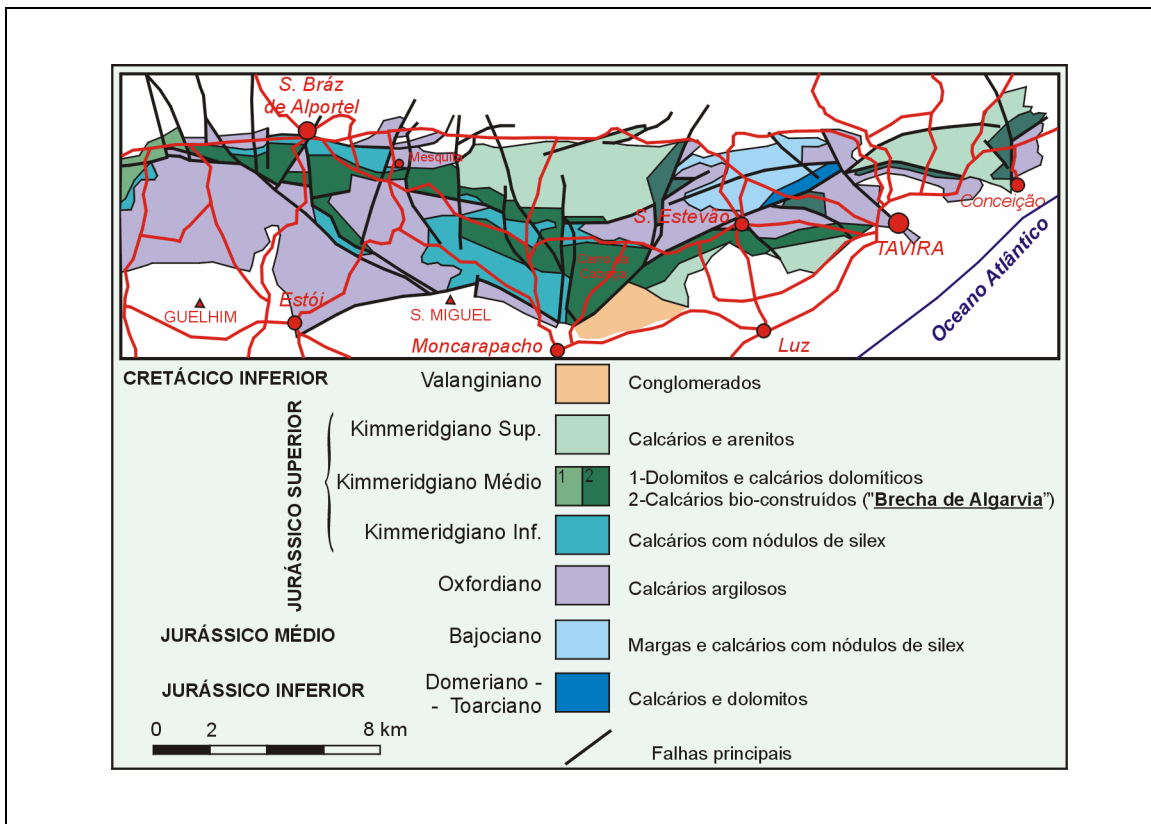


Figura 2.9 - Mapa geológico esquemático de enquadramento da Brecha Algarvia (adaptado de MANUPPELLA *et al.*, 2000)

Actualmente as explorações desta área estão restritas a dois núcleos de pequenas dimensões: um na área da Mesquita, concelho de São Brás de Alportel, e outro na área de Santo Estêvão, concelho de Tavira. Embora os recursos existentes sejam na ordem das dezenas de milhões de toneladas, a produção **que até há pouco tempo era na ordem das 10 000 ton/ano**, tem vindo a decrescer.

## **BIBLIOGRAFIA:**

CARVALHO, D, GOINHAS, J., OLIVEIRA, V. e RIBEIRO, A., 1971 – Observações sobre a geologia do Sul de Portugal e consequências metalogenéticas. *Est. Not. Trabalhos, Serv. Fom. Mineiro*, 20 (1/2), pp. 153-199.

CARVALHO, J., 1997 - Calcários ornamentais e industriais da área de Pé da Pedreira (Maciço Calcário Estremenho). Carta de Aptidão. *Estudos, Notas e Trabalhos*, IGM, t. 39, pp. 71 – 89, Porto

CARVALHO, J., MANUPPELLA, G. e MOURA, A. CASAL, 2003 - Portuguese Ornamental Limestones. *Intern. Symp.: Industrial Minerals and Building Stones, September 15-18*, Istanbul, Turkey.

HENRIQUES, P., 2001 - Mármore de Viana do Alentejo/Alvito: Cartografia Litoestratigráfica Temática. *Relatório interno do IGM*, Lisboa.

LOTZE, F., 1945 – Zur Gliederung der Varisciden der Iberischen Meseta. *Geotekn. Forsch*, 6, pp. 78-92.

MANUPPELLA, G., CARVALHO, J., MACHADO, S., HENRIQUES, P., QUARTAU, R., MOURA, A. CASAL e GRADE, J., 2000 - Estudos Geológicos de Caracterização do Recurso “Brecha” Algarvia”. *Relatório Interno do Instituto Geológico e Mineiro*, 32 pg.

MILHEIRO, N., 2003 – O Mármore como Património Cultural. *V Congresso Internacional da Pedra Natural*, Vila Viçosa.

MOREIRA, J. & VINTÉM, C. (Coord), 1997 – Carta Geológica do Anticlinal de Estremoz, escala 1:25.000, *Dept. Rochas e Minerais Não Metálicos*, IGM, Lisboa.

OLIVEIRA, J. T., OLIVEIRA, V., e PIÇARRA, J. M., 1991 – Traços gerais da evolução tectono-estratigráfica da Zona de Ossa Morena, em Portugal: síntese crítica do estado actual dos conhecimentos. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Tomo 77, pp. 3-26.

SARMIENTO, G., PIÇARRA, J. e OLIVEIRA, J., 2000 - Conodontes do Silúrico (superior?) - Devónico nos "Mármore de Estremoz". Sector de Estremoz - Barrancos (Zona de Ossa - Morena, Portugal). I Congresso Ibérico de Paleontologia / XVI Jornadas de la Sociedad española de Paleontologia. *VI International Meeting of IGCP, Resumos*, vol. 421, pp. 284-285.

VÁRIOS, 1992 - Carta geológica de Portugal, escala 1:500 000. *I.G.M. (Ed.)*.