

Estudo de Impacte Ambiental

Relatório final

Implementação do Projeto de Eco-Turismo da Quinta do Carmo – Núcleo de desenvolvimento turístico

Descritor: Geologia, Geomorfologia e Recursos Geológicos

Autores:

Alexandre Araújo^{1,2} (aaraujo@uevora.pt)

Noel Moreira^{2,3} (nafm@uevora.pt)

¹ Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora

² Instituto de Ciências da Terra – Pólo de Évora

³ Instituto de Investigação e Formação Avançada da Universidade de Évora

Évora, 25 de Março 2022



Instituto de Ciências da Terra

RESUMO NÃO TÉCNICO

A Quinta do Carmo situa-se na Zona de Ossa-Morena, mais concretamente no sector de Estremoz-Barrancos. A cartografia geológica existente ou é de pequena escala, tendo pouco detalhe (folha 6 da Carta Geológica de Portugal à escala 1/200.000), ou é antiga e encontra-se desatualizada (folhas 36B Estremoz e 36D Redondo da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50.000). Para uma correta caracterização da Geologia, entre setembro de 2021 e março de 2022 realizou-se um levantamento geológico detalhado de toda a área da Quinta do Carmo, usando-se como referência a litoestratigrafia revista e publicada em trabalhos recentes. Foram levantados mais de uma dezena de limites geológicos, analisada a sua natureza, definidas 11 unidades cartográficas e recolhidos mais de um milhar de dados estruturais. Foram também feitas observações de carácter geomorfológico, com recolha de informação *in situ*. A informação geológica e geomorfológica recolhida foi posteriormente complementada com dados bibliográficos, análise de mapas topográficos e imagem de satélite, recorrendo-se para tal ao Google Earth.

Relativamente à Geomorfologia, a área da Quinta do Carmo, alongada segundo uma direção NE-SW, abrange três importantes unidades geomorfológicas, nomeadamente o planalto de Estremoz a NE, a depressão de Terena na parte central e a Serra de Ossa, a SW. Embora em trabalhos anteriores seja referida a possibilidade de alguns degraus topográficos poderem corresponder a escarpas de origem tectónica, a maioria destes acidentes topográficos podem resultar de fenómenos de erosão diferencial; aliás durante o trabalho de campo não foram encontradas evidências de atividade tectónica recente associada às falhas cartografadas. A existência de áreas aplanadas com cotas ligeiramente inferiores a 400m de um e outro lado da depressão de Terena parece apontar neste sentido (vide esboço geomorfológico da figura 16).

No que se refere à Geologia, como peças mais importantes construídas a partir da informação recolhida no campo, destacamos o mapa geológico que se apresenta no anexo I e o perfil geológico representado na figura 32. Na secção relativa à estrutura (5) faz-se a análise geométrica das estruturas planares e lineares recolhidas durante o trabalho de campo. A estratificação e a foliação apresentam uma geometria muito próxima no caso das rochas xistentas (atitudes médias de N135°, 78°S e N137°, 79°S respetivamente, figuras 24 e 25), estando a estratificação menos inclinada no caso das rochas carbonatadas (N139°, 59°S, figura 25). Dado que estas estruturas estão sistematicamente presentes em todas as formações, a sua geometria é particularmente relevante nos estudos geotécnicos e hidrogeológicos (em curso). A orientação da estratificação e da foliação condiciona igualmente as macroestruturas representadas no perfil da figura 32.

Foram identificados outros tipos de estruturas planares, nomeadamente falhas, filões, veios de quartzo ou calcite, mas merecem particular destaque as fraturas e bandas kink, que cortam a foliação, apresentando claramente um carácter mais tardio e frágil. São estruturas geralmente subverticais, apresentam alguma dispersão em termos de orientação mas há um claro domínio de direções subperpendiculares à estrutura regional (NE-SW, ver figura 29). Atendendo à sua elevada frequência, estas estruturas têm também grande importância nos estudos geotécnicos e hidrogeológicos.

Foram igualmente analisadas estruturas lineares, eixos de dobras e lineações de interceção, que se apresentam preferencialmente inclinadas para o quadrante SE. A nível regional esta geometria é coerente com as terminações periclinais das macroestruturas, o Anticlinal de Estremoz e o Sinclinal de Terena.

Relativamente às matérias-primas geológicas, a região é conhecida a nível internacional pelos designados Mármore de Estremoz. Apesar do levantamento geológico mostrar umas pequenas manchas de mármore próximo do limite NE da Quinta, são bastante escassas as evidências de

exploração deste georecurso na área da Quinta do Carmo. Outros materiais geológicos com potencial interesse são as lajes de xisto da Formação de Barrancos que terão sido exploradas de forma artesanal no passado. Destaca-se ainda a presença de um conjunto de ocorrências de minerais metálicos associadas aos xistos negros e aos mármore dolomíticos. Estas ocorrências de óxidos de ferro, possivelmente resultantes da alteração de sulfuretos metálicos, são sempre de muito pequena dimensão e surgem geralmente associadas a filões de quartzo, pese embora se tenham identificado também abundantes óxidos associados a zonas de falha ou amplamente disseminados nos litótipos das unidades cartografadas.

O capítulo final deste relatório refere-se ao potencial interesse em termos paisagísticos e de património geológico. Identificaram-se um conjunto pontos que podem apresentar interesse geoturístico na área da Quinta do Carmo. Além da inventariação destes pontos, apresentam-se ainda um conjunto de propostas para a valorização do projeto Eco-Turismo da Quinta do Carmo.

1. Introdução

A Quinta do Carmo (Glória, Estremoz), localizada no Alentejo Central, situa-se na Zona de Ossa-Morena (ZOM), uma das unidades do Maciço Ibérico, mais concretamente no Sector de Estremoz-Barrancos (Fig.1; Oliveira et al., 1991). A geologia da Quinta do Carmo encontra-se coberta pelas folhas 36-B Estremoz e 36-D Redondo, da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50.000. A publicação destas folhas é antiga (1974 e 1987, respetivamente) e o sector de Estremoz-Barrancos foi alvo de vários trabalhos posteriores, principalmente de revisão da estratigrafia e da estrutura regional (Oliveira et al., 1991, Piçarra 2000, Araújo et al., 2013, entre outros). A estratigrafia do sector de Estremoz-Barrancos foi definida na região de Barrancos (subsector do Sinclinal de Terena), diferenciando-se o subsector do Anticlinal de Estremoz, com características próprias (Fig. 1). Parte de ambas as sucessões estão representadas na Quinta do Carmo, e a natureza do limite entre ambas as sucessões tem sido alvo de alguma controvérsia. Segundo a interpretação clássica, o limite corresponde a uma possível lacuna/discordância entre formações de natureza carbonatada de idade câmbrica e as formações xistentas de idade silúrica (Gonçalves e Pinto Coelho, 1974). Uma interpretação diferente é apresentada por Araújo et al. (2013), onde os níveis superiores da série carbonatada de Estremoz são considerados de idade devónica o que implica que o limite entre os dois subsectores resulte de um importante acidente tangencial (carreamento).

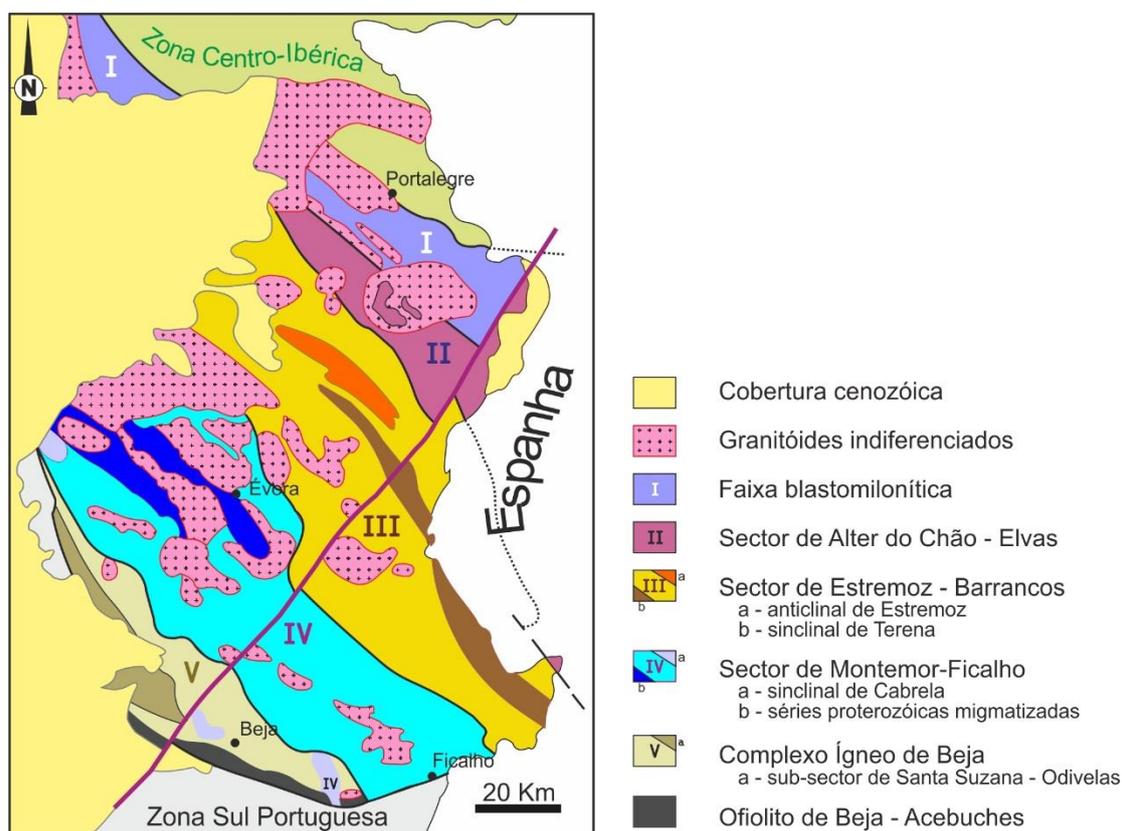


Figura 1 – Sectores e subsectores da Zona de Ossa-Morena (adaptado de Oliveira et al., 1991).

A justaposição das duas cartas geológicas à escala 1/50.000 que cobrem a Quinta do Carmo mostra que, para além da avaliação do limite já referido, há outros aspetos que necessitam de uma revisão profunda, havendo unidades que não apresentam continuidade de uma carta para outra (Fig. 2), fruto da evolução do conhecimento geológico da região. A cartografia geológica mais atualizada para esta zona é a publicada pelo LNEG à escala 1/200.000 (Fig. 3), mas que não tem o detalhe pretendido para este trabalho.

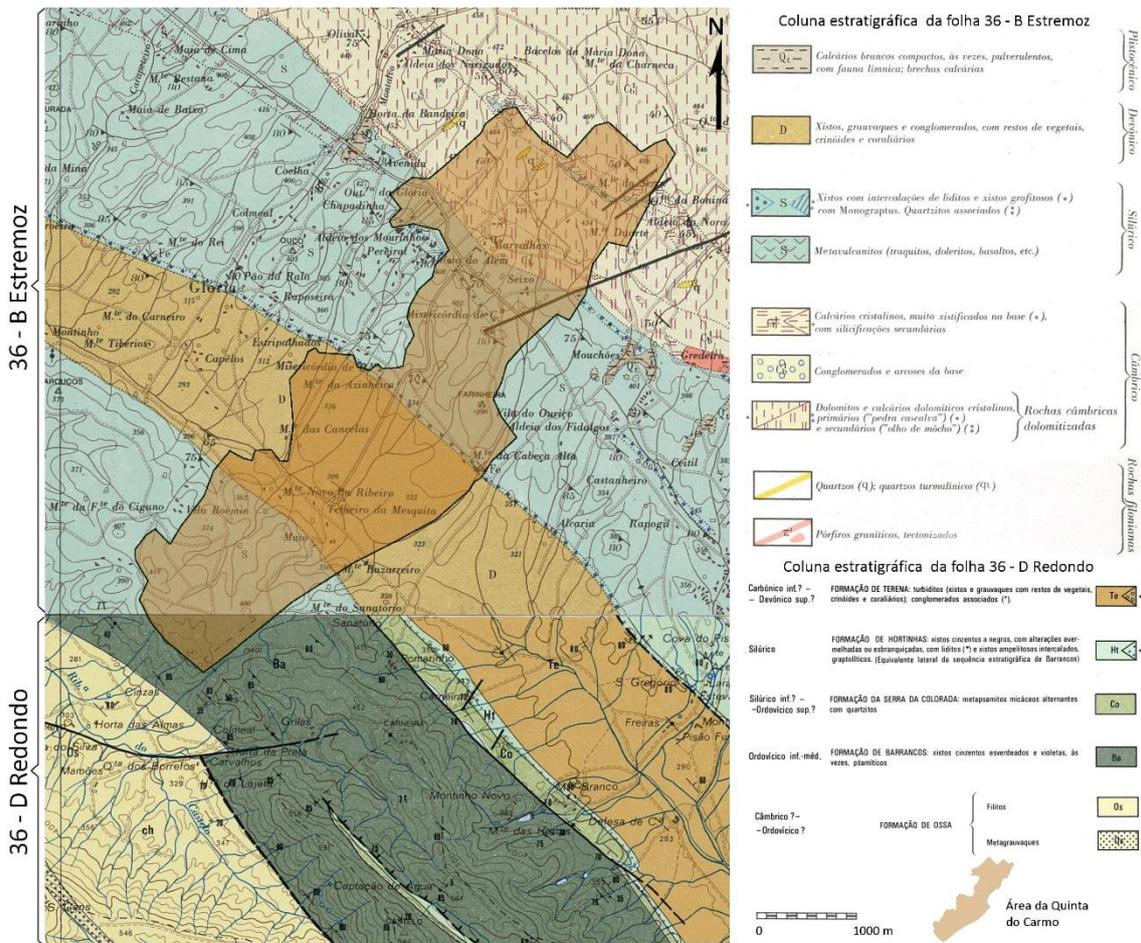


Figura 2 – Excerto das folhas 36-B Estremoz e 36-D Redondo da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50.000, com a localização aproximada da Quinta do Carmo.

Assim, para uma correta caracterização do descritor “Geologia e Geomorfologia” considerámos fundamental proceder a um levantamento geológico detalhado de toda a Quinta do Carmo, tendo como referência a estratigrafia proposta por Piçarra (2000) para o sub-setor do Sinclinal de Terena, a qual corresponde à sequência representada de forma simplificada na legenda do mapa da figura 3. Relativamente ao sub-setor do Anticlinal de Estremoz, consideramos também a sequência proposta por este autor, contudo consideramos a idade devónica atribuída ao Complexo Vulcano-Sedimentar Carbonatado de Estremoz muito discutível. Esta unidade parece apresentar uma clara correlação isotópica com os calcários do Câmbrico da região de Elvas em detrimento de uma correlação com calcários devónicos, bem datados noutras regiões da ZOM (Moreira et. al, 2019). Assim, no levantamento geológico optámos por considerar válidas as idades câmbricas propostas por Gonçalves e Pinto Coelho (1974), para a sequência de formações carbonatadas do sub-setor do Anticlinal de Estremoz (i.e. Formação Dolomítica e Complexo Vulcano-Sedimentar Carbonatado de Estremoz).

Dado que a Quinta do Carmo corresponde a um polígono alongado segundo a direção NE-SW (perpendicular ao alinhamento das principais unidades geológicas), a cartografia realizada implicou o levantamento de mais de uma dezena de limites geológicos, além da medição de mais de mil estruturas planares ou lineares, importantes para uma correta e cuidada caracterização geológica da área.

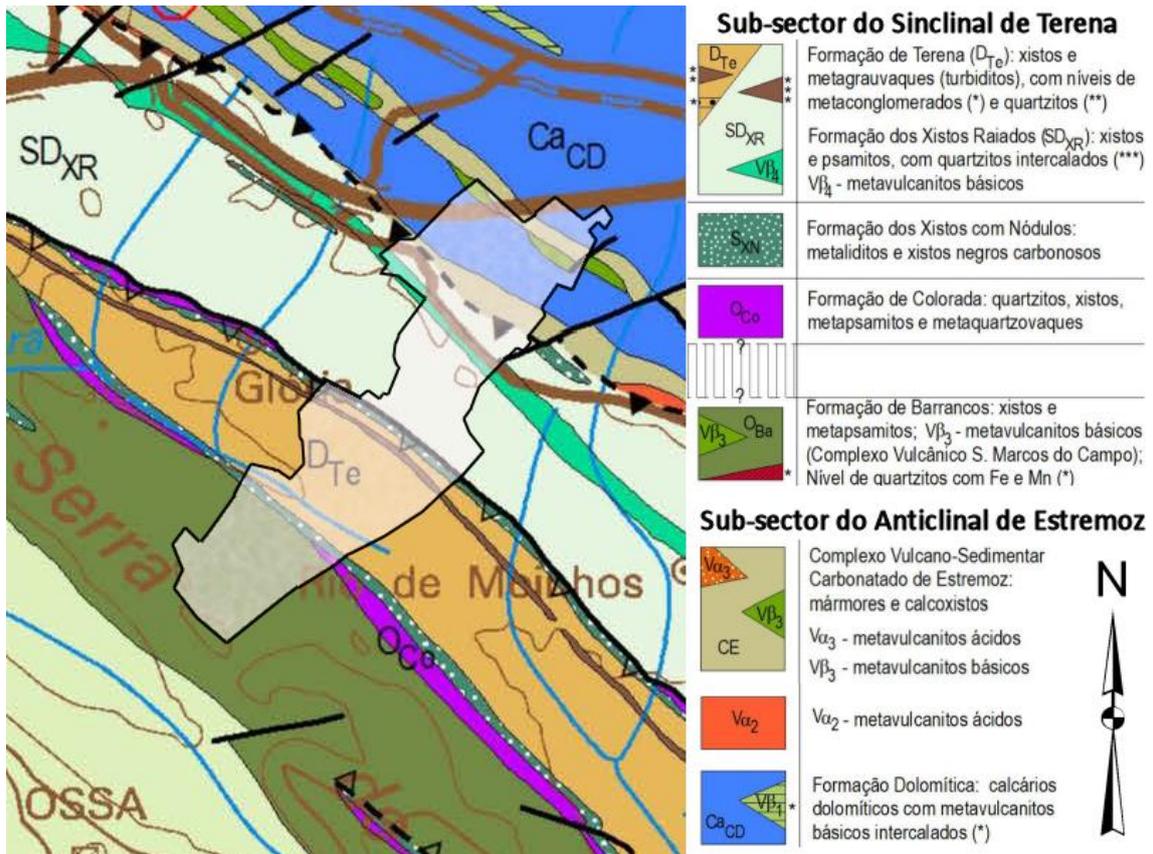


Figura 3 – Excerto da Folha 6 da Carta Geológica de Portugal à escala 1/200.000, com a localização aproximada da Quinta do Carmo.

2. Litoestratigrafia: descrição das unidades cartografadas

Nesta secção descreve-se sinteticamente as características das várias unidades cartografadas durante o trabalho de campo e abordam-se algumas questões relacionadas com as suas idades, assunto referido superficialmente no capítulo anterior. A sequência estratigráfica considerada para a região da Quinta do Carmo é a apresentada na Tabela I.

Tabela I – Litoestratigrafia da região da Quinta do Carmo (modificado de Araújo et.al, 2013).

		Sector de Estremoz - Barrancos		
		Anticlinal de Estremoz	Sinclinal de Terena	
DEVÓNICO	MÉD./SUP.			
	INFERIOR	Emsiano	Fm. Terena Fm. Monte Russianas Fm. X. Raiados "Complexo Igneo"	
		Pragiano		
Lochkoviano				
SILÚRICO	Pridolí			
	Ludlow			
	Wenlock		Fm. Xistos com Nódulos	
	Llandovery			
ORDOVÍCIO	SUPERIOR	Hirnantiano	Fm. de Colorada	
		Kralodvoriano	?	
	MÉDIO	Berouniano	?	
		Dobrotiviano	?	
		Oretaniano	?	
	INFERIOR	Arenigiano	Fm. Xistos <i>Phyllodocites</i>	
		Tremadociano	Fm. de Barrancos	
CÁMBRICO	SUPERIOR		?	
	MÉDIO	LA	Fm. de Ossa	
		CAE		
		LEO		
	INFERIOR	Bilbiliano		C.V.S.C. Estremoz
		Marianiano		?
		Ovetiano		Fm. Dolomítica
Cordubiano		?		
NEO - PROTE_ ROZÓICO		Fm. de Mares		

2.1. Mármore dolomíticos

Sob esta designação cartografámos uma sucessão carbonatada constituída por bancadas de carbonatos dolomíticos cristalinos, de cor clara e maciças e onde se pode observar localmente laminação paralela. Pontualmente surgem níveis siliciosos intercalados na sequência. Os mármore dolomíticos dada a sua maior resistência à erosão, destacam-se na paisagem e são responsáveis pelos relevos do sector NE da Quinta do Carmo (ver capítulo 3). Na Carta Geológica de Portugal à escala 1/200.000 são designados por Formação Dolomítica de Estremoz e considerados de idade câmbrica inferior. Não raras vezes apresenta evidências de dissolução (Fig. 4).



Figura 4 – Aspeto macroscópico dos mármore dolomíticos pertencentes à Formação Dolomítica.

2.2. Mármore calcíticos

Sob esta designação englobámos duas pequenas manchas de mármore e calcoxistos aflorantes também nos domínios NE da área em estudo fazendo parte do Complexo Vulcano-Sedimentar Carbonatado de Estremoz (Carvalhosa et al., 1987, Araújo et al., 2013). Na folha 36-B Estremoz, nas proximidades destes aforamentos, estão cartografadas duas pequenas faixas de metavulcanitos básicos, considerados como parte integrante deste complexo vulcano-sedimentar. Durante o trabalho de campo foram identificados blocos soltos desta litologia apenas num ponto, pelo que, dada a sua fraca representatividade, se optou por não as representar no mapa.

O Complexo Vulcano-Sedimentar de Estremoz assenta sobre a Formação Dolomítica e a sua idade tem sido tema de controvérsia ao longo dos anos. Tal como referido anteriormente, a idade proposta por Gonçalves e Coelho (1974), Câmbrio inferior a médio (um pouco mais recente que a Formação Dolomítica), parece-nos ser a mais coerente com os resultados obtidos em trabalhos recentes, baseados no estudo de isótopos de estrôncio nestes carbonatos (Moreira et. al, 2019).



Figura 5 – Aspeto em afloramento dos mármore calcíticos do Complexo Vulcano-Sedimentar de Estremoz.

2.3. Dolomias secundárias

As dolomias secundárias resultam de um processo de dolomitização responsável pela transformação de mármore calcíticos num dolomito por vezes cavernoso designado vulgarmente

por “olho-de-mocho”. Na Quinta do Carmo esta litologia aflora mal e o seu limite com os mármore dolomíticos foi frequentemente marcado por aproximação geomorfológica, tendo em conta uma ligeira rutura no pendor da vertente, resultante do facto dos mármore dolomíticos serem mais resistentes à erosão. Sendo rochas estratigraficamente equivalentes aos mármore calcíticos do Complexo Vulcano-Sedimentar de Estremoz terão um protólito da mesma idade (Câmbrico), pese embora o processo de dolomitização secundária tenha que ter ocorrido posteriormente. A idade do processo de dolomitização não é conhecida.



Figura 6 – Aspeto macroscópico das dolomias secundárias.

2.4. Formação de Barrancos

A Formação de Barrancos, mais resistente à erosão, é responsável pelo relevo que se ergue a SW da Ribeira de Tera e que marca o início da Serra d’Ossa. Esta formação é constituída por rochas xistentas de grão fino micáceos, com leitões areníticos de espessura milimétrica, apresentando frequentemente tons cinzentos a esverdeados (Fig. 7). No sector SW tornam-se mais abundantes leitões grauvacóides e passagens de quartzitos finos e algumas passagens de rochas xistentas de tonalidade roxa-violeta (Fig. 7), intercalados nas rochas xistentas de tonalidades cinzentas. É também comum a presença de crostas de óxidos de ferro desenvolvidas ao longo dos planos de foliação. A idade da Formação de Barrancos não está bem definida dado o estado mal preservado dos poucos fósseis que aí foram encontrados noutros setores, sendo atribuída ao Ordovícico Inferior.

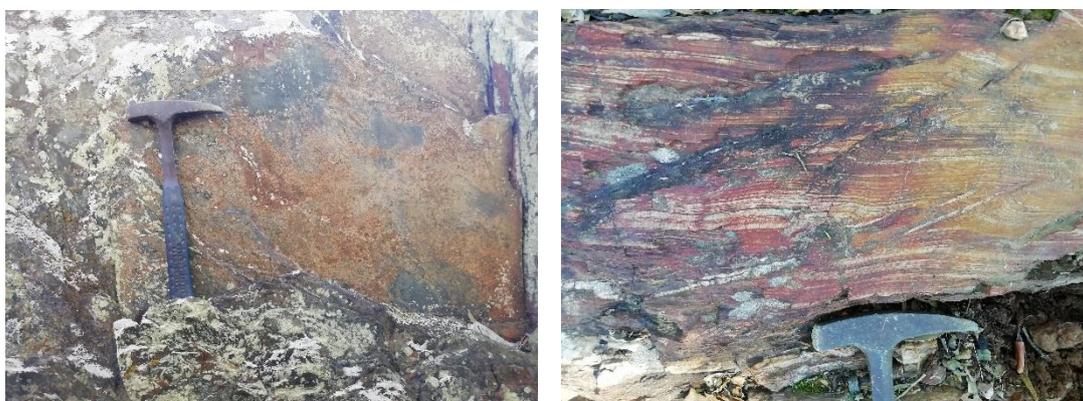


Figura 7 – Aspeto macroscópico da Formação de Barrancos: à esquerda aspeto geral dos xistos cinzentos com crostas de óxidos de ferro segundo o plano de foliação; à direita, litótipos típicos da base da sucessão com abundantes níveis areníticos intercalados nos níveis mais finos.

2.5. Formação da Colorada

Esta unidade tem muito pouca expressão na Quinta do Carmo, sendo dominada pela presença de bancadas de quartzitos (Fig. 8) e arenitos impuros micáceos geralmente com uma espessura de apenas alguns metros. Em termos estratigráficos a Formação da Colorada é considerada do Ordovício superior, podendo estender-se até à base do Silúrico (Piçarra et. al, 1995).

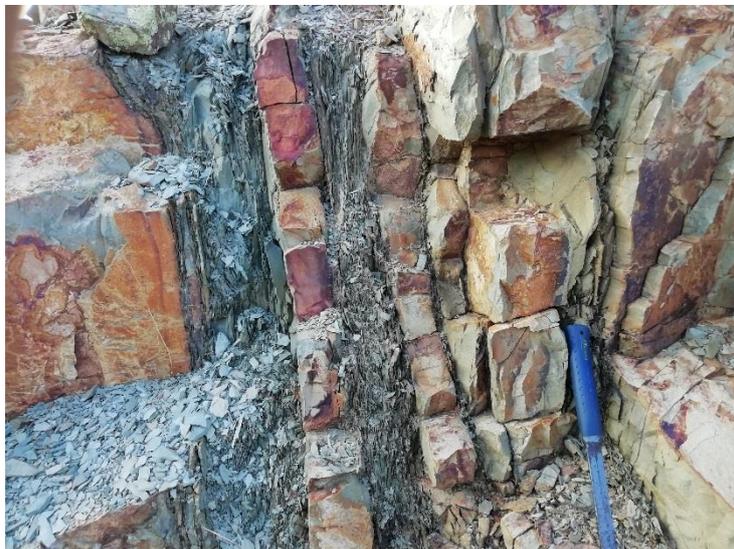


Figura 8 – Bancadas de quartzitos com possanças decimétricas típicas da Formação da Colorada.

2.6. Xistos negros com liditos

Esta unidade é classicamente conhecida por Formação dos Xistos com Nódulos (Delgado, 1908), podendo ter outras designações locais como por exemplo Formação das Hortinhas, nas proximidades da Quinta do Carmo (Carvalhosa et al., 1987). Em regra, esta formação apresenta uma predominância de liditos intercalados com xistos/ardósias negras na base, a que sucedem xistos/ardósias negras carbonosas (Fig. 9) com raros nódulos siliciosos, estes últimos não identificados durante o trabalho de campo. Para o topo surgem bancadas de quartzitos negros. A Formação dos Xistos com Nódulos tem uma espessura de algumas dezenas de metros e corresponde em termos estratigráficos praticamente a todo o Silúrico, exceto eventualmente o seu último andar. Esta unidade encontra-se frequentemente impregnada de óxidos de ferro (Fig. 9).



Figura 9 – Xistos negros carbonosos característicos da Formação dos Xistos com Nódulos.

2.7. Formação dos Xistos Raiados

A Formação dos Xistos Raiados, designação igualmente proposta por Delgado (1908), assenta em continuidade estratigráfica sobre a Formação dos Xistos com Nódulos e a sua idade varia entre o Silúrico superior e o topo do Devónico Inferior. É constituída por rochas xistentas de cor cinzenta escura a negra com laminações sedimentares milimétricas de material detrítico fino (resultando daí o termo raiado). Estas laminações podem passar a níveis centimétricos de arenitos e siltitos.



Figura 10 – Variações litológicas centimétricas típicas da Formação dos Xistos Raiados.

2.8. Formação de Terena

A Formação de Terena é de idade devónica inferior e é constituída por uma alternância rítmica de pelitos e grauvaques, por vezes com níveis conglomeráticos intercalados, estes últimos não observados na área cartografada. As características sedimentológicas desta formação levam a que tenha sido interpretada como um depósito do tipo flysch (Perdigão et. al, 1982). De entre as várias formações anteriormente descritas, esta é a que apresenta menor resistência aos agentes erosivos e daí aflorar ao longo de uma depressão topográfica de orientação NW-SE que atravessa a quinta do Carmo e ao longo da qual se instalou a Ribeira de Tera (vide capítulo 3 referente à caracterização geomorfológica).

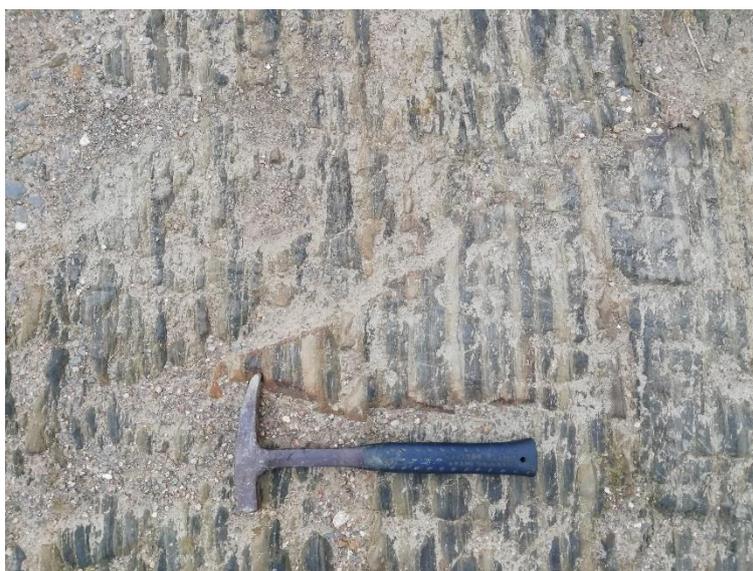


Figura 11 – Alternância rítmica centimétrica de pelitos e grauvaques característica da Formação de Terena na área em estudo.

2.9. Filões de Quartzo

Na região NE e nas proximidades da Ribeira de Tera, sensivelmente na zona onde vai ser construída a nova Barragem da Mesquita ocorrem alguns filões de quartzo, geralmente com espessuras inferiores a dois metros, com orientações variáveis (desde transversais a paralelos à estrutura regional). Estes filões apresentam comumente um aspeto brechóide, com evidências de múltiplos estágios de precipitação, texturas de dissolução e abundantes óxidos de ferro, por vezes com vestígios texturais que parecem indicar que os mesmos resultam da alteração de sulfuretos primários. A idade dos filões é desconhecida, contudo trabalhos recentes parecem indicar que estes filões estão relacionados com eventos mais tardios da orogenia Varisca (Maia et al., 2020).



Figura 12 – Filão de quartzo com abundantes veios de óxidos de ferro preenchendo fraturas.

2.10. Coluvião

Na depressão morfológica resultante da erosão da Formação de Terena, junto do sopé da Serra d'Ossa, no sector projetado para a construção da nova barragem da Mesquita, e cobrindo uma zona envolvente ao leito da Ribeira de Tera, foi delimitada uma área coberta por sedimentos não consolidados. Estes sedimentos são muito imaturos, constituídos por blocos e calhaus (que podem atingir a dezena de centímetros) de várias litologias das formações paleozoicas anteriormente descritas e suportados por uma matriz areno-argilosa com uma espessura variável. Esta unidade pode apresentar cerca de três metros de espessura. A sua idade não é conhecida, contudo a mesma deverá estar associada à evolução mais recente do território resultante da incisão da atual rede hidrográfica.

2.11. Aluvião

Associado a num afluente da Ribeira de Tera (localizado a ocidente do VG da Farinheira) surge um pequeno depósito aluvionar composto essencialmente por depósitos arenosos não consolidados, assentando diretamente sobre as rochas xistentas da Formação dos Xistos Raiados. A espessura deste depósito não é conhecida.



Figura 13 – Depósito não consolidado (coluvião) de espessura métrica assente sobre rochas xistentas da Formação de Terena e da Formação dos Xistos com Nódulos aflorantes ao longo do leito da Ribeira de Tera.

3. Geomorfologia

As características geológicas, nomeadamente as litológicas e estruturais, têm uma clara influência nas formas do relevo da superfície terrestre. A análise do Modelo Digital de Terreno da região de Estremoz (Fig. 14A) denota a existência de uma orientação preferencial dos relevos segundo a orientação NW-SE. Esta direção coincide com a orientação geral das principais estruturas varriscas (ver capítulo 5, relativo à estrutura), nomeadamente dobras e falhas. O Anticlinal de Estremoz (dobra à escala cartográfica) apresenta essa orientação geral e comparando as figuras 14A e 14B observa-se uma clara conexão entre a Formação Dolomítica e os relevos positivos de orientação NW-SE do Anticlinal de Estremoz. Estes relevos resultam de uma maior resistência à erosão das rochas dolomíticas relativamente às unidades envolventes. Com comportamento oposto observa-se a Formação de Terena, constituída por xistos e grauvaques menos resistentes e onde a erosão diferencial levou à génese de uma depressão igualmente alongada segundo a direção NW-SE. A comparação das duas imagens permite ainda inferir que a Formação de Barrancos, a SW da depressão de Terena, volta a ser constituída por rochas mais resistentes à erosão, sendo em parte responsável pelo relevo da Serra de Ossa. A Quinta do Carmo alongada segundo uma orientação NE-SW, estende-se desde o planalto de Estremoz, passando pela depressão de Terena e terminando na Serra de Ossa, a SW.

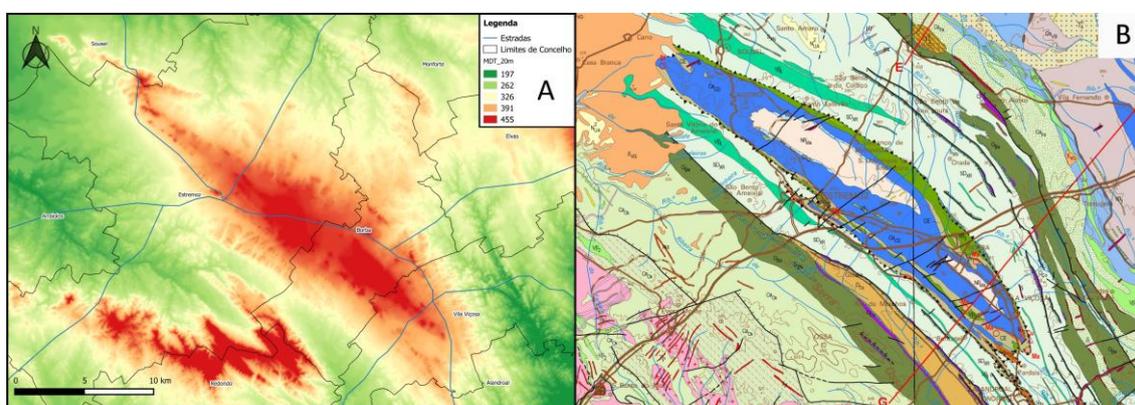


Figura 14 – (A) Modelo digital do terreno para a região de Estremoz (retirado de Moreira & Lopes, 2019); (B) Excerto da Folha 6 da Carta Geológica de Portugal à escala 1/200.000 (ver figura 2 para consulta da legenda).

Na figura 15 reproduz-se o esboço geomorfológico proposto por Mariano Feio (in Carvalhosa et al., 1987) para a região situada imediatamente a sul da Quinta do Carmo. Segundo o autor, a faixa assinalada com o número 1 corresponde à “Formação dolomítica de Estremoz” e ao “Complexo vulcano-sedimentar de Estremoz”, assim designados na legenda da folha 36-D da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50.000 e equivalentes às formações que designámos por Mármore Dolomíticos, Mármore Calcíticos e Dolomias Secundárias. Segundo Mariano Feio os mármore formam faixas aplanadas, mas os dolomitos formam colinas, num relevo um tanto irregular, condicionado pela existência de outras rochas e pela presença de crostas siliciosas que com frequência coroam as colinas mais altas. A faixa marcada com o número 2 corresponde a uma zona de cotas mais baixas que a anterior, talhada nos xistos negros e liditos e na Formação dos Xistos Raiados. O mesmo autor refere que esta zona constitui um patamar, plano mas um pouco dissecado, que desce com um pendor de cerca de 2% para SW. O limite para a faixa número 3 é feito por degrau designado por escarpa da Glória (Feio 1983). Esta terceira faixa corresponde à Formação de Terena e é formada por xistos e grauvaques relativamente brandos, o que justifica o facto de coincidir com um patamar deprimido, muito aplanado, situado entre a escarpa da Glória e uma escarpa maior, voltada NE, que dá início à Serra de Ossa (Feio, 1983). Embora os dois limites da depressão de Terena correspondam a falhas identificadas em numerosos trabalhos anteriores e comprovadas na cartografia geológica realizada neste trabalho, não encontramos

evidências de atividade tectónica recente associada a estes acidentes. As escarpas associadas às duas falhas que bordejam a Formação de Terena resultam da diferente resistência aos agentes erosivos entre as litologias que estas separam e não de deslocamentos tectónicos recentes. A faixa número 4 já é parte integrante da Serra de Ossa, corresponde à Formação de Barrancos, constituída por xistos mais siliciosos, resistentes à erosão e responsáveis por importantes relevos. O limite entre as faixas número 4 e 5 corresponde ao extremo SW da Quinta do Carmo. Esta última faixa, sem representação na Quinta do Carmo, é interpretada por Mariano Feio como um fosso tectónico, modelo este que é sustentado por trabalhos mais recentes (Martins et al. submetido).

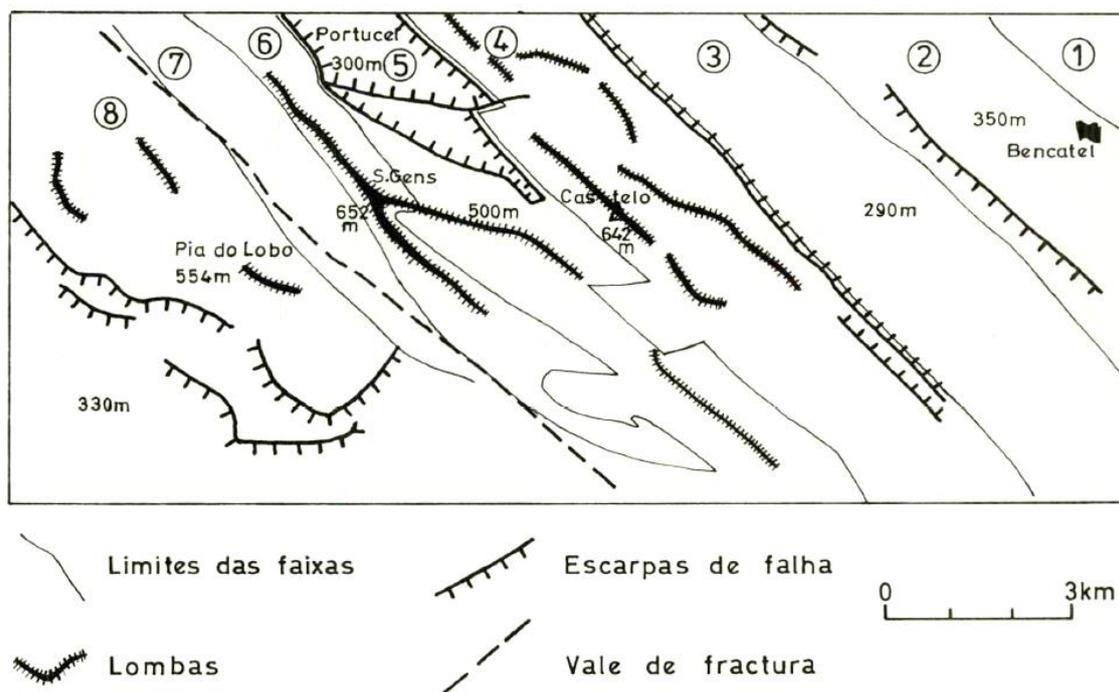


Figura 15 – Esboço geomorfológico para a região situada a sul da Quinta do Carmo (retirado de Carvalhosa et al., 1987). Os elementos geomorfológicos que têm continuidade para a Quinta do Carmo são: 1 – Faixa planáltica correspondente às rochas dolomíticas e ao complexo Vulcano-sedimentar carbonatado da região de Estremoz; 2 – Zona aplanada a cotas mais baixas que a anterior, talhada nos xistos negros e liditos e na Formação dos Xistos Raiados; 3 – Depressão da Formação de Terena; 4 – Zona acidentada integrante da Serra de Ossa onde aflora a Formação de Barrancos. A faixa nº 5 corresponde a uma depressão que se desenvolve imediatamente a SW da Quinta do Carmo, interpretada como um fosso tectónico.

Para descrevermos mais detalhadamente o relevo da Quinta do Carmo foi construído um esboço geomorfológico da região envolvente, a partir da Carta Militar de Portugal à escala 1/25.000, folhas 426 e 440 (Fig. 16), onde foram identificados claramente os vários elementos geomorfológicos anteriormente descritos. Em complemento ao que já foi referido, no bloco elevado que é parte integrante da Serra de Ossa, foi identificada uma área aplanada com cotas ligeiramente inferiores a 400 m (área 5 da figura 16). Esta superfície aplanada apresenta cotas muito semelhantes à superfície 2, situada mais a NE, podendo representar uma mesma aplanção, anterior ao encaixe da atual rede de drenagem. A confirmar-se esta hipótese, isto implica que as falhas que limitam a Formação de Terena não tenham atividade tectónica recente. De referir ainda que os solos do fosso morfológico da Formação de Terena (área 4 da figura 16) apresentam frequentemente um aspeto pedregoso, com abundantes clastos de quartzo que chegam a atingir dimensões decimétricas (Fig. 17).

Por último, é de salientar que a Quinta do Carmo se situa a nível regional numa zona elevada, praticamente no limite entre as bacias do Tejo e do Guadiana. O extremo SE da propriedade é sub-paralelo e quase coincide com o interflúvio entre a bacia da Ribeira de Tera, que corre para o Rio Tejo e a bacia da Ribeira de Lucefécit, que corre para o Guadiana.

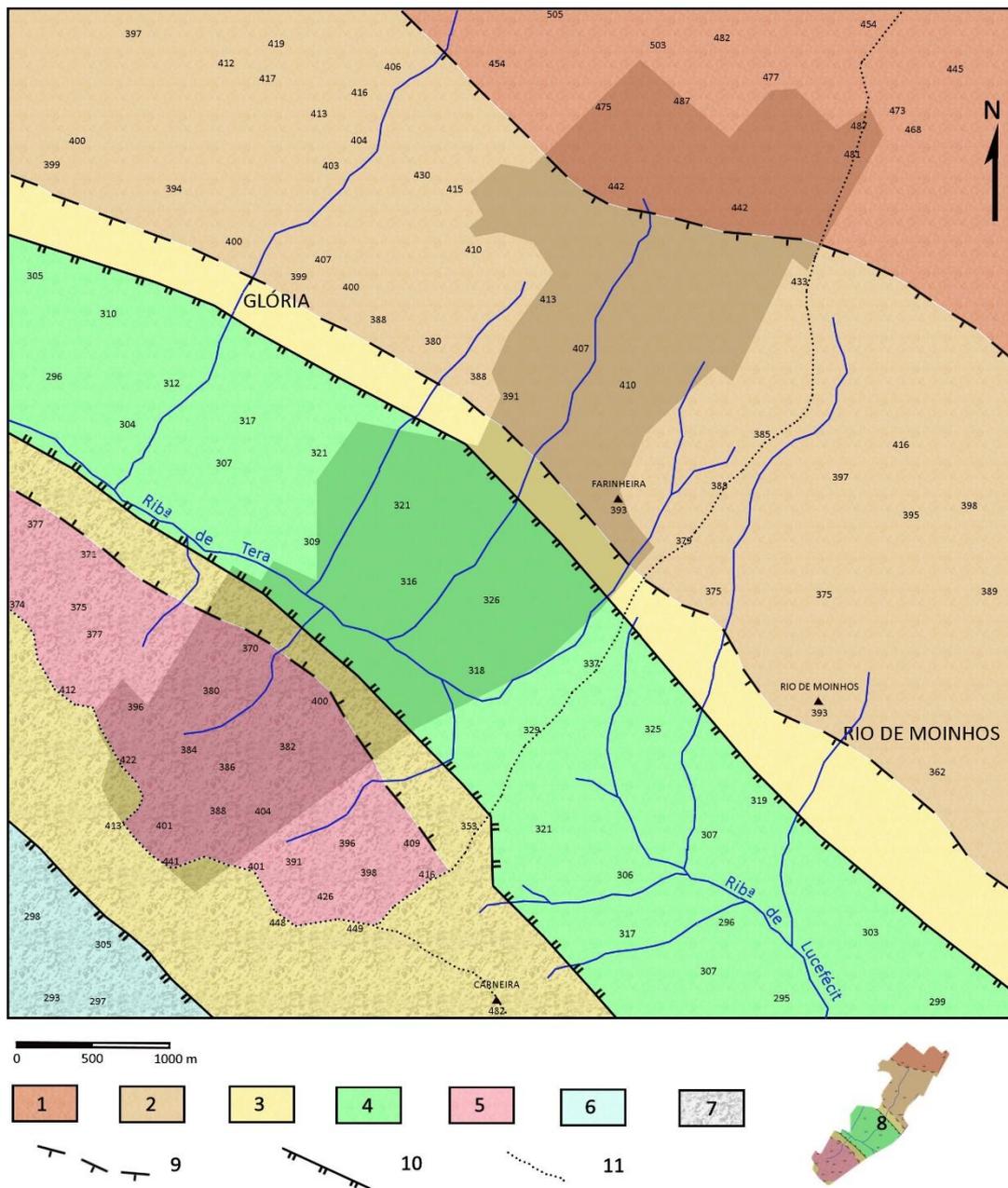


Figura 16 – Esboço geomorfológico da região da Quinta do Carmo. 1 – Planalto da estrutura de Estremoz sensivelmente coincidente com o afloramento dos mármore dolomíticos, mármore calcíticos e dolomias secundárias (equivalente à faixa nº 1 da figura 15); 2 – Superfície de aplanção a cotas inferiores, parcialmente dissecada pela rede de drenagem talhada maioritariamente na Formação dos Xistos Raiados (equivalente à faixa nº 2 da figura 15); 3 – Áreas de declive acentuado/escarpas; 4 – Depressão da Formação de Terena (equivalente à faixa nº 3 da figura 15); 5 – Superfície talhada na Formação de Barrancos, a cotas semelhantes às do sector 2, preservada no bloco da Serra de Ossa; 6 – Depressão da Ribeira do Castelo (equivalente à faixa nº 5 da figura 15); 7 – Sector da Serra de Ossa; 8 – Área poligonal correspondente à Quinta do Carmo; 9 – Rebordo erosivo; 10 – Base de escarpa que pode corresponder a falha; 11 – Interflúvio, limite de bacia.



Figura 17 – Aspeto dos solos pedregosos no fosso morfológico do Sinclinal de Terena (vista para norte com vista sobre a escarpa que dá para superfície de aplanção a cotas inferiores na Formação dos Xistos Raiados).

4. Geologia Económica

No presente capítulo pretende-se fazer uma pequena resenha sobre as matérias-primas geológicas com potencial económico na região. Não obstante as matérias-primas indicadas apresentarem potencial económico, o presente capítulo apenas as indica, não fazendo qualquer análise e avaliação do potencial extrativo e económico, pois tal avaliação está para além do intuito do presente estudo. Assim, a presente seção apresenta a seguinte organização interna:

4.1. Rochas ornamentais

4.1.1. Mármore

4.1.2. Xistos

4.2. Recursos metálicos

4.3. Recursos não metálicos

4.4. Ocorrências minerais e atividade extrativa na área da Quinta do Carmo

4.1. Rochas ornamentais

Toda a região do Anticlinal de Estremoz (que inclui os Municípios de Sousel, Estremoz, Vila Viçosa, Borba e Alandroal) é amplamente reconhecida nacional e internacionalmente pela sua atividade extrativa, em muito resultado da extração de rochas ornamentais, nomeadamente dos designados Mármore de Estremoz (nome pelo qual são historicamente conhecidos todos os mármore do Anticlinal de Estremoz). Outras tipologias de rochas estão presentes na região, pese embora a atividade extrativa industrial nunca se tenha desenvolvido. Contudo, a sua utilização, mesmo que pontual, é indicadora da sua extração, mesmo que em épocas passadas. Desta forma, e nesta seção, iremos fazer uma pequena resenha sobre as características destes materiais.

4.1.1. Mármore

Os mármore são uma matéria-prima de excelência utilizada desde a antiguidade clássica. No Alentejo são vários os polos extrativos (antigos e atuais) que visavam a exploração de mármore, nomeadamente no Anticlinal de Estremoz, Brinches, Escoural, Serpa, Viana do Alentejo, Trigaches e Vila Verde de Ficalho (Lopes & Gonçalves, 1997). Neste relatório, iremos focar-nos apenas nos mármore da região do Anticlinal de Estremoz.

Os Mármore de Estremoz são calcíticos e apresentam numerosas variedades cromáticas e texturais, sendo explorados no Complexo Vulcano-Sedimentar Carbonatado de Estremoz anteriormente mencionado. Esta unidade é delimitada a topo pelas formações xistentas de idade silúrico-devónica, sendo que a muro surge uma unidade composta por mármore dolomíticos (ou como muitas vezes é descrita, dolomitos cristalinos – Formação Dolomítica).

Explorados pelo menos desde o período romano, a extração destes mármore permanece ativa na região, havendo um conjunto de evidências para que a sua exploração tenha sido contínua pelo menos desde o século XIII até à atualidade (Fig. 18; e.g. Mourinha & Moreira, 2019). Embora os mármore dolomíticos sejam mais abundantes em área, estes encontram-se muito fraturados, pelo que deles não é possível obter blocos com dimensão comercializável.

Os Mármore de Estremoz são rochas metamórficas monominerálicas constituídas por calcite (em muitos casos com percentagens superiores a 99%); os minerais acessórios são raros, geralmente

inferiores a 5% (Lopes & Martins, 2015; Moreira & Lopes, 2019), incluindo quartzo (o mineral acessório mais abundante), feldspatos s.l., micas (moscovite/sericite, fucsite e biotite), anfíbulas, turmalina, óxidos e sulfuretos de Ferro e dolomite. Apresentam geralmente uma textura granular (granoblástica) não foliada de grão médio a fino, com valores médios entre 0,5 a 1mm, embora o tamanho do grão possa variar entre os 0,2-4,0mm (Moreira & Lopes, 2019 e referências inclusas).

No Anticlinal de Estremoz, os mármore provenientes dos diferentes núcleos extrativos (e.g. Cerca de Santo António, Cruz dos Meninos, Barro Branco, Poço Bravo - Mouro, Rosal, Encostinha, Vigária, Cabanas, Monte-d'El Rei, Olival Grande, Maroteira, Lagoa e Fonte da Moura – Pardais, de NE para SW, entre outros atualmente com menor importância económica como Marinela (Glória), Salgadas, Peixinhos, etc.) apresentam texturas, padrões e variações cromáticas que os caracterizam e que os especialistas e/ou industriais da região identificam.

No que respeita às variações cromáticas, são identificadas quatro variedades principais no Anticlinal de Estremoz:

- (1) Mármore brancos e cremes: geralmente mármore com elevada pureza mineralógica e composicional, podendo em muitos casos ser constituídos por mais de 99% de calcite;
- (2) Mármore de tonalidades escuras: mármore do topo da sucessão, com tonalidades variáveis entre o negro e o cinzento azulado, apresentam geralmente um conteúdo não negligenciável de matéria orgânica. Ocasionalmente, ocorrem bancadas com espessura centimétrica exclusivamente constituídas por material grafitoso;
- (3) Mármore rosas: estes mármore estão intimamente relacionados com a presença de níveis mineralogicamente mais impuros de cor esverdeada, cujos protólitos seriam rochas vulcânicas (cinzas e piroclastos);
- (4) Mármore vergados/venados: mármore de tons claros com bandas de tonalidades e composições distintas, que lhes conferem padrões variáveis. As vergadas resultam de níveis com uma maior proporção de impurezas mineralógicas. Estas vergadas podem ter tonalidades distintas desde o verde, creme, laranja, castanho até ao negro.

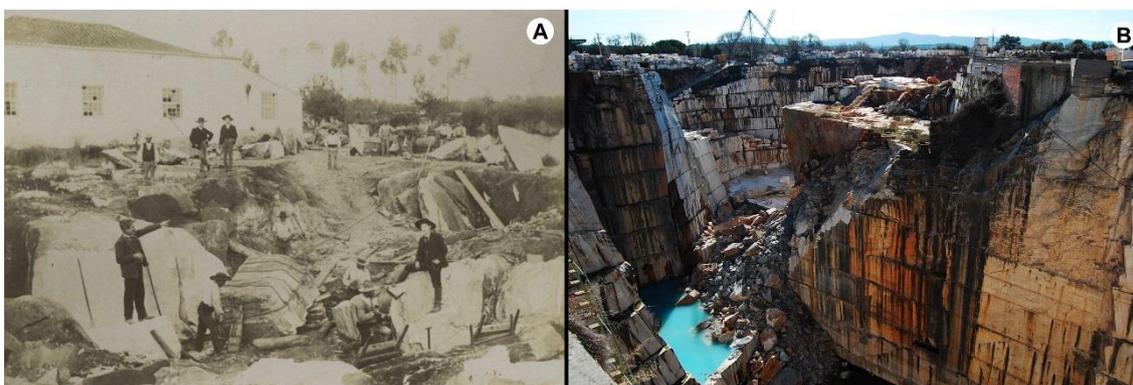


Figura 18 – Pedreira de extração local de Mármore (cerca de Santo António, Estremoz): (A) aspeto da exploração no início do século XX (Foto de Ernesto Vieira em 1901; Fotografia cedida pela Biblioteca Municipal de Estremoz / Arquivo Fotográfico retirado de Mourinha & Moreira, 2019); (B) aspeto da exploração contemporânea.

4.1.2. Xistos

A exploração de rochas xistentas é menos comum nesta região alentejana, contudo, uma unidade geológica revelou ter potencial para a atividade extrativa, albergando explorações industriais ou semi-industriais na região de Barrancos e Mourão: a Formação de Barrancos anteriormente descrita na seção 2. Esta espessa unidade, composta por xistos cinzentos, esverdeados e roxos,

comporta, na sua parte superior, níveis mais ricos em psamitos esverdeados, por vezes ricos em icnofósseis, que permitiu nas regiões de Barrancos e Mourão separar um membro superior da Formação de Barrancos designado por Xistos com *Phyllodocites* (Delgado, 1908). Em ambos os municípios, as rochas xistentas desta formação foram exploradas, descrevendo-se de seguida de forma sintética os materiais extraídos de acordo com o Catálogo de Rochas Ornamentais disponível online em <https://rop.lneg.pt/rop/FormTipo.php>.

Xisto de Barrancos - Pedreira do Mestre André

Xistos micáceos de tonalidades esverdeada, amarelada, avermelhada ou violácea, com laminações detriticas milimétricas. É maioritariamente constituído por moscovite e biotite (80%), clorite (12%), quartzo (6%), apresentando como minerais acessórios feldspato potássico e fases opacas. A formação produtiva constitui uma faixa xistenta localizada na parte superior na Formação de Barrancos (diferenciada como membro dos Xistos com *Phyllodocites*), apresentando bioturbações do tipo meandriformes. Segundo a xistosidade, ocorre, por vezes, preenchimento com manganês e ferro, oferecendo aspetos dendróides.

Xisto de Mourão - Pedreira de Mourão

Xistos de tonalidade acinzentada a cinzenta-azulada, mais raramente cor-de-rosa, com manchas cinzento-esverdeadas e rosadas e pontuações cinzentas escuras. É maioritariamente constituído por biotite e sericite/moscovite (60-65%), clorite (15%) e feldspato potássico (14%), apresentando quartzo e fases opacas como mineralogia acessória. A formação produtiva constitui uma faixa xistenta com metamorfismo de contacto em resultado da intrusão do maciço granodiorítico de Reguengos de Monsaraz.

4.2. Recursos metálicos

Na região compreendida entre os municípios de Estremoz e o Alandroal, desenvolvem-se um conjunto de ocorrências minerais de Cobre e Ferro incluídos na Faixa Metalogénica Sousel-Barrancos (Fig. 19). Aqui foram exploradas, durante os séculos XIX e XX, um conjunto de pequenos depósitos de Cobre, sendo possível a identificação de um conjunto de antigas minas de Cobre nesta região, nomeadamente as minas do Bugalho, Mociços, Miguel Vacas, Zambujeira, e Mostardeira (Fig. 19), esta última localizada poucos quilómetros a NW da Quinta do Carmo. Para além das antigas minas, outras ocorrências de Cobre e Ferro, como por exemplo a de Ferrarias (Alandroal), são também reportadas (Mateus et al., 2013; Matos & Filipe, 2013).

Estas mineralizações de Cobre estão associadas a estruturas filonianas (e.g. Mateus et al., 2013; Maia et al., 2020), com preenchimentos hidrotermais polifásicos, apresentando quartzo, carbonatos e sulfuretos incluindo calcopirite, pirite, arsenopirite, esfalerite, pirrotite e galena. À superfície é possível identificar domínios de oxidação, evidenciado pela presença de óxidos e hidróxidos de Ferro e Manganês (Mateus et al., 2013). Estas estruturas filonianas, desenvolvidas em condições frágeis, têm sido interpretadas como estando relacionadas com as fases tardias da orogenia Varisca, cortando as sucessões xistentas de idade paleozoica, com destaque para a sucessão composta por xistos negros, liditos e quartzitos negros, identificados como pertencentes à Formação dos Xistos com Nódulos, de idade Silúrica. Incluem-se neste conjunto de ocorrências ainda algumas ocorrências estratiformes de Ferro e Cobre (Oliveira, 1986; Mateus et al., 2013)

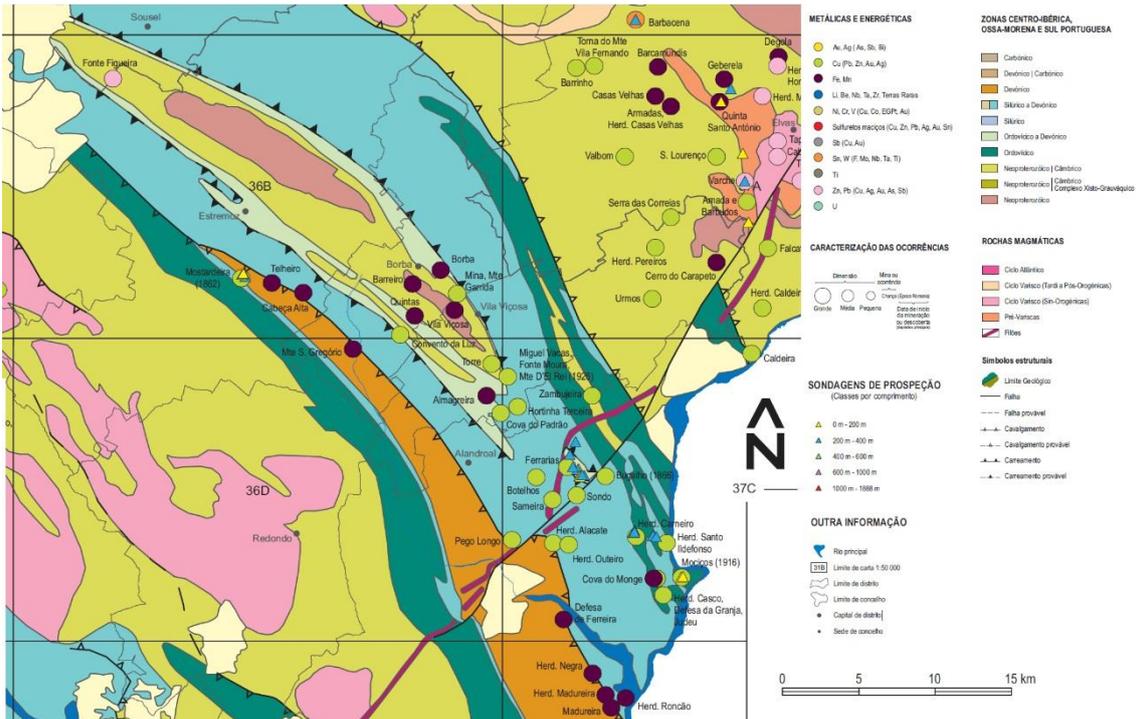


Figura 19 – Extrato da carta de ocorrências Mineiras do Alentejo e Algarve à escala 1/400.000 (Matos & Filipe, 2013)

Destaca-se na região a mina da Herdade da Mostardeira. Esta mina, descoberta provavelmente no período Romano (Brandão & Matos, 2000), iniciou a sua exploração em 1861/62, tendo-se mantido em atividade durante cerca de 20 anos (cessou atividade em 1881; Brandão & Matos, 2000 e referências inclusas).



Figura 20 – Antigas infraestruturas mineiras e zona de escombreira da mina da Mostardeira (Glória, Estremoz).

Para além das minas e ocorrências anteriormente descritas, na região envolvente à Quinta do Carmo, destaca-se ainda uma outra ocorrência de elementos metálicos. Na região de Santa Vitória do Ameixial, identificou-se uma ocorrência de Chumbo e Zinco, à qual se associa também o Cobre (Fig. 19). Esta ocorrência mineral está também ela associada a uma estrutura filoniana (de orientação geral N60°E) que intui a unidade composta por mármore dolomíticos de idade câmbria (Formação Dolomítica). A estrutura filoniana tem natureza quartzosa, sendo a mineralização composta por sulfuretos, nomeadamente pirite, galena, calcopirite e esfalerite.

4.3. Recursos não metálicos

Sob pena de não identificar aqui outros recursos da região, cingir-nos-emos aqui em dois recursos importantes na identidade local.

As dolomias cristalinas não apresentam no geral utilização considerável na região, pese embora as mesmas possam ter sido utilizadas no fabrico de cal. Contudo, e visto a grande extensão desta unidade, a mesma poderá ser uma mais-valia na produção de brita para construção ou pavimentação, mas também para fabrico de cimentos ou para outras aplicações industriais.

Um outro importante recurso local são os barros vermelhos resultantes da alteração das rochas carbonatadas de idade câmbria, nomeadamente da Formação Dolomítica e do Complexo Vulcano-sedimentar Carbonatado de Estremoz. Da alteração destas rochas carbonatadas resulta um solo avermelhado, denominado de *terra rossa*, rico em minerais argilosos que no passado foi amplamente utilizado para a produção de barro consumido na indústria barrística/cerâmica local, embora na atualidade não exista produção de barro local, provindo o mesmo de locais externos à região.

4.4. Ocorrências minerais e atividade extrativa na área da Quinta do Carmo

Nesta seção destaca-se a presença de um conjunto de evidências de atividades extrativas na área da Quinta do Carmo, bem como a presença de ocorrências minerais metálicos. Na tabela II, faz-se um apanhado das ocorrências identificadas, projetando-se a sua localização no mapa presente em anexo (IV).

Tabela II – Síntese dos locais com evidências de atividade extrativa e ocorrências minerais na Quinta do Carmo.

Tipo de ocorrência	n	Descrição sintética
Pedreira artesanal	1	Pedreira artesanal de lajes xistentas (Louseira) localizado na Formação de Barrancos
Forno de cal	1	Forno de cal, com uma possível área de intervenção extrativa localizada a norte
Pedreiras de Mármore	3	Áreas intervencionadas localizadas na região dos mármore que podem corresponder a pequenas explorações entulhadas ou a trabalhos de prospeção
Ocorrência mineral	6	Pequenas ocorrências de minerais metálicos, nomeadamente abundantes óxidos de ferro, por vezes, com <i>boxworks</i>

Pedreira artesanal

Inserido na Serra d'Ossa identificou-se uma pequena área de cerca de 20.000 m² com evidências de atividade extrativa antiga (idade desconhecida). Nesta pedreira artesanal extrair-se-iam lajes

xistentas de tonalidades cinza esverdeadas da Formação de Barrancos (Louseira), provavelmente para aplicação em edificado local. Aliás, na área da Quinta do Carmo foi possível identificar edificado com material xistento com provável proveniência da Formação de Barrancos (ver a título de exemplo os materiais utilizados como lajedo no monte com coordenadas N38,795492°, W007,526727°).

Forno de cal

Nos domínios setentrionais da área da Quinta do Carmo, identificou-se a presença de um Forno de cal (Fig. 21), parcialmente entulhado com materiais de proveniência diversa. Cerca de 70 m a norte do forno de cal foi identificada uma área com possível intervenção antrópica, que poderia ter servido como área extrativa de rochas carbonatadas para a queima e produção de cal.



Figura 21 – Forno de cal localizado na área da Quinta do Carmo.

Pedreiras de Mármore

Também no domínio setentrional da Quinta do Carmo, na área cartografada como mármore calcíticos e dolomíticos, foi possível identificar um conjunto de áreas intervencionadas pelo homem. Estas áreas podem corresponder a antigas explorações de pequenas dimensões, atualmente entulhadas (como parece ser o caso de uma área localizada a cerca de 500m a ENE da Quinta das Carvalhas) ou a antigos trabalhos de prospeção ou exploração experimental para avaliação de recurso. Todas estas áreas intervencionadas são de pequenas dimensões.

Na notícia explicativa da carta geológica de Estremoz (folha 36-B) refere-se inclusive uma pequena mancha de mármore branco-creme e rosa-creme, com veios cinzentos localizada a 325 m a NE do monte das Carvalhas, que pode corresponder a uma das áreas assinaladas e que parece ter sido entulhada. De acordo com a notícia explicativa, a largura da faixa de provável interesse económico parece ser mais extensa. Um pouco mais a NE, destaca-se ainda a presença de uma pequena exploração de mármore (com lavra suspensa ou inativa) nos limites da propriedade.

Ocorrência mineral

Na área da Quinta do Carmo identificaram-se um conjunto de 6 ocorrências de minerais metálicos, todas elas identificadas superficialmente pela presença de abundantes óxidos de ferro e manganês (Fig. 22). Das 6 ocorrências, quatro delas ficam localizadas sobre as manchas correspondentes aos xistos negros do Silúrico, enquanto as restantes duas se localizam na unidade dos mármore dolomíticos.

Nas ocorrências ligadas aos xistos negros do Silúrico, distinguem-se duas tipologias principais: (1) veios/filões de quartzo com abundantes óxidos, muitas vezes com vazios de forma cúbica indicativos da presença de cristais de pirite (*boxworks*); ou (2) sob a forma de disseminações intensas de óxidos de ferro quer nos xistos negros, quer nos liditos da unidade. Em ambos os casos, desenvolvem-se crostas superficiais com abundantes óxidos de ferro (*gossan*).

No caso das ocorrências ligadas aos mármore dolomíticos, também se identificaram duas tipologias distintas de ocorrências: (1) zona de falha paralela à estrutura regional (ver capítulo seguinte, sobre a estrutura) com abundantes óxidos de ferro; (2) uma área com cerca de 90.000m², caracterizada pela presença de abundantes filões de quartzo, de possança métrica, segundo duas orientações predominantes (NW-SE e NE-SW), nos quais se identificam abundantes óxidos de ferro. Nos filões é possível identificar várias gerações de quartzo, bem como a presença de evidências de processos de dissolução e oxidação de sulfuretos, por vezes, com a presença de *boxworks*.



Figura 22 – Aspeto geral das ocorrências metálicas identificadas na região da Quinta do Carmo.

5 - Estrutura

Neste capítulo pretende-se caracterizar a estruturação geral das unidades cartografadas. Para isso descrevem-se as principais estruturas planares e lineares identificadas nas unidades geológicas e que têm importância não apenas na caracterização geológica do território, mas também nos estudos geotécnicos e hidrogeológicos em curso.

Como previamente referido, as unidades aqui caracterizadas são, na sua totalidade, de natureza metamórfica, afetando sucessões sedimentares de idade paleozoica (Câmbrico a Devónico). O processo tectono-metamórfico presente encontra-se amplamente descrito na bibliografia (e.g. Araújo et al., 2013; Moreira et al., 2014 para mais informação), estando relacionado com a atuação do Orógeno Varisco na Ibéria.

Estruturas planares

Nesta secção focar-nos-emos em duas estruturas fundamentais para descrever a estruturação geral exibida pelas unidades geológicas presentes: a estratificação (S_0) e a foliação (S_2). A distribuição espacial destas estruturas pode ser consultada no mapa geológico anexo (Anexo I).

A estratificação é uma estrutura característica das unidades de natureza sedimentar. Esta estrutura resulta do processo de sedimentação, resultando daí a génese de camadas (ou estratos) que se diferenciam entre si pela cor, pela composição mineralógica e pela granularidade e que se separam entre si por superfícies planares (a estratificação – S_0). Os estratos depositam-se inicialmente na horizontal, pelo que a alteração da sua geometria primária (basculamento ou dobramento) resulta essencialmente dos processos tectono-metamórficos ocorridos. Deste processo pode ainda resultar a génese de uma outra estrutura planar, mais ou menos penetrativa, nomeadamente nas rochas de carácter detrítico de grão fino (argilitos e siltitos), a foliação. Quando as rochas detríticas são afetadas por intensos episódios tectono-metamórficos geram-se as rochas xistentas.



Figura 23 – Relações geométricas entre a estratificação e foliação.

A análise dos diagramas de projeção estereográfica mostram a clara alteração da geometria primária de S_0 , generalizando-se na área a presença de estratos basculados e dobrados (Figs. 23 e 34). Associada a mudança da geometria de S_0 em resultado dos processos de deformação ocorridos durante o Paleozóico superior (i.e. há mais de 250 Ma), gera-se uma foliação penetrativa S_2 nas rochas xistentas características de todo o domínio central e meridional da Quinta do Carmo.

Nas rochas carbonatadas (mármore dolomíticos e calcíticos) apresentam um bandado litológico característico que é, na verdade, uma estrutura compósita ($S_0 + S_2$). Este bandado apresenta uma orientação geral N149° dominantemente mergulhante para o quadrante SW, com valores de inclinação em torno dos 60° (Fig. 24A). Nas rochas xistentas, esta estrutura planar primária muitas vezes não é observável dado a uniformidade dos litótipos que compõem as unidades, mas também pelo intenso desenvolvimento de uma foliação S_2 , com uma atitude em tudo semelhante ao bandado presente nos mármore, embora com valores de inclinação um pouco superiores (S_2 N137°, 79°S; Fig. 25). Contudo, é possível identificar localmente a presença de variações litológicas primárias (S_0) que mostram a presença de estruturas dobradas (Fig. 23). Muito embora continuem a dominar as orientações em torno do NW-SE e inclinações dos estratos para o quadrante SW (atitude média de N135°, 78°S), observa-se uma maior dispersão dos planos de estratificação (Fig. 24B).

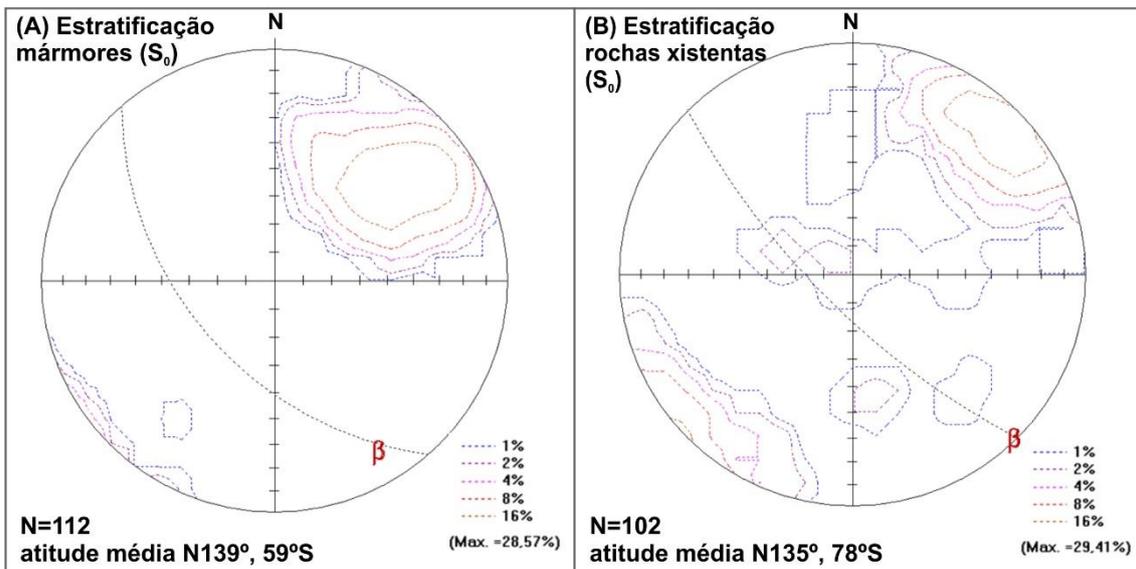


Figura 24 – Diagramas de projeção estereográfica relativos a S_0 (projeção de igual área, hemisfério inferior).

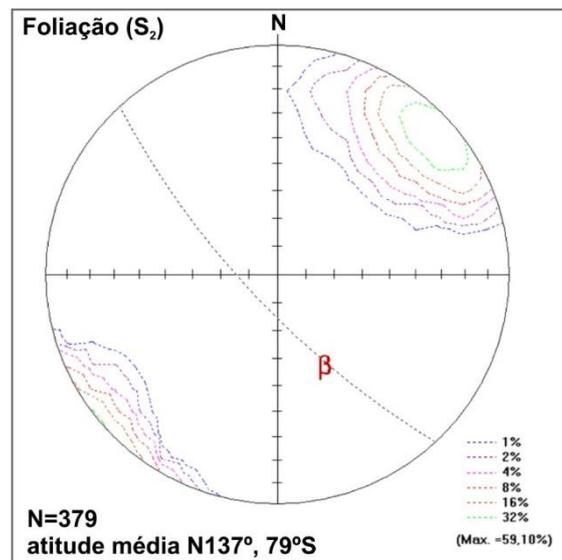


Figura 25 – Diagrama de projeção estereográfica relativo à foliação S_2 (projeção de igual área, hemisfério inferior).

Embora a estruturação observada resulte maioritariamente da atuação de uma fase de deformação, trabalhos prévios mencionam a presença de uma fase de deformação anterior na região, menos penetrativa (Lopes, 2003; Pereira et al., 2012; Araújo et al., 2013; Moreira et al., 2014), razão pela qual se considerou a foliação aqui presente como uma segunda foliação (daí a terminologia S_2 utilizada). Os dados obtidos mostram também a existência de uma fase de deformação anterior a S_2 , contudo a sua baixa penetratividade levou-nos a considerar a foliação S_2 como a mais significativa para o presente relatório.

A orientação geral da estrutura (NW-SE) explica assim a orientação geral das unidades geológicas cartografadas. Esta direção é concordante com a orientação geral das estruturas variscas descritas à escala regional (Araújo et al., 2013; Dias et al., 2016). Também com uma orientação em tudo semelhante à foliação S_2 geram-se um conjunto de zonas de cisalhamento tangenciais (maioritariamente com componente de cavalgamento para NE) que colocam em contacto unidades de diferentes idades. Entre estas estruturas destacam-se a título de exemplo:

- (1) a zona de cisalhamento que coloca em contacto as unidades de carbonatos do subsector do Anticlinal de Estremoz e as unidades xistentas do subsector do Sinclinal de Terena;
- (2) o cisalhamento que coloca em contacto a Formação de Barrancos com os Xistos Negros do Silúrico nos domínios setentrionais da Serra d'Ossa; e
- (3) as zonas de cisalhamento tangenciais responsáveis pelo aparecimento de estreitas faixas de Xistos Negros do Silúrico no seio das unidades de idade devónica (Formações de Terena e Xistos Raiados).

Estruturas lineares

Em resultado do processo de deformação anteriormente mencionados desenvolvem-se duas estruturas lineares principais:

- (a) Eixos de dobras (Fig. 26A): Em resultado do processo de deformação associado ao desenvolvimento da foliação S_2 , as estruturas prévias, nomeadamente S_0 , são dobradas dando origem a eixos de dobras geralmente mergulhantes que se dispõem sobre um plano em tudo semelhante a S_2 (N136°. 85°S). Embora se observe grande dispersão do valor e sentido de mergulho, a maioria das estruturas mergulha para o quadrante SE (N136°), com valores médios de mergulho em torno dos 26°.
- (b) Lineação de interseção (Fig. 26B): Esta estrutura linear resulta da interseção entre duas estruturas planares, nomeadamente a foliação S_2 e a estratificação (S_0). A dispersão geral revela clara semelhança com os eixos de dobras previamente mencionados, o que parece revelar a sua génese concomitante. Com efeito, também aqui se observa que a estas estruturas lineares se dispõem sobre um plano em tudo semelhante a S_2 (N137°. 77°S). Estas estruturas apresentam também grande dispersão do valor e sentido de mergulho, embora a maioria das estruturas mergulhe para o quadrante SE (N148°), com valores médios de mergulho em torno dos 40°.

Em ambos os casos, os valores obtidos são muito semelhantes ao valor de β evidenciado nos diagramas que projetam a atitude de S_0 nos mármore (16°, N149°; Fig. 24A) e nas rochas xistentas (2°, N135°; Fig. 24B) pelo que se considera que a estrutura observada resulta maioritariamente da atuação de uma fase de deformação, que é responsável pela génese da foliação S_2 .

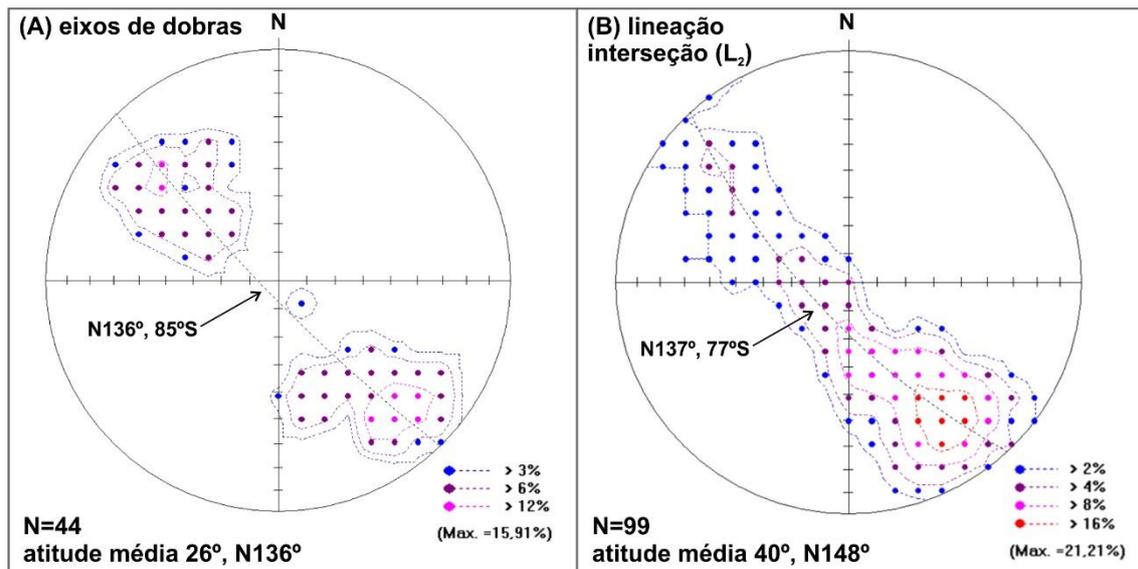


Figura 26 – Diagramas de projeção estereográfica relativos a estruturas lineares: (A) eixos de dobras e (B) lineação de interseção L_2 ($S_0^{\wedge}S_2$) (projeção de igual área, hemisfério inferior).

Outras estruturas planares

Considerou-se isoladamente um conjunto de estruturas planares que cortam as estruturas previamente descritas. Estas estruturas têm assim um desenvolvimento mais tardio relativamente às estruturas descritas anteriormente, sendo que a sua génese poderá estar, na maioria dos casos, associada aos episódios tardios do orógeno varisco (Dias et al., 2017), não sendo de excluir que parte destas estruturas possam ser posteriores, isto é, associadas aos episódios de deformação meso-cenozóicos. Assim, de seguida apresenta-se uma pequena descrição destas estruturas.

- Falhas

Algumas das falhas tardias são visíveis em afloramento (Fig. 27), contudo as estruturas de maior dimensão são postas em evidência pela intensa fracturação e a presença de bandas kinks desenvolvidas nas regiões proximais a estas estruturas (Fig. 28). De entre as falhas tardias importa mencionar:

- as falhas de orientação NE-SW que cortam transversalmente e tardiamente a estrutura regional;
- as falhas subparalelas à estrutura regional postas em evidência pelo desenvolvimento de veios escalonados;
- uma falha provável localizada no bordo meridional da Quinta do Carmo, com uma orientação próxima de E-W.

- Fracturação e bandas kink

Como referido anteriormente a análise da fracturação tardia e a sua distribuição espacial é indicativa de estruturas de escala cartográfica (vide carta de fracturação em Anexo III). Outras estruturas desenvolvidas em regime frágil a frágil-dúctil, como é o caso das bandas kink, podem ser também indicativas de macroestruturas muitas vezes impossíveis de observar no terreno pela falta de afloramentos.



Figura 27 – Exemplo de uma zona de falha NE-SW na Formação de Barrancos.



Figura 28 – Exemplo de estruturas tardias afetando as unidades cartografadas: à esquerda fracturação NE-SW cortando as unidades carbonatadas e à direita, bandas kink vistas em corte afetando a foliação S_2 nas rochas xistentas da Formação de Barrancos.

No que concerne à fracturação, esta é maioritariamente subvertical, pelo que a sua análise geométrica pode ser elaborada utilizando diagramas de roseta (Fig. 29A). A análise do diagrama revela uma clara dominância de uma fracturação NE-SW (com uma direção média N48°E e uma dispersão entre NNE e ENE). Para além desta família dominante é ainda possível identificar duas outras famílias menos penetrativas: (1) família com orientação em torno dos N170° e (2) uma família com orientações em torno do E-W, com uma classe de ocorrência máxima em torno dos N80°.

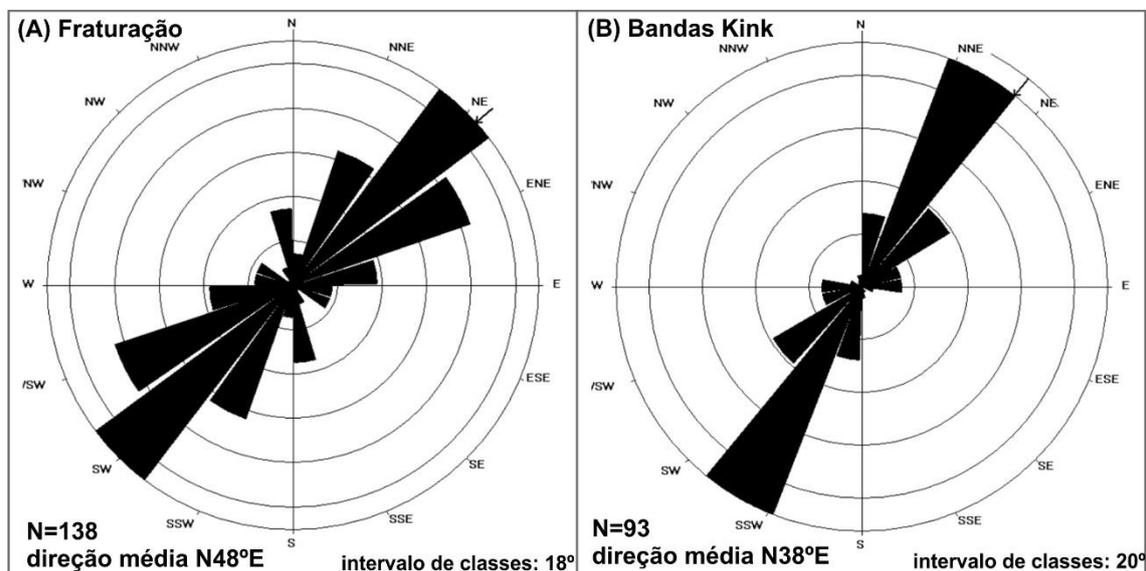


Figura 29 – Diagramas de roseta relativos a (A) Fracturação e (B) Bandas Kink.

O mesmo tipo de análise pode ser feito utilizando as bandas kink que, tal como a fracturação, são subverticais, utilizando-se também os diagramas de roseta para análise da sua geometria (Fig. 29B). Esta tipologia de estruturas desenvolve-se apenas nas unidades dominadas por rochas xistentas. Da mesma forma, há uma família dominante de bandas kink com orientações em torno do NE-SW (com uma direção média em torno dos N38°). Estas bandas kink apresentam geralmente uma cinemática esquerda associada. Uma análise espacial da dispersão geográfica das bandas kink esquerdas de orientação NE-SW mostram a sua associação com a fracturação com a mesma orientação. A associação espacial entre a fracturação e bandas kink esquerdas são indicativas de que ambas as estruturas são cogenéticas, indicando também que as falhas com esta orientação possam ter a mesma cinemática.

Também nestas estruturas se observa a génese de uma família menos abundante de bandas kink em torno da direção E-W. Estas bandas kink apresentam geralmente uma cinemática direita associada. Contudo, neste caso concreto não foi possível identificar claramente macroestruturas com esta orientação.

No que diz respeito à presença de veios tardios de quartzo (e/ou de calcite no caso das unidades carbonatadas) foi possível identificar a presença de duas unidades geológicas com um desenvolvimento mais regular destas estruturas. Nas unidades carbonatadas são dominantes os veios com orientação em torno dos N65° (Fig. 30A), parecendo haver associação com as famílias de fracturação presentes nestas unidades. Por outro lado, na Formação de Barrancos, os veios apresentam um desenvolvimento mais regular e com um arranjo escalonado evidente (Fig. 31). Neste caso, os veios de quartzo parecem associar-se a cisalhamentos tardios com uma orientação subparalela a ligeiramente transversal à estrutura regional. Foram identificados escalonamentos compatíveis com a presença de cisalhamentos direitos (com orientações variáveis entre N300° e N330°) e esquerdos (com orientações entre N310°W a N320°W) (Figs. 30B e 31).

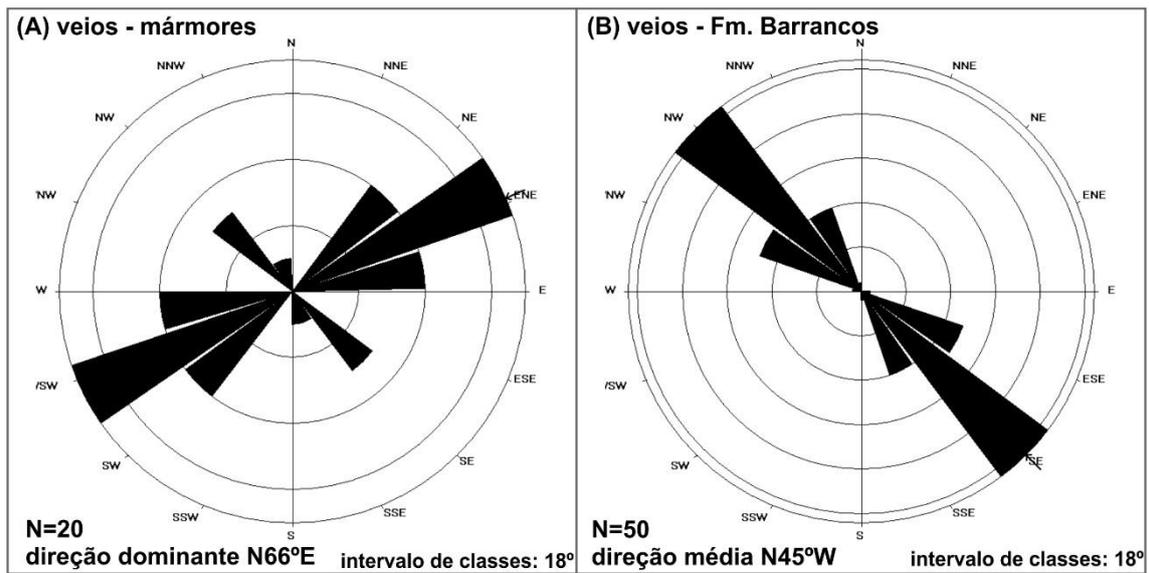


Figura 30 – Diagramas de roseta relativos aos veios tardios que cortam algumas das unidades cartografadas.



Figura 31 – Veios escalonados na Formação de Barrancos, compatível com movimentação esquerda, desenvolvida subparalelamente à estrutura.

- Filões de quartzo

No que concerne aos filões de quartzo de dimensões cartográficas, dois comportamentos distintos importam ser mencionados:

- (1) filões de possança métrica subverticais desenvolvidos paralelamente à estruturação regional, presentes nos Xistos Negros do Silúrico, na Formação de Terena e na Formação Dolomítica;
- (2) filões de possança métrica, subverticais desenvolvidos transversalmente à estruturação regional, com orientação dominante variável entre N40°-N80°, cortando a Formação Dolomítica.

Importa ainda mencionar que alguns destes filões de quartzo estão associados às ocorrências de Ferro anteriormente mencionadas, apresentando crescimento polifásico de quartzo, estruturas de dissolução (e.g. *boxworks*) e mostrando por vezes a associação a estruturas do tipo *gossan*.

Corte Geológico

Em termos macroscópicos, a estrutura geral da Quinta do Carmo corresponde à apresentada no corte geológico da figura 32. O corte foi construído tendo em conta a idade relativa das formações (vide capítulo 2) e a geometria das estruturas planares mesoscópicas que se descreveram neste capítulo. A inclinação sistemática de S_0 e S_2 para o quadrante SW denota uma vergência geométrica para NE da macroestrutura designada à escala regional por Sinclinal de Terena. Na realidade neste sector esta macroestrutura não é um sinclinal simples mas um conjunto de quatro dobras em sinclinal separadas falhas inversas junto às quais se esboçam dobras em anticlinal. Este tipo de geometria assemelha-se à apresentada em trabalhos anteriores para a região (Araújo et al., 2013, vide figura 33).

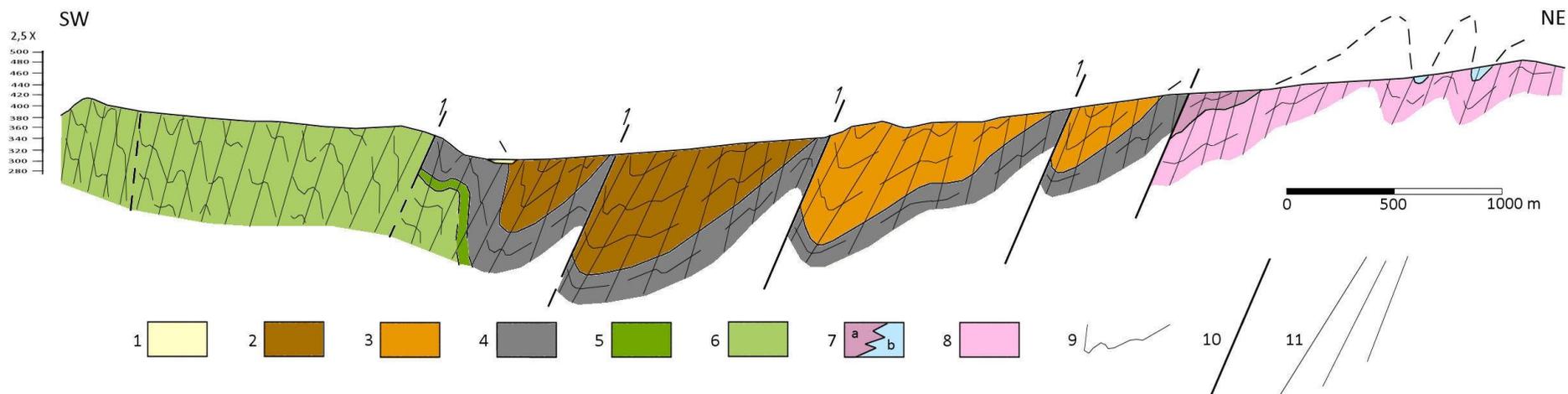


Figura 32 – Estrutura geral da Quinta do Carmo. 1 – Coluvião; 2 – Formação de Terena; 3 – Formação dos Xistos Raiados; 4 – Xistos Negros com liditos; 5 – Formação da Colorada; 6 – Formação de Barrancos; 7a – Dolomias secundárias; 7b – Mármore calcíticos; 8 – Mármore dolomíticos; 9 – Estratificação (S_0); 10 – Falha; 11 – Foliação (S_2).

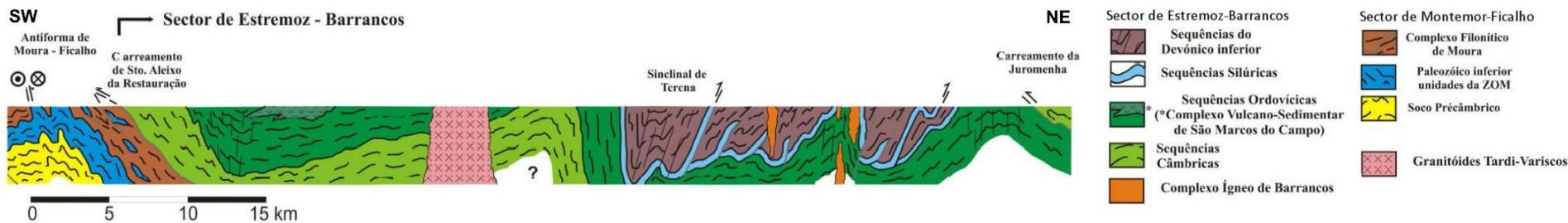


Figura 33 – Estrutura geral proposta para o Sector de Estremoz-Barrancos (retirado de Araújo et. al. 2013).

6 - Pontos de interesse e propostas de valorização

No sentido de valorizar o projeto de “*Eco-Turismo da Quinta do Carmo – Núcleo de desenvolvimento turístico*” procedeu-se ao levantamento de potenciais pontos de interesse geológico e paisagístico na área da Quinta do Carmo. Os pontos de interesse e a sua localização geográfica encontram-se sintetizados na tabela III.

Tabela III – Síntese dos locais com potencial geoturístico na Quinta do Carmo.

#	Nome	Descrição sintética	Coordenadas
1	Forno de Cal	Forno de cal, com uma possível área de intervenção extrativa localizada a norte	N38°48'13,76" W007°31'09,69"
2	Pedreira artesanal	Pedreira artesanal de lajes xistentas (Louseira) localizada na Formação de Barrancos	N38°46'12,31" W007°33'49,41"
3	Dobras #1 – Silúrico	Superfície topográfica proximal à futura Barragem da Mesquita, onde se podem observar as dobras nos Xistos Negros do Silúrico	N38°46'31,22" W007°33'03,13"
4	Dobras #2 – Devónico	Superfície topográfica proximal à futura Barragem da Mesquita, onde se podem observar as dobras na Formação de Terena (Devónico), bem como a intrusão de filão de quartzo.	N38°46'41,30" W007°32'52,01"
5	Interpretação da paisagem #1	Miradouro para a interpretação da paisagem (vista para norte)	N 38°46'21,26" W 7°33'15,08"
6	Interpretação da paisagem #2	Miradouro para a interpretação da paisagem (vista a 360°)	N38°45'46,70" W007°33'58,53"
7	Interpretação da paisagem #3	Miradouro para a interpretação da paisagem, nomeadamente para a incisão da rede fluvial atual	N38°46'29,77" W007°33'31,35"

Os dois primeiros pontos mencionados na tabela síntese (#1 e #2) pretendem evidenciar a ligação entre a geologia e as atividades económicas locais de carácter tradicional, valorizando o território e a matéria-prima local. A produção de cal apresenta uma clara ligação às raízes da região onde é implantada a Quinta do Carmo (ou não fosse “Estremoz, a cidade branca do Alentejo”) e as ardósias verdes da Formação de Barrancos era localmente utilizadas na edificação das habitações/montes.

Em ambos os casos considera-se fundamental a reabilitação do espaço envolvente. Para a valorização destes pontos, será necessário a desobstrução e retirada de entulhos, com o devido acompanhamento arqueológico e geológico das atividades de limpeza. Tais trabalhos podem valorizar ainda mais os pontos através da catalogação e caracterização dos materiais resultantes dos processos extrativo e de transformação da matéria-prima. Com efeito, será fundamental a valorização das lajes de ardósia verde da Formação de Barrancos e da “pedra pipoca” resultante do processo da produção da cal. Aliás, sem danificar os afloramentos existentes, seria de todo louvável a utilização destas ardósias verdes no processo de reabilitação urbanista dos montes. Em alternativa, podem utilizar-se materiais regionais similares, nomeadamente o “Xisto de Barrancos” ou o “Xisto de Mourão”.

Os pontos #3 e #4, localizados nas imediações da futura Barragem da Mesquita, pretendem ser pontos fundamentais para contar alguma da história geológica da Quinta do Carmo. Em ambos os casos observam-se imponentes dobras em afloramento. Contudo, para a valorização de ambos os pontos, os procedimentos a tomar seriam distintos:

- Ponto #3: É caracterizado pela presença de Xistos Negros do Silúrico intensamente dobrados pelos processos associados à Orogenia Varisca. Para valorização destas magníficas dobras, bem visíveis na superfície topográfica, seria necessário a limpeza da

curta espessura de solo no local (poucos centímetros, numa área de aproximadamente 5-10m²), criando uma plataforma em vidro que permitisse não apenas proteger as dobras, mas também a sua fácil observação pelo visitante.

- Ponto #4: Aqui observam-se dobras nas rochas devónicas da Formação de Terena. Para além disso, observa-se um filão de quartzo cortando a estrutura. Nesse sentido, e de forma a contar um pouco mais da história geológica do local ao visitante, seria eficaz a abertura de uma pequena sanja de 1,5 a 2,0 m de profundidade por 5 a 10 m de extensão no local, garantindo-se a sua estabilização.



Figura 34 – Dobras de escala métrica desenvolvidas nos Xistos Negros do Silúrico.

Em ambos os casos seria fundamental o acompanhamento das intervenções por parte de uma equipa de geólogos, não apenas para assegurar que as estruturas em causa fiquem visíveis, mas também para posterior caracterização de pormenor da planta (ponto #3) e corte (ponto #4) em questão. A valorização de ambos os pontos pode ser realizada, mas face à semelhança entre ambas, propõe-se que no caso de apenas uma das duas avance, que se avance prioritariamente com o ponto #3 (Fig. 34).

Uma vez que os afloramentos presentes na área da Quinta do Carmo são, na sua grande maioria, pouco didáticos, e como tal de baixa relevância para o geoturismo, sugere-se, para valorização do território, a realocação de alguns blocos soltos das matérias-primas locais (Figs. 35 e 36) para uma área expositiva ao ar livre. Na tabela IV identificam-se alguns dos locais onde surgem blocos de dimensão métrica de matérias-primas presentes na área da Quinta do Carmo com beleza estética intrínseca e que poderão ser realocizados. Para além destes blocos, durante os trabalhos de abertura da futura Barragem da Mesquita, alguns materiais poderão eventualmente ser também aproveitados neste sentido.

Sugere-se ainda que sejam adquiridos a empresas extrativas locais blocos/lajes das diversas tipologias de mármore que permitam não apenas contar a história geológica local, mas também mostrar a beleza e variabilidade dos materiais regionais. Para além disso, seria interessante a aquisição de outros materiais pétreos regionais, nomeadamente de lajes de xistos da região de Barrancos-Mourão, ou os granitoides da região de Monforte-Santa Eulália ou de Évora, embora estes últimos servissem apenas para que a história regional fosse mais extensiva.

Para a valorização destes materiais pétreos, para além do seu tratamento (polimento de superfícies, beneficiação com focos de luz, etc.) seria fundamental a caracterização química, mineralógica e textural das amostras (com a elaboração de lâminas delgadas, a qual supunha também a aquisição de um microscópio para observação das rochas por parte do visitante) e a criação de painéis explicativos para guiar o participante na aquisição de informação de carácter científico. Face à sugestão, coloca-se à entidade gestora a possibilidade de abrir um concurso para a criação deste conjunto de materiais para valorização da Quinta do Carmo, uma vez que tal atividade está muito para além do intuito do presente estudo, independentemente da atual equipa possuir valências para a sua realização.

Tabela IV – Localização de blocos métricos na área da Quinta do Carmo com potencial valor estético e geoturístico.

Tabela	Matéria-prima	Descrição sintética	Coordenadas
A	Quartzo	Bloco métrico associado aos corpos filonianos intrusivos nos mármore dolomíticos dos domínios setentrionais da Quinta do Carmo (Fig. 35).	N38°48'24,62" W007°31'31,84"
B	Quartzo	Bloco métrico associado aos corpos filonianos intrusivos na Formação de Terena. O bloco em causa é cortado por abundantes veios de óxidos de ferro (Fig. 12).	N38°46'55,55" W007°33'23,76"
C	Mármore	Bloco métrico de mármore calcítico ostentando geoformas de dissolução cársica, típica das rochas carbonatadas do Complexo Vulcano-sedimentar carbonatado de Estremoz (Fig. 36).	N38°48'25,16" W007°31'21,47"
D	Ardósia verde	Blocos métricos de ardósia cinza esverdeada da Formação de Barrancos soltos, mas localizados <i>in situ</i> .	N38°46'37,18" W007°33'44,84"
E	Ardósia verde	Blocos métricos de ardósia cinza esverdeada da Formação de Barrancos relocizados (na altura dos levantamentos de campo localizados nas traseiras da Quinta das Carvalhas).	N38°48'00,92" W007°31'54,47"



Figura 35 – Bloco de Quartzo com interesse estético.



Figura 36 – Bloco métrico de mármore mostrando um conjunto de geofomas resultantes dos processos de alteração.

Os pontos #5, #6 e #7 da tabela III são todos eles fundamentais para a interpretação da paisagem. Todos ficam localizados na região da Serra d'Ossa, contudo, cada um deles tem particularidades próprias que permitem uma visão global da geomorfologia da região:

- Ponto #5: Com uma desafogada vista para todo o quadrante norte, é possível deste ponto observar, de Oeste para Este, o edificado da mina da Mostardeira, a cidade de Estremoz, com destaque para a torre de menagem do castelo, a Serra da Vigária e toda a área extrativa da região de Bencatel. Para além disso é ainda possível observar num dia límpido a Serra de São Mamede, o ponto mais alto do Alentejo.



Figura 37 – Vista sobre o fosso morfológico do Sinclinal de Terena, observando-se ao fundo o Castelo de Estremoz assente sobre o planalto composto pelas rochas dolomíticas da Formação Dolomítica (vista para norte desde o ponto #5).

- Ponto #6: Neste local situado na extremidade meridional da propriedade é possível ter uma visão de 360° da paisagem, permitindo a observação da morfologia geral da Serra d'Ossa, o principal elemento do relevo do Alentejo Central. Para além disso é possível fazer a interpretação geral do relevo da região. Este ponto é, de certa forma complementar ao ponto anterior, permitindo uma análise mais completa do relevo regional.



Figura 38 – Panorâmica da Serra d'Ossa (vista para o quadrante sul desde o ponto #6).

- Ponto #7: Este ponto de interpretação da paisagem pretende enfatizar todo o processo de incisão da atual rede hidrográfica, com a génese do fosso morfológico do Sinclinal de Terena e dando-se destaque ao facto de na área da Quinta do Carmo se fazer a transição entre as bacias hidrográficas do Tejo e Guadiana. Para além disso, este local apresenta um importante elemento morfológico local: uma crista resultante da erosão diferencial da unidade geológica aqui aflorante, a Formação de Barrancos.



Figura 39 – Cristas da Formação de Barrancos, observando-se em segundo plano o fosso morfológico do Sinclinal de Terena (vista para norte desde o ponto #7).

Para a dinamização destes locais como pontos de observação da paisagem seria útil a construção de pequenas plataformas (em madeira) que servissem de miradouro e permitissem ao visitante elevar-se 2 a 3 metros relativamente aos pontos em causa de forma a apreciar mais facilmente a paisagem e os relevos regionais. Para além disso seria fundamental a criação de painéis, físicos e/ou audiovisuais/digitais, que permitam a interpretação autónoma do relevo e da paisagem.

Referências bibliográficas

- Araújo, A., Piçarra, J.M., Borrego, J., Pedro, J., Oliveira, J.T., 2013. As Regiões Central e sul da Zona de Ossa Morena. Em *Geologia de Portugal, Volume I, Geologia Pré-mesozóica de Portugal*, (Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. e Kullberg, J.C, Editores), Escolar Editora, p. 509 – 549.
- Brandão, J.M., Matos, J., 2000. Memórias do Cobre. Nota sobre a criação de um parque Arqueo-Industrial na Mina da Herdade da Mostardeira. Primer Simpósio sobre la Minería y la Metalurgie Antigua en el SW Europeo, Serós, 6.3, pp. 483-493.
- Carvalhosa, A., Gonçalves, F., Oliveira, V., 1987. Carta Geológica de Portugal, notícia explicativa da folha 36-D, Redondo. Serviços Geológicos de Portugal, 63p.
- Delgado, J. F. N., 1908. Systéme Silurique du Portugal. Étude de stratigraphie aléontologique. Mémoires de la Commission Service Géologique du Portugal, Lisboa, 245 p.
- Dias, R., Ribeiro, A., Romão, J., Coke, C., Moreira, N., 2016. A review of the Arcuate Structures in the Iberian Variscides; Constraints and Genetic Models. *Tectonophysics*. 681C, pp. 170-194. DOI: 10.1016/j.tecto.2016.04.011
- Dias, R., Moreira, N., Ribeiro, A., Basile, C., 2017. Late Variscan Deformation in the Iberian Peninsula; A late feature in the Laurasia-Gondwana Dextral Collision. *International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch)*. 106:2, pp. 549-567. DOI: 10.1007/s00531-016-1409-x
- Feio, M., 1983. O relevo da Serra de Ossa: uma interpretação tectónica. *Finisterra Rev. Port. Geogr.*, Lisboa, vol. 18, pp. 5-26.
- Ferreira, P. e Piçarra, J.M. (Coords.), 2020. Carta Geológica de Portugal na Escala 1/200.000, folha 6. LNEG, Laboratório de Geologia e Minas, Unidade de Geologia, Hidrogeologia e Geologia Costeira.
- Gonçalves, F., Pinto Coelho, A.V., 1974. Carta Geológica de Portugal na escala 1/50.000, notícia explicativa da folha 36-B, Estremoz. Serviços Geológicos de Portugal, 64p.
- Lopes, J.L., 2003. Contribuição para o conhecimento Tectono – Estratigráfico do Nordeste Alentejano, transversal Terena – Elvas. Implicações económicas no aproveitamento de rochas ornamentais existentes na região (Mármore e Granitos). Tese de Doutoramento, U. Évora, 568 p.
- Lopes, J.L., Gonçalves, F. 1997. Potencial Económico das Jazidas de Rochas Ornamentais na Zona de Ossa-Morena, In: Araújo, A., Pereira, M.F. (Eds), *Estudos sobre a Geologia da Zona de Ossa-Morena – Livro de Homenagem ao Professor Francisco Gonçalves*, Évora, pp. 263-282.
- Lopes, J.L., Martins, R., 2015. Global Heritage Stone: Estremoz Marbles, Portugal. In: Pereira, D., Marker, B. R., Kramar, S., Cooper, B. J. & Schouenborg, B. E. (eds) 2015. *Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stones*. Geological Society of London, Special Publications. 407, pp. 57-74. DOI: 10.1144/SP407.10
- Maia, M., Moreira, N., Vicente, S., Mirão, J., Noronha, F., Nogueira, P., 2020. Multi-stage fluid system responsible for ore deposition in the Ossa-Morena Zone (Portugal): constraints in Cu-ore deposits formation. *Geology of Ore Deposits*, 62(6), 508–534. DOI: 10.1134/S1075701520060094
- Martins, A., Moreira, N., Araújo, A., Pereira, D., *submetido*. The central Alentejo plateaus: a review of the regional relief units. 10th International Conference of the International Association of Geomorphologists, Coimbra, Portugal.
- Mateus, A., Munhá, J., Inverno, C., Matos, J. X., Martins, L. P., Oliveira, D., Jesus, A., Salgueiro, R., 2013. Mineralizações no sector português da Zona de Ossa Morena. In: Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P., Kullberg, J.C. (eds), *Geologia de Portugal*, vol. 1, Escolar Editora, pp. 577-620.
- Matos, J.X., Filipe, A. (coord.), 2013. Carta de Ocorrências Mineiras do Alentejo e Algarve, Escala 1:400 000. Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 1st Edition. ISBN: 978-989-675-029-9.
- Moreira, N., Lopes, L., 2019. Caracterização dos Mármore de Estremoz no contexto dos Mármore da Antiguidade Clássica da Zona de Ossa-Morena. In: Serrão, V., Soares, C.M., Carneiro, A. (coord.). PHIM – Património e História da Indústria dos Mármore: Mármore: 2000 anos de História. Volume 1: Da Antiguidade à idade Moderna. Theya Editores, Lisboa, 13-54. ISBN: 978-989-99164-3-2.

- Moreira, N., Araújo, A., Pedro, J.C., Dias, R. (2014). Evolução geodinâmica da Zona de Ossa-Morena no contexto do SW Ibérico durante o Ciclo Varisco. *Comunicações Geológicas* 101(I), pp. 275-278.
- Moreira, N., Pedro, J., Santos, J.F., Araújo, A., Dias, R., Ribeiro, S., Romão, J., Mirão, J., 2019. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ applied to age discrimination of the Palaeozoic carbonates of the Ossa-Morena Zone (SW Iberia Variscides). *International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch)*. DOI: 10.1007/s00531-019-01688-9.
- Mourinha, N., Moreira, N., 2019. Património edificado no Triângulo do Mármore; evidências para a utilização contínua do Mármore de Estremoz desde Época Medieval à Idade Contemporânea. In: *Arqueologia 3.0 – II. Comunicação, Divulgação e Socialização da Arqueologia*. Fundação da Casa de Bragança, pp. 171-206. ISBN: 978-972-9195-53-2
- Oliveira, J.T., Oliveira, V., Piçarra, J.M., 1991. Traços gerais da evolução tectono-estratigráfica da Zona de Ossa Morena, em Portugal: síntese crítica do estado actual dos conhecimentos. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 77, p. 3-26.
- Perdigão, J.C., Oliveira, J.T., Ribeiro, A., 1982. Notícia explicativa da folha 44-B (Barrancos) da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50 000, *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa, 52p.
- Oliveira, V., 1986. Prospecção de Minérios Metálicos a Sul do Tejo 1. *Geociências*, fasc. 1-2, pp. 15-22
- Pereira, M.F., Solá, R., Chichorro, M., Lopes, L., Gerdes, A., Silva, J.B., 2012. North-Gondwana assembly, break-up and paleogeography: U–Pb isotope evidence from detrital and igneous zircons of Ediacaran and Cambrian rocks of SW Iberia, *Gondwana Research* 22, pp. 866 – 881. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2012.02.010>.
- Piçarra, J.M., 2000. Estudo stratigráfico do sector de Estremoz-Barrancos, Zona de Ossa Morena, Portugal. Vol. I -Litoestratigrafia do intervalo Câmbrico médio?-Devónico inferior, Vol. II - Bioestratigrafia do intervalo Ordovícico-Devónico inferior. Tese de doutoramento, Universidade de Évora, 268 pp.
- Piçarra, J.M., Štorch, P., Gutiérrez-Marco, J. C., Oliveira, J. T. 1995. Characterization of the *Parakidograptus acuminatus* graptolite Biozone in the Silurian of the Barrancos region (Ossa Morena Zone, South Portugal). *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 81, 3-8.

ANEXOS

Anexo I

Mapa Geológica da Quinta do Carmo Glória, Estremoz

Anexo II

Mapa Geológica da Quinta do Carmo Glória, Estremoz – estruturas lineares

Anexo III

Mapa Geológica da Quinta do Carmo Glória, Estremoz – fracturação

Anexo IV

Mapa Geológica da Quinta do Carmo Glória, Estremoz – geologia económica e pontos de interesse