



Universidade de Évora

Departamento de Geociências

**Evolução Geológica da Região
Peniche – Torres Novas,
no contexto do Ensino da Biologia e Geologia**

Carlos Fernando da Silva Lopes



185055

Dissertação apresentada à Universidade de Évora, para obtenção de grau de Mestre em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço, especialidade em Processos Geológicos

Orientador: Prof. Doutor Rui Manuel Soares Dias

Évora

2010

AGRADECIMENTOS

Não posso apresentar este trabalho sem expressar o meu reconhecimento a todos os que, de alguma forma, contribuíram para o tornar possível. Assim gostaria de agradecer:

- ao Dr. Rui Dias pela confiança em mim depositada, pela disponibilização de recursos e pelo acompanhamento e orientação, que se revelaram essenciais para a prossecução dos trabalhos;
- ao Dr. José Mirão pela disponibilidade e incentivo manifestados;
- aos meus colegas e amigos Alexis e Raquel pela contribuição prestada;
- à Ana e à Mariana pela motivação e apoio que me transmitiram e, acima de tudo, pela compreensão que tiveram relativamente ao tempo que não lhes dediquei.

RESUMO

Evolução Geológica da Região Peniche – Torres Novas, no contexto do ensino da Biologia e Geologia

O trabalho que se apresenta centra-se na elaboração de um conjunto de materiais passível de ser utilizado pelos professores da área do Ensino da Biologia - Geologia, do ensino básico e secundário, com o intuito de lhes fornecer algumas das competências essenciais para a realização de saídas de campo na região de Peniche - Torres Novas.

Neste sentido, o presente trabalho contempla uma primeira parte em que a geologia e a geomorfologia da região são caracterizadas de uma forma detalhada. Esta caracterização permite que, inicialmente, sejam construídas cartas, geomorfológica, litostratigráfica simplificada, tectónica e de zonamento geológico, e que, posteriormente, seja apresentado um esboço da evolução geológica da região ao longo dos tempos.

Na segunda parte da dissertação pretende-se adaptar a geologia regional aos *curricula* dos vários níveis de ensino da Biologia - Geologia. Assim, após uma selecção dos conteúdos principais dos diferentes programas disciplinares, foram escolhidos e identificados locais com interesse geológico na região que, pelas suas características, são susceptíveis de serem visitados/estudados em saídas de campo.

Por último, são apresentadas sugestões para a estruturação de roteiros de carácter geológico assim como um exemplo concreto de roteiro.

ABSTRACT

Geological evolution of the Peniche-Torres Novas region on the Biology and Geology teaching context

The here presented essay is based on the elaboration of a set of materials which can be used by Biology and Geology, elementary and secondary school teachers, with the purpose of providing them with essential skills for field trips in the Peniche-Torres Novas region.

Therefore, the essay comprises a first section where the region geology and geomorphology are fully characterized. To begin with, this characterization allows geomorphologic, simplified lithostratigraphical, tectonics and geological zoning charts to be built and later on to present an outline of the region's geological evolution throughout the times.

The essay second section aim is to adapt the region geology to the different teaching levels of the Biology-Geology school curricula. That is, after a careful selection of the curricula main contents, the region geologically interesting places were chosen and identified, according to the features that make them worthwhile being visited/studied, when field trips are planned.

To complete the essay, suggestions on how to structure geological roadmaps along with a roadmap example are presented.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

B.L. – Bacia Lusitânica

B.T.T. – Bacia Terciária do Tejo

CDR – Caldas da Rainha

Fig. – figura

Form. – Formação

I.G.M. – Instituto Geológico e Mineiro

Inf. – Inferior

M.C.E. – Maciço Calcário Estremenho

Méd. – Médio

M.H. – Maciço Hespérico

M.O.I. – Margem Ocidental Ibérica

P. L. – Plataforma Litoral

P.N.S.A.C. – Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros

s.s. – *Sensu strictus*

Sup. – Superior

Tab. – Tabela

ÍNDICE GERAL

1- Introdução.....	1
1.1- Objectivos.....	1
1.2- Metodologias.....	2
2- Geologia da Região Peniche – Torres Novas.....	4
2.1- Enquadramento geomorfológico.....	4
2.1.1- Plataforma Litoral.....	4
2.1.2- Maciço Calcário Estremenho.....	8
2.1.3- Bacia do Tejo.....	15
2.1.4- Maciço Hespérico.....	17
2.1.5- Carta geomorfológica.....	20
2.2- Enquadramento geológico.....	21
2.2.1- Caracterização litoestratigráfica.....	21
2.2.1.1- Com detalhe proposto pela carta Geológica de Portugal à escala de 1:500 000.....	21
2.2.1.2- Simplificação para contexto do ensino básico e secundário.....	40
2.2.1.3- Carta litoestratigráfica simplificada.....	44
2.2.2- Caracterização estrutural.....	45
2.2.2.1- Falhas.....	45
2.2.2.2- Dobras.....	50
2.2.2.3- Depressões de origem tectónica.....	51
2.2.2.4- Carta tectónica.....	58
2.3- Zonamento geológico.....	59
2.3.1- Carta de zonamento geológico.....	59
2.4- Recursos Geológicos.....	60
2.4.1- Hidrológicos.....	60
2.4.2- Calcários.....	61
2.4.3- Areias.....	62
2.4.4- Argilas.....	62
2.4.5- Linhitos.....	63
2.4.6- Doleritos.....	64
2.4.7- Dolomitos.....	65
2.4.8- Sal-gema.....	65

2.5- Evolução geológica da região.....	67
3- Enquadramento da geologia regional nos <i>curricula</i> do ensino.....	79
3.1- Caracterização dos conceitos a transmitir.....	79
3.2- Individualização e caracterização dos locais de interesse geológico.....	83
3.3- Definição de percursos a serem utilizados em saídas de campo com os alunos....	117
4- Considerações Finais.....	131
Bibliografia.....	133
Apêndices.....	140
I- Exemplos de rochas aflorantes na região em estudo.....	142
II- Glossário.....	149

ÍNDICE E LEGENDAS DAS FIGURAS

	Pág.
Fig. 1- Aspecto geral da Arriba no Sítio da Nazaré	6
Fig. 2- Perfil topográfico da região a ocidente da Serra dos Candeeiros. (Segundo Carvalho, 1953; adaptado de Cabral, 1995) in Arneiro, 2005.....	7
Fig. 3- Enquadramento geográfico e limites do Maciço Calcário Estremenho.....	9
Fig. 4- Vista panorâmica da parte terminal da Serra dos Candeeiros (região NE da serra de Porto de Mós) e o contacto com o diapiro de Rio Maior – Porto de Mós.....	10
Fig. 5- Aspecto geral da depressão de Chão das Pias (planalto de Sto António).....	11
Fig. 6- Topografia da região de Fátima. Extraída da Carta topográfica 1/25000, do IgeoE, folha 309.....	12
Fig. 7- Espeliotemas no interior da gruta de Mira d’Aire (Moinhos Velhos).....	13
Fig. 8- Aspecto geral da região do Vale da Serra, entre a Serra de Aire e a falha do Arrife.....	14
Fig. 9- Vista panorâmica sobre a vila de Minde, a partir do cimo da escarpa de falha da “Costa de Minde”, pondo em evidência os desníveis suaves do bordo NE da depressão de Minde.....	15
Fig. 10- Aspecto geral da zona de contacto entre o Maciço Calcário Estremenho e a Bacia Terciária do Tejo.....	16
Fig. 11- Perfil topográfico da região Alpiarça – Constância, evidenciando as principais zonas sedimentares quaternárias: Terraços Plistocénicos (T); Aluviões (A) e Terraços Arenosos (A1) Holocénicos.	17
Fig. 12- Afloramento de ortogneisses migmatíticos (Pré-Hercínicos), na região de Vila Nova da Barquinha.....	18
Fig. 13- Perfil topográfico da região Peniche – Torres Novas com direcção NW-SE, incluindo as cidades de Nazaré e Torres Novas.....	19

Fig. 14- Perfil topográfico da região Peniche – Torres Novas com direcção NW-SE, incluindo as localidades de S. Martinho do Porto e Alcanede.....	19
Fig. 15- Carta Geomorfológica da região de Peniche – Torres Novas.....	20
Fig. 16- Aspecto de pormenor do afloramento de Ortognaisses migmatíticos de Vila Nova da Barquinha.....	22
Fig. 17- Carta Geológica da região Peniche – Torres Novas, adaptada da carta geológica de Portugal, na escala 1:500 000, 5ª edição da Direcção Geral de Geologia e Minas, de 1992.....	23
Fig. 18- Carta Litostratigráfica simplificada da região de Peniche – Torres Novas.....	44
Fig. 19- Escarpa de falha do Arrife, na região de Videla.....	46
Fig. 20- Cavalgamento do Arrife (adaptada de Ribeiro <i>et al.</i> 1996), in Manuppella <i>et al.</i> , 2006.....	47
Fig. 21- Evolução da estrutura de Alvados. Adaptado de Manuppella <i>et al.</i> , (2000).....	50
Fig. 22- Esquema representativo da tectónica desligante na depressão de Alvados. (Crispim, 1993).....	51
Fig. 23- Perfil esquemático da estrutura da depressão de Alvados (Adaptado de Crispim, 1993).....	52
Fig. 24- Aspecto geral da depressão de Alvados.....	52
Fig. 25- Corte geológico da Depressão de Minde (Adaptado de Rodrigues, 1991).....	53
Fig. 26- Aspecto geral do “Mar de Minde”.....	54
Fig. 27- Aspecto geral (A) e pormenor dos sedimentos presentes na “Pincha de Minde” (B).....	54
Fig. 28- Panorâmica da Depressão do Mindinho.....	55
Fig. 29- Interpretação esquemática dos anticlinais diapíricos das Caldas da Rainha e Rio Maior (Adaptado de Zbyszewski, 1959).....	57
Fig. 30- Carta Tectónica da região de Peniche – Torres Novas.....	58
Fig. 31- Carta de Zonamento Geológico da região de Peniche – Torres Novas.....	59
Fig. 32- Panorâmica da Albufeira da barragem de Castelo de Bode.....	60

Fig. 33- Aspecto de uma pedreira, na região de Pé da Pedreira (Serra dos Candeeiros)....	61
Fig. 34- Exploração de argila e areias na região de Ulme.....	62
Fig. 35- Ocorrência de Linhito em calcários do Jurássico Superior.....	63
Fig. 36- Dique dolerítico na Pedreira de Portela da Teira.....	64
Fig. 37- Panorâmica de afloramento de calcário dolomítico do Jurássico Médio, na região de Casal Velho (Planalto de Sto. António).....	65
Fig. 38- Exploração de sal, nas marinhas de Fonte da Bica – Rio Maior.....	66
Fig. 39- Modelo da geometria do soco no final da evolução da Bacia (adap. de Ribeiro <i>et al.</i> , 1996) in Kullberg <i>et al.</i> , (2006).....	68
Fig. 40- Localização e enquadramento da Bacia Lusitânica. Adaptado de Kullberg <i>et al.</i> , (2006).....	69
Fig. 41- Localização de diapiros na Bacia, segundo Ribeiro <i>et al.</i> , (1996); in Kullberg <i>et al.</i> , (2006).....	70

Capítulo 1

Introdução: Objectivos e Metodologias

1.1- OBJECTIVOS

O presente trabalho tem como principal finalidade a apresentação de um conjunto de materiais que possa ser utilizado pelos professores do ensino básico e secundário, da região de Peniche – Torres Novas, nos domínios do ensino da Biologia e Geologia / Ciências Naturais / Ciências da Natureza / Geologia, para apoio à realização de saídas de campo / visitas de estudo de âmbito geológico.

As visitas de estudo de âmbito geológico poderão ser um valioso contributo para o incremento da consciencialização dos alunos para o seu lugar no mundo natural, promovendo a compreensão da problemática da defesa do ambiente e da conservação da natureza, sobretudo se estas visitas forem realizadas, com especial incidência na região em que os jovens estão inseridos. A este propósito, Galopim de Carvalho (2007) referiu que: “Regionalizar é o modo que encontrei de dizer que as escolas deverão insistir nos temas geológicos mais marcantes nas regiões onde se encontram.”. Indo de encontro a este propósito, é também objectivo deste trabalho contribuir para a divulgação do património geológico regional, sobretudo junto das comunidades escolares inseridas na área geográfica da região em estudo.

Acrescente-se ainda que, do ponto de vista dos docentes das geociências, dos ensinos básico e secundário, a informação científica é, por vezes, muito técnica e não se

encontra facilmente disponível nem sistematizada, nomeadamente no que diz respeito à zona em análise, o que torna mais difícil a tarefa da organização das suas aulas / visitas de estudo. Desta forma, pretende-se também com este trabalho, contribuir para a compilação, sistematização e simplificação da informação disponível relativa à Geologia regional, tornando-a mais acessível e de fácil compreensão para professores e alunos dos ensinos básico e secundário. Por este motivo optou-se, sempre que possível, por utilizar como base de trabalho a carta Geológica de Portugal à escala de 1:500 000 e não outras mais detalhadas.

1.2- METODOLOGIAS

Em termos metodológicos o presente trabalho foi estruturado em dois níveis: de gabinete e de campo.

A primeira fase do trabalho de gabinete consistiu na pesquisa e selecção, tão exhaustiva quanto possível, da bibliografia disponível relacionada com as temáticas a abordar.

Numa segunda fase procedeu-se à elaboração quer da caracterização da área em estudo, tendo em conta os seus enquadramentos geomorfológico e geológico, quer da evolução geológica de região.

A terceira fase constou na construção de cartas geomorfológica, litoestratigráfica e tectónica da região, bem como de perfis geomorfológicos, tendo por base a carta geológica de Portugal, na escala de 1:500 000, 5ªed., Instituto Geológico e Mineiro, de 1992.

Finalmente, a quarta fase resumiu-se à elaboração de um enquadramento da geologia regional nos *curricula* dos ensinos básico e secundário com a construção de uma tabela resumo dos objectivos propostos nos programas das diversas disciplinas de carácter geológico e que pudessem ser atingidos com visitas de estudo a efectuar na área em estudo. Nesta fase de trabalho foram também elaboradas fichas informativas, referentes a cada um dos sítios de interesse geológico escolhidos, bem como uma proposta de roteiro de percursos a serem utilizados em saídas de campo com os alunos.

O trabalho de campo focalizou-se, essencialmente, na selecção e caracterização dos locais (sítios) com maior interesse geológico, bem como num levantamento fotográfico que procurou documentar visualmente as descrições textuais dos locais escolhidos. Esta selecção dos sítios foi feita com base em diversos parâmetros, tais como: boa visualização, clareza de exposição didáctica, espectacularidade, expressividade do processo geológico, representação pouco repetida ou excepcionalidade, comodidade de acesso e capacidade de suportar a visita de grupos relativamente grandes.

Numa segunda fase do trabalho de campo procedeu-se à recolha de amostras de mão utilizadas na produção de lâminas delgadas, destinadas a uma melhor caracterização de algumas das rochas aflorantes na região em estudo.

Capítulo 2

Geologia da região Peniche – Torres Novas

2.1- ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO

De uma forma global e, de acordo com Manuppella *et al.* (2000; 2006), a área em estudo engloba quatro domínios geomorfológicos distintos: a Plataforma Litoral, a oeste; o Maciço Calcário Estremenho, no centro da área em estudo; a Bacia do Tejo, ocupando o centro-este; e uma pequena parte do Maciço Hespérico, na extremidade nordeste da região seleccionada (carta geomorfológica da região Peniche – Torres Novas (fig. 15) e carta de zonamento geológico (fig. 31)).

2.1.1- PLATAFORMA LITORAL

Um dos aspectos comuns a quase todo o litoral português é a existência de uma faixa aplanada, designada como "Plataforma Litoral". Na área de estudo, a plataforma litoral revela-se como um planalto bastante recortado pelo entalhe da rede hidrográfica, estendendo-se desde o topo das arribas que marginam a linha de costa do Oeste até às vertentes ocidentais das Serras de Candeeiros e de Montejunto. Está disposta em forma de rampa, inclinada suavemente (geralmente menos que 2°) no sentido do mar e do entalhe da rede hidrográfica. Deste modo, as altitudes mais elevadas desta unidade geomorfológica

observam-se próximo do sopé da vertente ocidental da Serra de Candeeiros, onde poderá atingir valores que rondam os 200 metros.

A Plataforma Litoral é uma forma de relevo poligénica que, no decurso do Pliocénico final e do Quaternário, terá estado sujeita a regimes alternadamente marinhos e continentais, decorrentes de variações no nível do mar.

Dentro da plataforma litoral, na área em estudo, podemos considerar, grosso modo, três sub-domínios com características distintas: a linha de costa, o vale tifónico das Caldas da Rainha e a sub-bacia do Bombarral, também designada por sub-bacia de Bombarral-Alcobaça.

1- A linha de Costa

O litoral português, tal como o de outros países, encontra-se, de uma forma geral, numa fase de recuo acelerado que, de acordo com Gonçalves, (1998) é devido a factores como: elevação eustática do nível do mar, possivelmente relacionada com a expansão térmica do Oceano Atlântico; diminuição da quantidade de sedimentos que ficam retidos nas barragens e, por isso, não são fornecidos ao litoral; degradação antropogénica das estruturas naturais; ausência frequente de estudos de impacte adequados.

A linha de costa, da área em estudo, estende-se desde as proximidades do Porto das Barcas (Lourinhã) até à região da Praia da Légua, a norte da Nazaré. De orientação geral de NNE-SSW, este interface terra-mar é constituído por praias de areias intercaladas por zonas de arribas.

As praias, geralmente estreitas, de declives pouco acentuados (do tipo dissipativo a misto), estão sujeitas a correntes litorais predominantemente de direcção N-S e a um regime de ondas bastante energético.

As arribas estão repartidas pelas zonas de Peniche - Cabo Carvoeiro (Calcários do Jurássico Médio), Serra do Bouro, entre a Foz do Arelho e São Martinho do Porto (Calcários do Jurássico Superior), Serra de Mangues (Calcários do Jurássico Superior) e também na região da Nazaré (Cretácico Superior). Algumas destas arribas, nomeadamente no Sítio da Nazaré, atingem alturas que ultrapassam os 100m (fig. 1).

A presença de quatro estuários de rio e uma lagoa, a lagoa de Óbidos, será fundamental no equilíbrio dinâmico na linha de costa considerada.

Um dos aspectos característicos do litoral desta região é, sem dúvida, a Concha de São Martinho do Porto, ponto de contacto entre os calcários jurássicos e o diapiro das Caldas da Rainha.

Merece também destaque o afloramento calcário do Cabo Carvoeiro, onde está representada uma das secções estratigráficas mais importantes do Jurássico de Portugal que faz dele uma mais-valia nos domínios do património geológico, paleontológico e paisagístico.



Fig. 1- Aspecto geral da Arriba no Sítio da Nazaré.

2- O Vale Tifónico das Caldas da Rainha

Este vale tifónico alonga-se na direcção NNE-SSW, desde Óbidos até à Nazaré, numa faixa com mais de 30km de comprimento e uma largura variável entre 2 e 8 km (carta geomorfológica da região Peniche – Torres Novas - fig. 14). Pela originalidade da sua génese, topografia, proximidade e posição paralela à linha de costa, constitui um dos elementos mais originais da geologia e geomorfologia da Estremadura portuguesa.

O fundo da depressão, coberto na sua maior parte por depósitos Pliocénicos (“depósitos arenosos da Estremadura”), aluviais e subaéreos recentes, é relativamente plano, com uma altitude média variável entre 30 e 40 metros. Assenta sobre uma estrutura

diapírica perfurante composta por margas, sal-gema e gesso que apresentam um comportamento marcadamente plástico (Zbyszewski, 1959).

A depressão diapírica das Caldas da Rainha é limitada lateralmente por escarpas de falha abruptas, que dominam o fundo da área deprimida com desníveis que ultrapassam frequentemente os 100 metros. A relativa monotonia da depressão é interrompida localmente pela presença de colinas isoladas (na região de Óbidos e Caldas da Rainha), que constituem relevos de dureza, de calcários margosos e calcários dolomíticos, mais resistentes à erosão do que as “Margas de Dagorda” que ocupam a maior extensão da depressão.

3- A sub-bacia do Bombarral

A área localizada entre a depressão diapírica das Caldas da Rainha e a Serra dos Candeeiros e que se estende das imediações da serra de Montejunto até à região de Alcobaça, corresponde à sub-bacia do Bombarral sendo preenchida por uma vasta mancha de formações calcárias e sequências areníticas e margosas do Jurássico superior (carta geomorfológica da região Peniche – Torres Novas - fig. 14).

Na região mais a norte, próximo de Aljubarrota, a extensa plataforma litoral, aqui designada por plataforma de Aljubarrota (fig. 2), termina na base da Serra dos Candeeiros, cuja vertente ocidental evidencia uma arriba fóssil de origem ainda controversa. Segundo Cabral (1995), existem duas hipóteses para a sua formação: o resultado do entalhe erosivo do mar, ou então da acção marinha sobre uma escarpa de falha pré-existente.



Fig. 2- Perfil topográfico da região a ocidente da Serra dos Candeeiros. CDR- Caldas da Rainha. (Segundo Carvalho, 1953; adaptado de Cabral, 1995) in Arneiro, 2005.

2.1.2- MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO

O Maciço Calcário Estremenho (M.C.E.) (carta geomorfológica da região Peniche – Torres Novas - fig. 14) está localizado no centro de Portugal, a cerca de 20 km do Oceano Atlântico, situado entre Rio Maior, Tomar e Leiria, abrangendo parcialmente os concelhos de Alcanena, Alcobaça, Ourém, Porto de Mós, Rio Maior, Santarém e Torres Novas (fig. 3). É um grande bloco de calcários jurássicos com cerca de 800 km², sendo formado por compartimentos levantados que atingem altitudes moderadas (678m). Afectado por acidentes tectónicos maiores (falhas, dobras ou acidentes mistos), o padrão das diaclases e outras descontinuidades, incluindo planos de estratificação, é um factor decisivo na interpretação dos processos geomorfológicos, tais como os fenómenos cársicos e a dinâmica das formas de relevo.

As estruturas cársicas presentes são muito variadas e das mais espectaculares do país de que são exemplo megalapiás, lapiás de diversos tipos, geralmente pouco profundos, dolinas e mais raramente uvalas, algares e redes de galerias subterrâneas (Manuppella *et al.*, 1985). As dolinas, em conjunto com os lapiás, constituem a principal forma de exocarsificação, situando-se as de maiores dimensões no sector N do maciço (Almeida *et al.*, 2000). As dolinas podem ser de dissolução (com ocorrências até aos 600 m de altitude) ou estar relacionadas com erosão fluvio-cársica, podendo apresentar morfologias diversas. O endocarso está representado por algares, galerias e condutas. As galerias e condutas surgem a profundidades variáveis, ocorrendo por vezes a 80 metros abaixo do nível das nascentes (Almeida *et al.*, 2000). Os algares são estruturas relativamente antigas e abundantes neste maciço, possuem profundidades variáveis, com valores máximos que se situam entre os 100 e 150 m, podendo intersectar zonas com vestígios de circulação fóssil ou actual.

Uma das características peculiares do M. C. E. é a ausência ou quase ausência de drenagem superficial. No entanto o seu sistema aquífero é muito complexo, apresentando comportamento típico de aquífero cársico, caracterizado pela existência de um número reduzido de nascentes perenes (6, num total de 120 nascentes conhecidas) e várias nascentes temporárias com caudais elevados, mas com variações muito acentuadas ao longo do tempo. Todas as nascentes perenes estão localizadas nos bordos do maciço, das quais a mais conhecida e importante, no que toca a caudais emitidos, é a dos Olhos de

Água do Alviela, que fornece água a Lisboa desde 1880. Apesar da ausência de cursos de água de superfície organizados nesta região, eles existem em abundância no subsolo, constituindo um dos maiores – se não o maior – reservatório de água doce subterrânea do nosso País (LNEG, 2009).

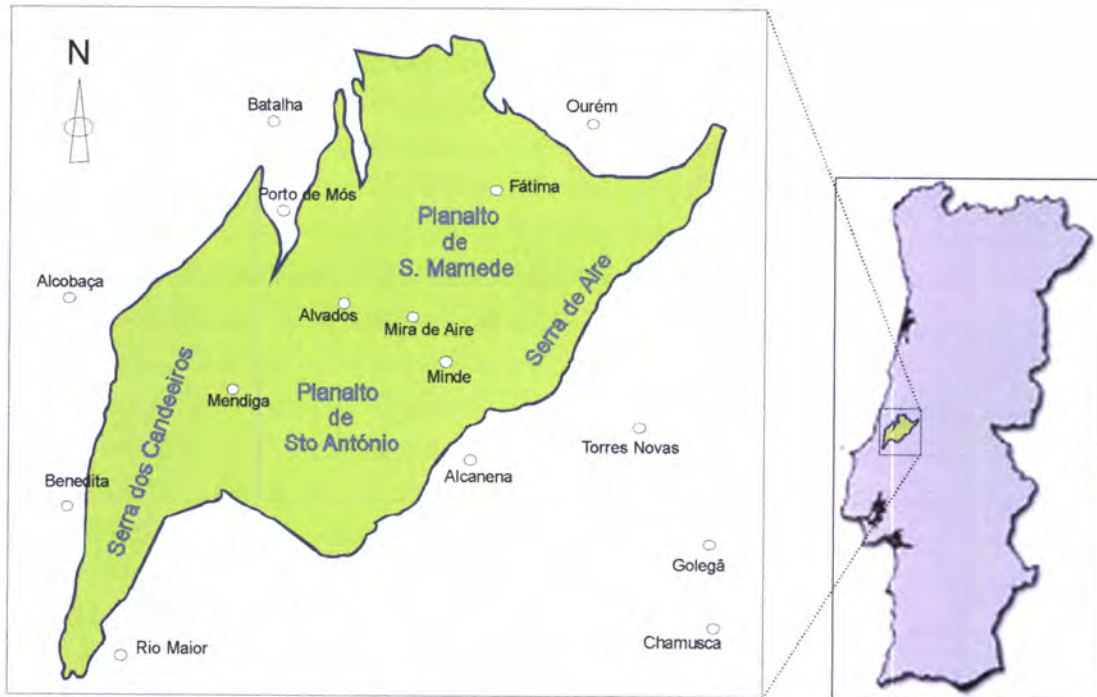


Fig. 3- Enquadramento geográfico e limites do Maciço Calcário Estremenho.

Enquanto unidade geomorfológica, o Maciço Calcário Estremenho foi definido por Alfredo Martins (Martins, 1949), que o descreveu como sendo constituído por três regiões elevadas: a Serra dos Candeeiros; o Planalto de Santo António; e o planalto de S. Mamede e Serra de Aire. A separar estas zonas mais elevadas estão duas grandes depressões: a depressão da Mendiga; e a depressão de Minde – Alvados.

Este território destaca-se das regiões envolventes não só pela sua topografia, mas também em termos litológicos e tectónicos, o que condiciona a sua paisagem quer nos aspectos morfológicos, hidrológicos, ou botânicos que, por sua vez, regulam o comportamento do homem e as suas actividades.

1- Serra dos Candeeiros

A Serra dos Candeeiros, de cumes aplanados, é constituída por uma sequência de elevações alinhadas segundo uma direcção NNE – SSW que, no seu conjunto, se apresentam em anticlinal. Os seus pontos mais elevados ultrapassam os 600 metros de altitude, como é o caso no vértice geodésico de Vale Grande (615 m).

A presença de um conjunto de falhas com orientação (NW-SE), perpendicular ao Bloco Serra dos Candeeiros, contribui eficazmente para o evoluir de um elevado número de vales que seccionam a serra em vários blocos, dos quais se destaca o localizado mais a norte e vulgarmente designado por Serra de Porto de Mós (fig. 4).

Esta sequência de elevações encontra-se balizada por dois acidentes diapíricos importantes na Bacia Lusitânica, o da Fonte da Bica – Porto de Mós, a oriente, e o de Caldas da Rainha – Óbidos, a ocidente.

Por toda a serra são visíveis algumas dolinas de dimensão apreciável e algares.



Fig. 4- Vista panorâmica da parte terminal da Serra dos Candeeiros (região NE da serra de Porto de Mós) e o contacto com o diapiro de Rio Maior – Porto de Mós.

2- Planalto de Santo António

O planalto de Santo António localiza-se a leste da Serra dos Candeeiros e está separado desta pela depressão da Mendiga. Apresenta uma forma grosseiramente triangular com um vértice direccionado para norte. Os seus limites a oriente e a ocidente estão

recortados por escarpas vigorosas. A vertente meridional desce, de uma forma mais suave, em degraus, até ao bordo sul do M.C.E..

Na região noroeste do planalto, fortemente carsificada, estão localizados os cumes mais elevados que podem ultrapassar os 550 metros de altitude, dos quais se destaca a zona da Atalaia que atinge os 589 metros. Localizadas entre estes cumes existem inúmeras depressões, dolinas e uvalas, que podem atingir diâmetros de algumas centenas de metros, como por exemplo a depressão de Chão das Pias com os seus 2 Km de extensão (fig. 5).

Por todo o planalto são visíveis extensos campos de lapiás (e.g. Cós Carvalhos, Covas, Mendiga, Covão Alto, Junqueira, Alecrineiro), lapas e um grande número de algares que facilmente atingem profundidades que ultrapassam os 150 m de profundidade (Manuppella *et al.*, 2000), bem como grutas turísticas (Grutas de Santo António e Alvados).



Fig. 5- Aspecto geral da depressão de Chão das Pias (planalto de Sto António).

3- Planalto de São Mamede

O planalto de S. Mamede apresenta-se como a região mais setentrional do Maciço Calcário Estremenho, localizado a noroeste do planalto de Santo António e separado deste pela depressão de Minde-Alvados.

Tal como o planalto de Santo António, também aqui são evidentes várias formas de relevo que alternam entre cumes, zonas aplanadas e depressões. As elevações podem atingir valores um pouco acima dos 500 metros de altitude, como por exemplo em Vale Sobreiro que apresenta valores da ordem dos 523 metros. Existem, basicamente, duas zonas de aplanção (nível das Pias, a cerca de 510 m e, mais para nordeste, a plataforma de Fátima (fig. 6), a cerca de 340 m), onde estão fortemente marcados os efeitos de erosão cársica.

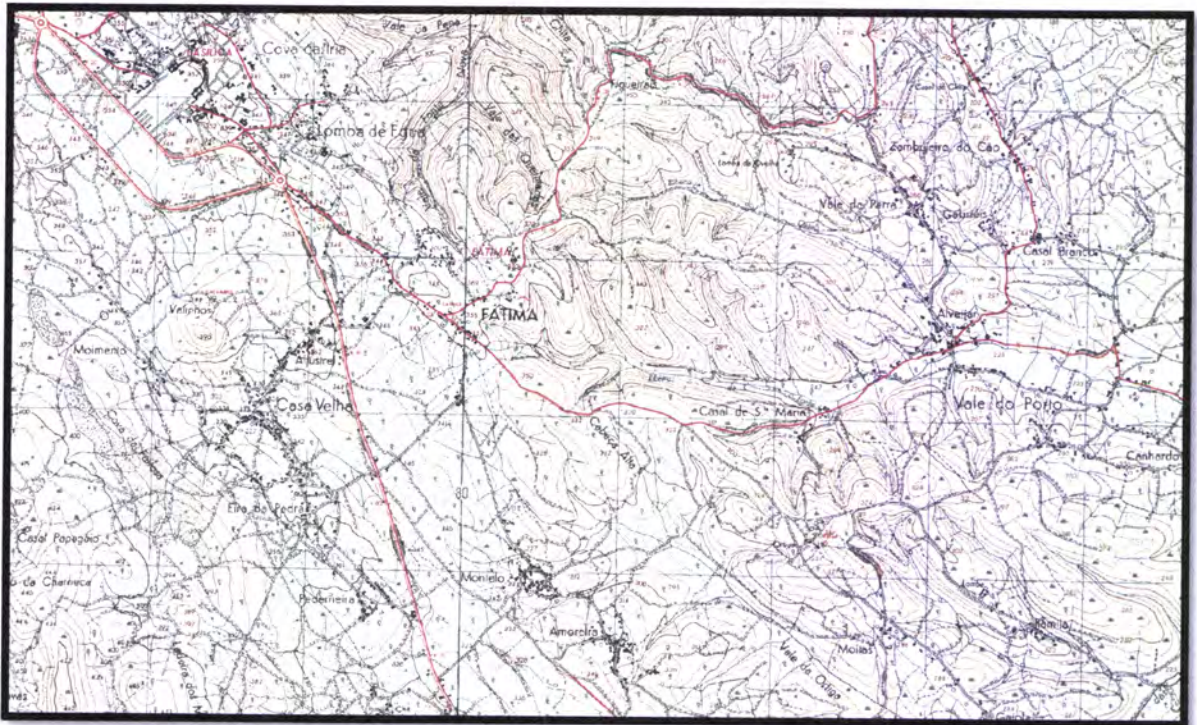


Fig. 6- Topografia da região de Fátima.

Extraída da Carta topográfica 1/25000, do IgeoE, folha 309

Para Martins (1949) é no Planalto de S. Mamede que se encontra a mais complexa carsificação de todo o Maciço. Na região central do Planalto são muito frequentes depressões fechadas de grandes dimensões que apresentam contornos em estrela ou alongados; já na região da plataforma de Fátima, as grandes depressões não existem, mas é evidente, à superfície, uma densa rede de vales desorganizados por dolinas ou pequenas depressões fechadas e isoladas (Manuppella *et al.*, 2000).

Por todo o planalto são também muito frequentes extensos campos de lapiás, muitos deles parcialmente cobertos por vegetação densa, algares (Algar da Água) e grutas turísticas (Moinhos Velhos) (fig. 7).



Fig. 7- Espeliotemas no interior da gruta de Mira d' Aire (Moinhos Velhos).

4- Serra de Aire

No bordo sueste do Planalto de S. Mamede ergue-se a Serra de Aire, onde se atinge o ponto mais alto de todo o M.C.E. e da Estremadura, a uma altitude de 678 metros. Esta Serra tem sido descrita como um relevo anticlinal alongado na direcção NE-SW, limitado por falhas com a mesma direcção e recortado por várias falhas perpendiculares, paralelas ao sulco Porto de Mós – Moitas Venda, que deram origem a vales transversais algo profundos, responsáveis pela definição do relevo característico desta serra.

Toda a superfície da serra pode ser classificada como um extenso campo de lapiás que, em algumas zonas, são de muito difícil acesso devido à profundidade resultante da corrosão associada a uma vegetação arbustiva muito densa.

O bordo SE da serra de Aire coincide com o limite do M.C.E. e com a escarpa de falha do Arrife. Neste conjunto geográfico merece destaque o Vale da Serra, por se tratar de um extenso corredor arenoso localizado entre a serra e a escarpa de falha (fig. 8).



Fig. 8- Aspecto geral da região do Vale da Serra, entre a Serra de Aire e a falha do Arrife.

5- Depressão da Mendiga

Entre o Planalto de Santo António e a Serra dos Candeeiros e ladeada pelas suas vertentes, encontra-se a depressão da Mendiga. Na sua parte mais estreita apresenta uma largura de cerca de 500 metros, na região do Serro Ventoso, enquanto que, mais a sul, próximo de Mendiga, a sua largura, atinge cerca de 2 500 metros (Manuppella *et al.*, 2000).

Esta depressão, englobada no sulco tectónico de Rio Maior – Porto de Mós e constituindo o seu sector norte, de fundo rochoso, apresenta um carso superficial preenchido por alguns campos de lapiás e raras dolinas.

6- Depressão de Minde – Alvados

A Depressão de Minde – Alvados está localizada entre os dois grandes planaltos do M.C.E., os Planaltos de Santo António e de S. Mamede. É composta por duas grandes depressões, a de Alvados, localizada no extremo NW e a de Minde, no extremo SE. Estas duas depressões são fossos tectónicos dissimétricos alongados na direcção NW-SE, seguindo as orientações dominantes da fracturação transversal ao Maciço (Rodrigues,

1991). As imponentes escarpas de falhas das Costas de Alvados e de Minde, resultantes do abatimento do bordo NE e respectivo levantamento do bordo SW, apresentam desníveis que actualmente atingem 350 m, o que contrasta com os desníveis mais suaves das vertentes opostas das depressões (fig. 9).



Fig. 9- Vista panorâmica sobre a vila de Minde, a partir do cimo da escarpa de falha da “Costa de Minde”, pondo em evidência os desníveis suaves do bordo NE da depressão de Minde.

2.1.3- BACIA DO TEJO

A Bacia Terciária do Tejo estende-se, a norte, desde Tomar a Vila Franca de Xira e, a sul, desde Abrantes e Ponte de Sôr a Vendas Novas e Lisboa. Apresenta um contorno cartográfico *grosso modo* rectangular, alongado segundo a direcção NE-SW, marginada a Oeste e Norte pelas formações mesozóicas da orla ocidental (fig. 10), a Nordeste e Este pelo substrato hercínico e a Sul comunica com o Atlântico na península de Setúbal.

Corresponde a uma depressão tectónica que sofreu subsidência controlada por falhas, iniciada no Paleogénico.

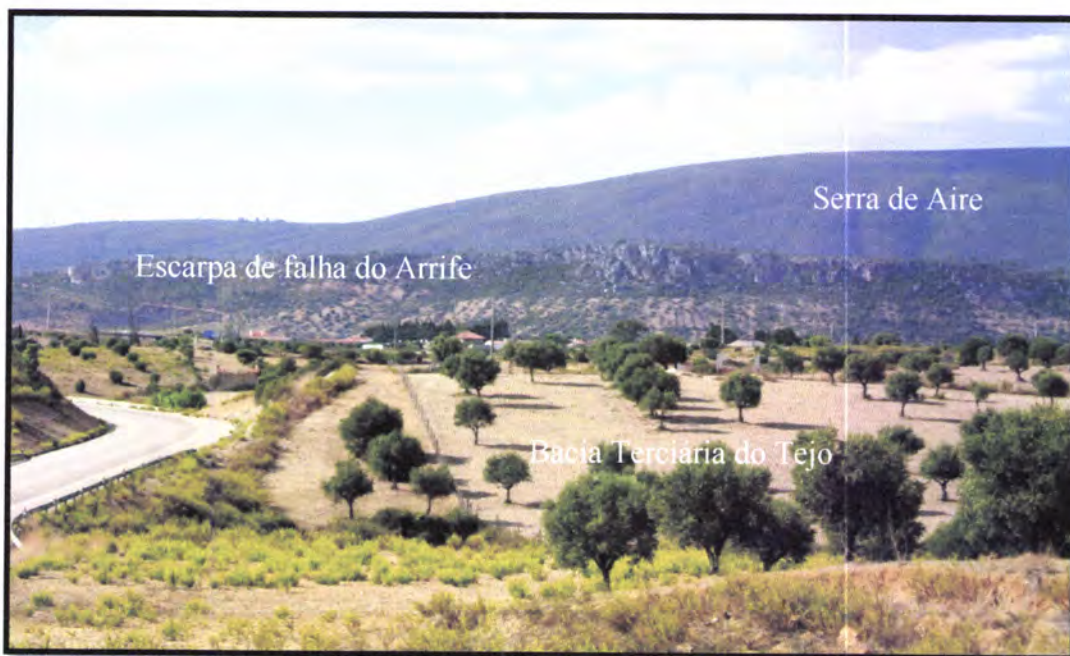


Fig. 10- Aspecto geral da zona de contacto entre o Maciço Calcário Estremenho e a Bacia Terciária do Tejo.

A estrutura da bacia é relativamente simples, apresentando-se as formações que a preenchem sempre sub-horizontais, enquanto que os bordos coincidem com falhas normais, activas durante a subsidência da bacia. Apenas no bordo NW os terrenos mesozóicos cavalgam o terciário (Ribeiro *et al.*, 1979). O enchimento é constituído por depósitos paleogénicos, miocénicos e pliocénicos, recobertos por depósitos quaternários. Os depósitos Cenozóicos da bacia atingem em alguns locais (entre Benavente e Coruche) espessuras da ordem dos 1400 m podendo, só o Neogénico, atingir os 1200 m de espessura (Almeida *et al.*, 2000).

A subsidência na bacia do baixo Tejo deu origem a um contexto transgressivo testemunhado pela presença de sedimentos marinhos (Mendonça e Cabral, 2003). A subsidência prosseguiu compensando a sedimentação, permitindo a acumulação de depósitos miocénicos com espessuras que atingem valores próximos de 800 m em áreas de depocentro (780 m na sondagem de Samora Correia), (Barbosa, 1995, citado por

Mendonça *et al.*, 2004), podendo mesmo aproximar-se de 2 000 m segundo dados de reflexão sísmica (Rasmussen *et al.*, 1998, citado por Mendonça *et al.*, 2004).

A planície do Tejo é densamente irrigada, em boa parte pelas inúmeras exurgências da orla do M.C.E. Nas principais ribeiras encontram-se algumas cascalheiras quartzosas e quartzíticas, havendo no Rio Almonda algumas aluviões holocénicas importantes a jusante de Torres Novas, antes da confluência com o Tejo.

Na área de estudo e ao longo de todo o percurso do Tejo, mais evidentes na sua margem esquerda, encontram-se diversos terraços quaternários, a diferentes cotas, bem como terraços arenosos e aluviões (fig. 11).

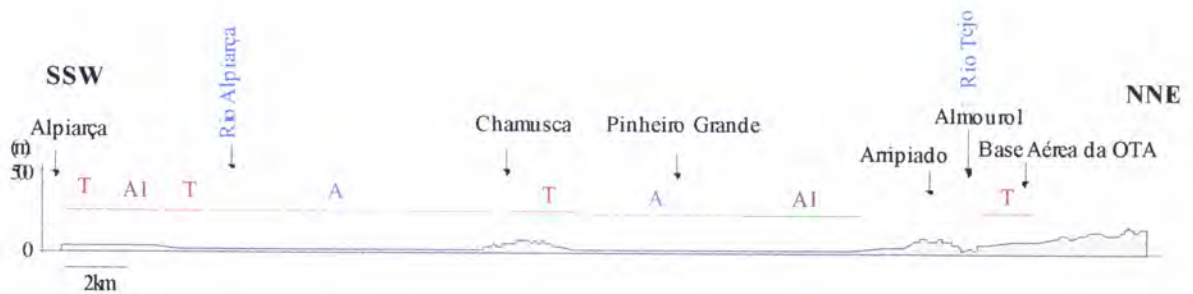


Fig. 11- Perfil topográfico da região Alpiarça – Constância, evidenciando as principais zonas sedimentares quaternárias: Terraços Plistocénicos (T); Aluviões (A) e Terraços Arenosos (A1) Holocénicos. Sobrelevação de 5x. Perfil construído a partir da carta topográfica 1/25 000 do IgeoE.

2.1.4- MACIÇO HESPÉRICO

O Maciço Hespérico (M.H.) é uma das grandes unidades geotectónicas da Península Ibérica ocupando a parte central e ocidental do seu território. Tem grosseiramente a forma de um triângulo cujos vértices se localizam a noroeste da Galiza, próximo do Cabo de São Vicente (Algarve) e na parte oriental da Serra Morena (Espanha). A parte ocidental do M.H. ocupa aproximadamente três quartos da área de Portugal Continental, incluindo os ilhéus das Berlengas e Farilhões. É formado por terrenos antemesozóicos (Precâmbrios e Paleozóicos) que incluem rochas eruptivas (sobretudo graníticas), sedimentares e metamórficas variadas. De uma forma geral pode afirmar-se

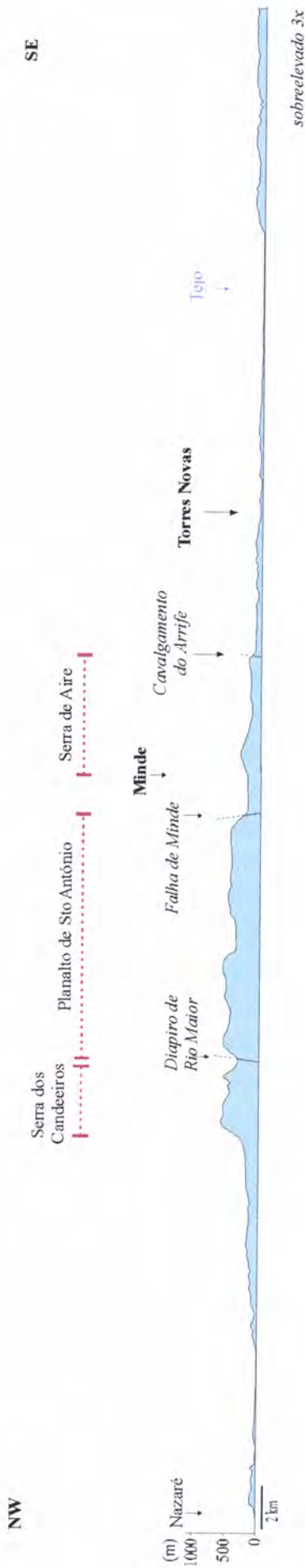


Fig. 13- Perfil topográfico da região Peniche – Torres Novas com direcção NW-SE, incluindo as cidades de Nazaré e Torres Novas. Baseado na carta topográfica 1/25 000 do IgeoE



Fig. 14- Perfil topográfico da região Peniche – Torres Novas com direcção NW-SE, incluindo as localidades de S. Martinho do Porto e Alcanede. Baseado na carta topográfica 1/25 000 do IgeoE

2.1.5- CARTA GEOMORFOLÓGICA

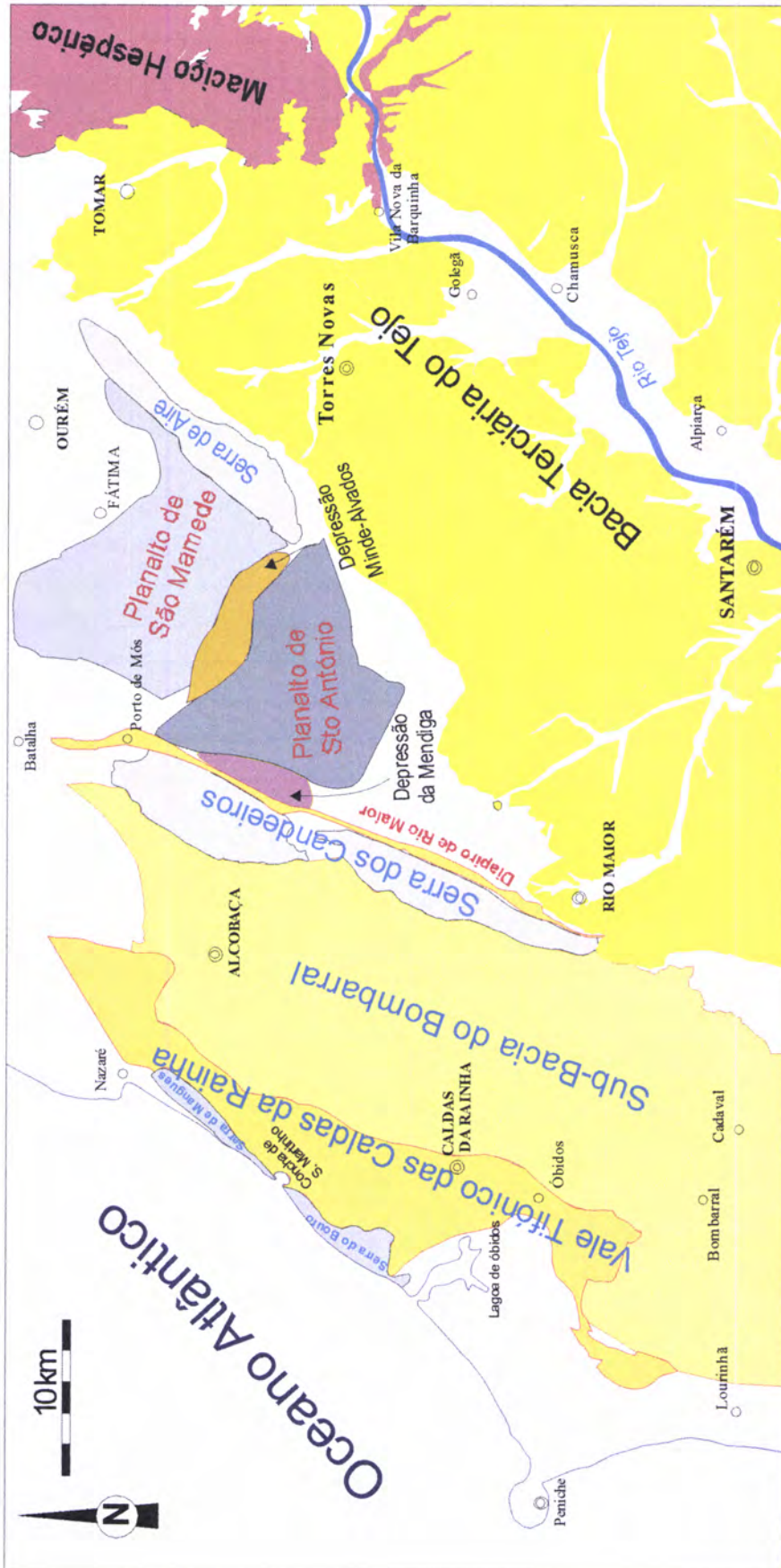


Fig. 15- Carta Geomorfológica da região de Peniche – Torres Novas, construída a partir das cartas Geológicas de Portugal, nas escalas de 1:500 000 e de 1:50 000 000 e das cartas topográficas da região na escala de 1/25 000.

2.2- ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

2.2.1- CARACTERIZAÇÃO LITOESTRATIGRÁFICA

2.2.1.1- Com detalhe proposto pela carta Geológica de Portugal à escala de 1:500 000

Do ponto de vista da geodinâmica a região estudada abrange essencialmente dois ciclos: Varisco e Alpino.

De uma forma global e de acordo com Ribeiro (2006), o ciclo Varisco é composto por várias etapas:

- Extensão relacionada com abertura de oceanos Paleozóicos bordejados por margens passivas (540 –420 MA);
- Início de subducção nos Oceanos Paleozóicos com abertura subordinada de bacias marginais pós-arco e obducção de lâminas ofiolíticas (420-390 MA) e eventos termometamórficos de alta pressão;
- Colisão continental e orogénese com polaridade sedimentar e tectónica orientada em direcção às zonas de antepaís (zona Cantábrica) a NE e Zona Sul – Portuguesa, a SW (390-300 MA) acompanhada de anomalias térmicas geradoras de abundantes granitóides e metamorfismo de alta temperatura;
- Deformação intracontinental transcorrente seguida de colapso orogénico localizado (300-270 MA).

As formações afectadas por este ciclo, incluídas na região objecto deste estudo, estão representadas apenas por uma pequena área localizada próxima da cidade de Tomar (no extremo NE da área em estudo) e corresponde a afloramentos de ortognaisses migmatíticos, pré-Hercínicos, no contacto com terrenos do miocénico pertencentes à bacia do Tejo. Ainda mais para NE estão localizados afloramentos do Proterozóico Médio e Superior, do bordo NW da zona de Ossa Morena, nomeadamente micaxistos, gnaisses e migmatitos (Proterozóico Méd.) e xistos, grauvaques, chertes negros, vulcanitos ácidos, e xistos porfiroblásticos, bem como a Formação de Arada (“Xistos de Arada”), do Proterozóico Sup..

Pela área ocupada na região em estudo, os ortognaisses migmatíticos são o principal afloramento de rochas afectadas pelo ciclo varisco. Esta formação é facilmente observável a partir da estrada nacional 118, junto ao rio Tejo, principalmente a leste do Arripiado. Os gnaisses e os migmatitos apresentam folheado hercínico, dobrado isoclinalmente, com plano axial de direcção NW-SE (Gonçalves *et al.*, 1979). Para estes autores, esta formação representa parte da infra-estrutura ante-hercínica, o que é confirmado por trabalhos de campo e sobretudo por análises microscópicas que revelam deformação intensa acompanhada de recristalização de baixo grau, de idade hercínica (fig.16).



Fig. 16- Aspecto de pormenor do afloramento de Ortognaisses migmatíticos de Vila Nova da Barquinha

O Ciclo Alpino caracteriza-se por uma sucessão bastante completa que vai desde o Triásico até à actualidade embora com lacunas importantes que reflectem a evolução geodinâmica da região e que vai ser discutida mais em pormenor no próximo capítulo. Em termos regionais, e para a escala a que estamos a trabalhar, é possível individualizar uma série de unidades lito-estratigráficas que foram objecto de sínteses recentes (carta 1/500000; Kullberg, 2000; Kullberg *et al.*, 2006) e que foram utilizadas na elaboração da carta geológica de Portugal à escala 1/500 000 (IGM, 1992) a qual serviu de ponto de partida para este trabalho (fig. 17).

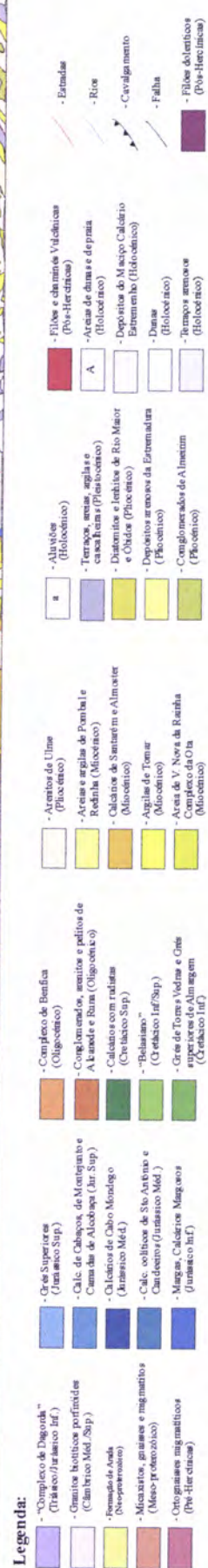
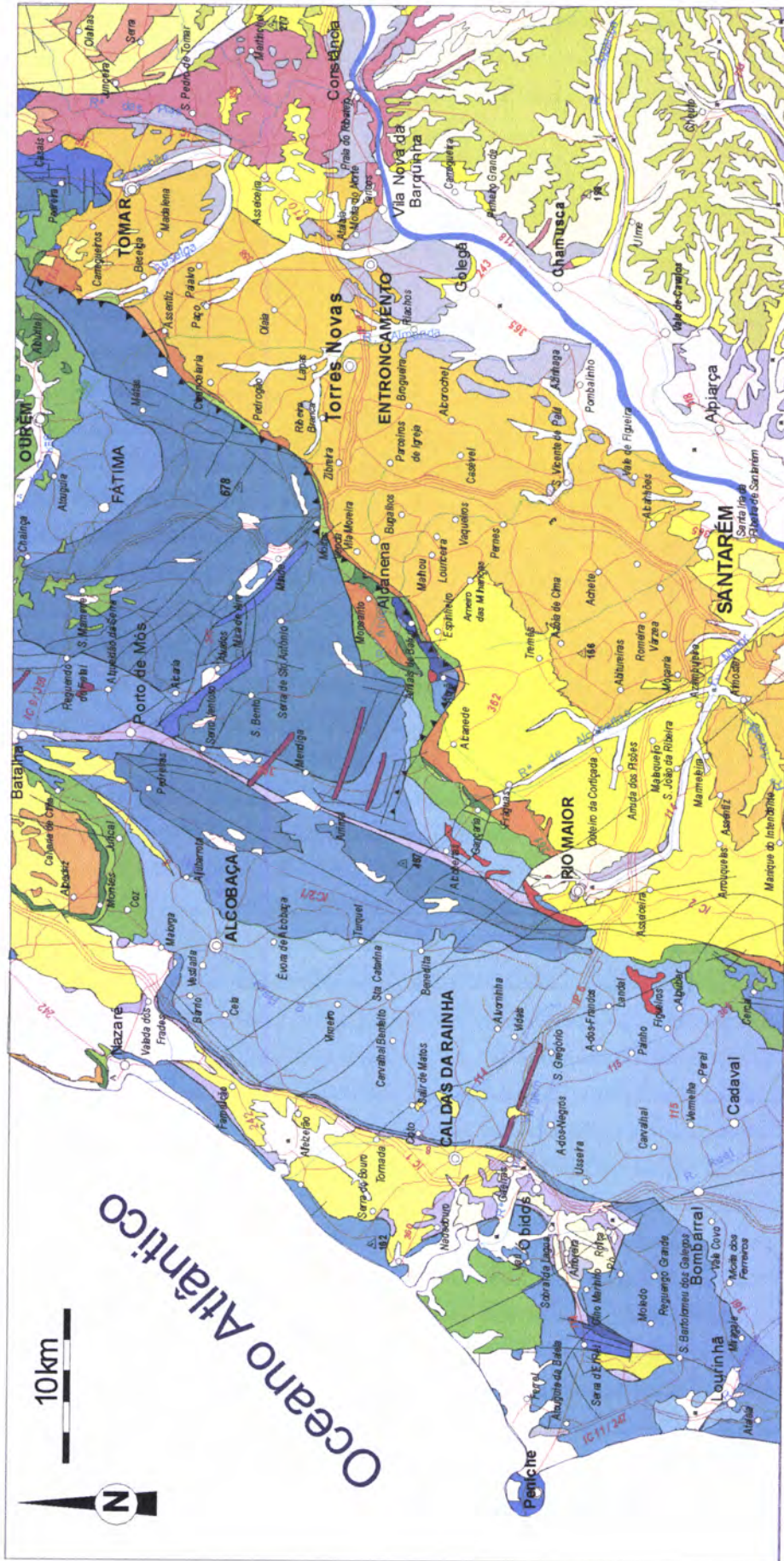


Fig. 17- Carta Geológica da região Peniche – Torres Novas, adaptada da carta geológica de Portugal, na escala 1:500 000, 5ª edição da Direcção Geral de Geologia e Minas, de 1992.

1- Triásico Superior/Hetangiano

O Triásico inicia-se na região estudada pela formação de Pelitos com evaporitos (Dagorda) e intercalações carbonatadas (Pereiros) que, em termos cartográficos, foram considerados numa única unidade constituída por massas evaporíticas, representadas por sulfatos de cálcio e halite, com espessura de várias centenas de metros (Ribeiro *et al.*, 1979), e que apresentam um comportamento reológico brando e bastante plástico (Zbyszewski, 1959).

De acordo com os trabalhos da Shell Prospex Portuguese (in Watkinson, 1989), citado por Kullberg *et al.* (2006), a Form. de Dagorda subdivide-se em três membros, particularmente expressos na sondagem de S. Mamede. De cima para baixo observam-se:

- 1 – Membro dolomítico (250-320 m), essencialmente dolomítico ou margo-dolomítico com pelitos vermelhos e/ou acinzentados e evaporitos;
- 2 – Membro salífero/dolomítico (60-850 m), predominantemente dolomítico e/ou calco-margoso e margoso rico de evaporitos (anidrite e halite);
- 3 – Membro salífero (290-800 m), caracterizado pelo domínio acentuado de halite, por vezes interstratificada com margas dolomíticas e/ou pelitos margosos e anidrite.

O complexo de Dagorda revela, nos seus níveis inferiores pelítico-evaporíticos, uma sedimentação de fácies continental em fossas intra-cratónicas, num ambiente de semi-aridez. Nos seus níveis superiores, aparecem as primeiras influências marinhas (Hetangiano) com sedimentação carbonatada dolomítica (dolomite primária), com uma fauna de lamelibrânquios e de gastrópodes eurialinos pouco variada. Trata-se de um tipo de depósitos margino-litorais, pouco profundos, geralmente ao abrigo de correntes, sempre submetidos a influências continentais (Mouterde *et al.*, 1979).

O conjunto é caracterizado por apresentar cores borra-de-vinho, violáceas e esverdeadas, resultantes da precipitação de óxidos de ferro nos sedimentos argilosos e corresponde aos estágios iniciais de formação da Bacia Lusitaniana, relativos à primeira fase de rifting continental que precedeu a abertura do Atlântico.

Originalmente designada por Choffat (1882) como “Margas de Dagorda”, esta unidade litostratigráfica terá desempenhado um papel especial na estruturação e estilo

tectónico da Bacia Lusitânica, uma vez que pelas suas características físicas particulares (densidade e reologia), terá sido responsável pelo diapirismo e pelos descolamentos basais associados a falhas normais lítricas (durante a distensão mesozóica), ou a cavalgamentos (durante a inversão tectónica cenozóica) (Kullberg *et al.*, 2006).

Nas regiões de Aveiro, Cantanhede, Mealhada e Cabo Mondego / Sicó / Pombal, é possível evidenciar que esta unidade se sobrepõe à dos “Grés de Silves, *s.s.*” datada do Triásico Médio (legenda da carta 500 000). Segundo Galopim de Carvalho (2003), o termo “Grés de Silves” foi utilizado por P. Choffat, em 1887, para designar um conjunto estratigráfico originado por sedimentação terrígena, com formação de camadas conglomeráticas, areníticas e pelíticas de fácies continental (essencialmente fluvial, mais ou menos torrencial) em que as tonalidades vermelhas são marcantes. Contudo, na região estudada, a unidade Dagorda/Pereiros apenas aparece no núcleo dos vales diapíricos onde ocorre extremamente deformada e numa posição que não é a original sedimentar, mas que resulta, essencialmente, de injeções ao longo dos planos de falha. Por isso não é de estranhar que não se observem aqui os “Grés de Silves” que deverão estar muito mais profundos.

2- Jurássico

2.1- Jurássico Inferior

O clima quente e seco do Triásico é progressivamente alterado, por acção da migração, para norte da região norte-atlântica e do aumento da influência oceânica, originando condições mais temperadas e húmidas.

O início do Jurássico caracteriza-se, do ponto de vista da paleogeografia, por uma progressiva abertura da plataforma sedimentar que conduz, no Sinemuriano Sup., a influências marinhas evidentes (Mouterde *et al.*, 1979).

Os afloramentos na região, correspondentes ao Jurássico Inferior (Liás), são predominantemente margosos e atingem uma espessura próxima de 250 metros, sendo facilmente observados na “Costa de Minde”, na “Costa de Alvados” ou na zona do Cabo Carvoeiro.



Dolomitos de Coimbra (Formação de Coimbra) – J¹

O Jurássico Inferior inicia-se na B.L. com a “Formação de Coimbra” constituída por rochas dolomíticas formadas em baixa profundidade marinha, ainda associadas ao primeiro episódio de rifting (traduzindo uma evolução na sedimentação marinha em subsidência progressiva). Esta unidade está subdividida em dois membros (baseado no binómio calcário-dolomia): Camadas de Coimbra ss e Camadas de S. Miguel (Kullberg *et al.*, 2006). Ocupando a base desta Formação, as Camadas de Coimbra s.s., são compostas por bancadas dolomíticas espessas, alternando com margas centimétricas e raros bancos de calcário e onde são particularmente abundantes fósseis de *Boehmiola exilis*, *Unicardium costae* e “*Ostrea*” *sublamellosa*; no topo, as Camadas de S. Miguel, de predominância calcária, são constituídas por uma série de calcários e calcários dolomíticos na base, observando-se, no topo, alternâncias com níveis centimétricos de margas, apresentando ainda uma abundância relativa de amonóides relativamente às faunas de bivalves e de braquiópodes.

Calcários e margas de Peniche – J¹

Na região de Peniche (Papoa, Forte da Luz e Portinho da Areia) a Form. de Coimbra, está presente com espessura superior a 90 m, sendo constituída essencialmente por calcários, localmente dolomitizados, microsparíticos, oosparíticos e biopelsparíticos (wackestones a grainstones) com percentagens variáveis de terrígenos ($\leq 10\%$), laminados, fossilíferos e bioturbados. Eles interstratificam com margas argilosas, terrígenas, laminadas, bioturbadas, fossilíferas e cinzentas a negras (Kullberg *et al.*, 2006).

Calcários e margas de Tomar – J¹

Na região de Tomar-Jamprstes, os dolomitos, ricos de laminações estromatolíticas, apresentam-se interstratificados com calcários margosos esbranquiçados e pelitos cinzentos e/ou avermelhados (≥ 50 m). Para o tecto da formação desenvolve-se uma barra de calcários a calcários dolomíticos, amarelados a acastanhados, localmente fossilíferos. (Kullberg *et al.*, 2006).

2.2- Jurássico Médio

Ao Jurássico Médio corresponde uma fase de acalmia tectónica entre duas fases de rifting, o que permitiu a formação de uma série carbonatada, bastante espessa, depositada numa superfície de sedimentação de gradiente muito suave e a uma profundidade não muito elevada.

Calcários oolíticos de S^{to} António e Candeeiros - J²_o

Os “Calcários Oolíticos” são calcários formados por pequenos grãos arredondados (oolitos) cimentados por carbonato de cálcio, essencialmente com tendência recifal.

Os tipos litológicos datados do andar *Bajociano*, de espessura de 350 metros são utilizados como rocha ornamental em Alvados, Serro Ventoso e Pé da Serra.

A partir da base do Batoniano os calcários vão-se progressivamente carregando de argilas, de que resultam calcários margosos e margas. A série termina com calcários microcristalinos muito espessos. Esta formação tem uma espessura de 250 metros.

Nos Calcários oolíticos da Serra dos Candeeiros, por vezes, junto aos acidentes conhecidos, verifica-se uma forte dolomitização.

Calcário de Cabo Mondego – J²_a

A esta unidade, que engloba quase todo o Jurássico Médio, corresponde uma alternância contínua de litótipos que variam entre o pólo margoso e o calcário, sendo, de uma forma geral, rica em conteúdo fossilífero, incluindo amonóides. Estas fácies, que até ao Caloviano Med. ou Sup., são indicadoras sistemáticas de ambiente marinho franco, são rapidamente substituídas por outras, de ambientes de pequena profundidade, que se iniciam no Caloviano Sup..

As últimas camadas do Caloviano denotam nítidas influências litorais e estão marcadas em toda a Bacia por forte descida do nível eustático, com dimensão regional correspondente a toda a Europa sul-ocidental, a qual vai provocar o enchimento detrítico da Bacia e originar importante descontinuidade que corresponde a lacuna estratigráfica de cerca de 3 M.a..

2.3- Jurássico Superior

O Caloviano terminal e o Oxfordiano inferior não são conhecidos na Bacia Lusitânica, correspondendo, portanto, a uma lacuna resultante de um período de exposição subaérea, durante o qual houve erosão dos níveis superiores precedentes e ausência de sedimentação marinha. Apenas a partir do Oxfordiano médio se retoma a sedimentação marinha, provocada por nova transgressão marinha.

As formações do Jurássico superior são heterogéneas, por vezes com variações laterais significativas, iniciando-se por sequências de calcários margosos e margas alternantes, com intercalações de calcários betuminosos, seguindo-se uma espessa sequência de natureza detrítica (Almeida, 2000).

Calcários de Cabaços – J³

A “Formação de Cabaços”, datados do Oxfordiano médio, assenta sobre sedimentos do Jurássico Médio, após lacuna do Caloviano Superior e Oxfordiano inferior, apresentando espessuras que podem variar, segundo Kullberg *et al.* (2006), entre 80 a 200 metros. Litologicamente, a formação é constituída por calcários conglomeráticos (acinzentados), calcários micríticos e calcários margosos (amarelos), por vezes betuminosos (Galopim de Carvalho, 2003).

O ambiente em que se formaram estes calcários teria sido lacustre, com importantes variações da salinidade das águas, a marinho pouco profundo. De facto, a base desta unidade (calcários conglomeráticos) revela abundantes fósseis de fácies indicadores de ambientes de água doce, nomeadamente gastrópodes (*Planorbis*, *Paludina*), ostracodos, lamelibrânquios e carófitas. Já no topo da unidade, a presença de corais e bivalves é reveladora de uma transição gradual para um ambiente marcadamente marinho.

Os níveis de lignite podem ser muito abundantes e chegaram a ser explorados com interesse económico.

Calcários de Montejunto – J³

A formação de Montejunto, datada do Oxfordiano superior, é basicamente constituída por calcários hemiplágicos de grão fino (Leinfelder e Wilson, 1989) micríticos

compactos a oolíticos, passando a margosos, com cores cinzento-claro e amarelo, atingindo uma espessura total superior a 300 m.

A separação das “Camadas de Cabaços” e das “Camadas de Montejunto” faz-se através de uma mudança de fácies límnic para fácies progressivamente mais marinha. Kullberg (2000) considera que a deposição das camadas de Montejunto ocorre em ambiente marinho de plataforma interna de pequena profundidade, episodicamente com acarreios argilosos. O limite inferior é marcado pelo desaparecimento das fácies de água doce a salobra, características da “Formação de Cabaços” e pelo aparecimento das influências marinhas correspondentes a uma plataforma pouco profunda. O seu limite superior é caracterizado pelo surgimento das fácies com componentes terrígenas, já pertencentes à “Formação de Alcobaça” (Manuppella et al., 2000).

Camadas de Alcobaça – J³

O ambiente de sedimentação de origem das “camadas de Alcobaça” teria sido o de plataforma carbonatada com pequena altura de água, mas submetida a frequentes descargas siliciclásticas das terras emersas vizinhas (Kullberg et al., 2006). Datada do Kimeridgiano esta formação, com espessuras que poderão atingir os 200 metros, está representada por alternâncias de margas mais ou menos arenosas e calcários detríticos, margas e arenitos, variando a cor entre diferentes tonalidades de cinzento. Contem várias associações fossilíferas de coraliários, raras amonites, bivalves, equinodermes, braquiópodes, espongiários e restos de plantas; pequenos aparelhos recifais estão presentes na metade superior da unidade.

Da base para o topo da unidade, a componente carbonatada vai-se reduzindo, enquanto que o acarreio siliciclástico se vai acentuando.

Grés Superiores – J³_G

Unidade datada do Titoniano foi inicialmente designada por Choffat (1881/82) como “Grés Superiores”, mas, actualmente, é conhecida como “Argilas e Arenitos do Bombarral” – J³_{Bo} (Manuppella et al., 2000; 2006). É constituída por sequências siliciclásticas de arenitos que se alternam com corpos argilosos, conglomerados, feldspatos e calhaus de rochas metamórficas (Manuppella et al., 2000). Apresenta cores variadas, tais como cinzentos, azuis, arrochados, contudo o vermelho é dominante. As intercalações

argilosas, quando atingem espessura suficiente, são exploradas para produção de telhas e tijolos.

Relativamente ao conteúdo paleontológico, esta unidade é caracterizada pela ausência de fósseis de organismos marinhos.

As características litológicas sugerem, segundo Manuppella *et al.* (2006), uma sedimentação continental, talvez fluvio-lacustre. Para Kullberg (2000), esta unidade, que normalmente apresenta espessuras consideráveis, da ordem de 500 a 600 m, foi depositada em regime fluvial meandrizado, sobre planície aluvial/deltaica argilosa.

Grés superiores com restos de vegetais e dinossáurios – J³_G

Complexo de grés e de argilas de diferentes cores, acinzentadas, azuladas, arroxeadas, avermelhadas e amareladas; sem macrofósseis marinhos. Nestes complexos têm-se evidenciado restos de vegetais e dinossáurios, tendo inclusivamente, perto da região de Alcobaça, sido assinalada a presença de *Apatosaurus alenquerensis* e de *Brachiosaurus atalaiensis*.

3- Cretácico

Os depósitos cretácicos conhecidos na Bacia Lusitânica afloram desde Aveiro, a Norte, até à região do Sado, a Sul. São sedimentos carbonatados e siliciclásticos alternantes no tempo e articulando-se no espaço, característicos de ambientes marinhos pouco profundos, lagunares, litorais e fluviais.

Os depósitos do Cretácico Inferior anteriores à descontinuidade de ruptura da Bacia Lusitaniana (Aptiano Sup.) apenas afloram no sector meridional; outros depósitos desta idade afloram no sector central, em discordância sobre as unidades jurássicas. No sector setentrional apenas afloram sedimentos do Cretácico Superior (Kullberg *et al.*, 2006).

Durante o Cretácico Inferior a máxima influência marinha na região actualmente emersa, da B.L., localizava-se nas proximidades de Cascais e a transgressão máxima não ultrapassaria muito o paralelo de Torres Vedras. Devido ao elevado nível eustático verificado durante o final do Cretácico Inf. e início do Cretácico Sup., desenvolveu-se

uma plataforma carbonatada epicontinental que se estendeu para norte, atingindo o pleno enchimento da B.L.. Os depósitos mais recentes, do Turoniano ao Campaniano, estão preservados exclusivamente a norte do paralelo de Caldas da Rainha (Rey *et al.*, 2006).

Durante o Cretácico as principais fontes de sedimentos clásticos são o Maciço Hespérico a Este e o horst marginal granitognaissico da Berlenga, a Oeste.

3.1- Cretácico Inferior

Uma formação detrítica do Cretácico Inferior assenta, discordantemente, sobre os terrenos jurássicos e é constituída por arenitos mais ou menos conglomeráticos, argilas e margas.

Grés de T. Vedras – C¹_A

Datados do Berriasiano – Barremiano, os “Grés de Torres Vedras” evidenciam uma fácies continental, apresentando vegetais terrestres. São arenitos grosseiros feldspáticos, caulíniferos, com intercalações de lenticulas argilosas e conglomeráticas (Soares da Silva, 1983).

O Grupo de Torres Vedras juntamente com o grupo de Cascais incorporam todos os sedimentos da Bacia Lusitaniana depositados durante o Cretácico Inferior, apresentando espessuras da ordem dos 300 m. As séries aflorantes do Cretácico Inferior apenas se encontram registadas a Sul da falha da Nazaré, ou seja, nos sectores central e sul da bacia.

O Grupo de Torres Vedras, aflorante aproximadamente entre os paralelos da Nazaré e de Alenquer, é constituído por sedimentos siliciclásticos. Segundo J. Rey (1993), citado por Kullberg (2000), este grupo divide-se em oito formações, com uma espessura total de 200 metros, e formado em ambiente de “dispositivo aluvial de canais anastomosados”.

Grés superiores de Almargem - C¹_A

A unidade superior do grupo de Torres Vedras é a Formação de Almargem que é, por sua vez, composta por dois membros :

- o inferior, datado Barremiano Superior - Aptiano Inferior, é constituído por arenitos grosseiros e conglomerados, apresentando espessuras próximas dos 10 metros;

- o superior, na região de Torres Vedras, de idades correspondentes ao Aptiano Superior, é constituído por argilas vermelhas, azuis e violáceas, com intercalações de lenticulas arenosas finas a grosseiras e de conglomerados, atingindo uma espessura 35 metros (Kullberg, 2000).

“Belasiano” - C¹_B (Albiano- C. Sup.)

O “Belasiano” *s.s.* encontra-se representado em toda a Bacia Lusitaniana, constituindo a unidade de base do Cretácico a Norte da falha da Nazaré (sector norte) e na região oriental do sector central. Na região da Figueira da Foz, foi-lhe atribuída a designação de “Arenitos de Carrascal”, datados num intervalo Aptiano Médio - Albiano Inferior.

Esta unidade assenta em discordância angular sobre todos os depósitos anteriores, do Cretácico ao Triásico e do soco do Maciço Hespérico (Kullberg, 2000).. A discordância tem expressão quer a nível de blocos basculados no interior da bacia, quer à escala cartográfica, em especial no sector norte e na parte oriental do sector central.

Estas formação apresenta fácies siliciclásticas fluviais, estuarinas, costeiras ou lagunares.

3.2- Cretácico Superior

Na sequência da série detrítica anterior, segue-se uma série essencialmente calcária, correspondente ao Cenomaniano. É constituída por calcários compactos rijos e com rudistas.

Calcários com Rudistas – C²

Os “Calcários com Rudistas” ou “Lióses”, rochas que datam do Cretácico Superior (Cenomaniano), são testemunho de um ambiente tropical, com águas quentes, pouco

profundas e límpidas, propícios à formação dos chamados "Bancos de Rudistas", aglomerados coloniais destes organismos, com características recifais.

De acordo com vários autores (Cunha, 1992; Pena dos Reis, 2002) o preenchimento sedimentar mesozóico da Bacia Lusitânica terá ocorrido em quatro grandes ciclos sedimentares (1º- Triásico Sup./Caloviano; 2º- Oxfordiano/Berriasiano; 3º- Valanginiano Inf./Aptiano Inf.; 4º- Aptiano Sup./Campaniano) separados por descontinuidades estratigráficas.

4- Paleogénico

Na área em estudo, o Paleogénico apenas está representado por afloramentos datados do Oligocénico que estão distribuídos em dois grupos: o maior, "Conglomerados, arenitos e pelitos de Alcanede e Runa" é constituído por várias manchas que acompanham o limite oeste da B.T.T.; o outro grupo de afloramentos, "Complexo de Benfica" é mais restrito, em termos geográficos, e está situado na região da Nazaré. O Oligocénico é formado por arcoses, depósitos conglomeráticos, arenitos arcósicos e argilitos e calcários margosos.

Conglomerados, arenitos e pelitos de Alcanede e Runa - Ø_A

Esta unidade do Paleogénico (Eocénico a Oligocénico inferior) que se apresenta como um complexo argilo-gresoso-arcósico, com níveis conglomeráticos e algumas intercalações calcárias, tem surgido, ao longo do tempo, sob várias designações: "Complexo atapulgítico" (Carvalho, 1968); "Complexo detrítico de Alcanede" (Zbyszewski *et al.*, 1971); "Arenitos de Monsanto" e "Calcários de Alcanede" que, em conjunto, constituem a "Aloformação de Monsanto" (Barbosa, 1995); "Formação de Cabeço do Infante" (Cunha, 1996); "Grés de Monsanto" e "Calcários de Alcanede" (Manuppella *et al.*, 2006).

Os níveis areníticos (arcosarenitos e quartzarenitos) apresentam-se grosseiros, pontualmente conglomeráticos, com cor dominante branca, podendo apresentar manchas rosadas. Os níveis carbonatados apresentam elevado grau de dureza e rigidez.

Complexo de Benfica – Ø_B

O “complexo de Benfica” está distribuído geograficamente, em retalhos, desde a região de Setúbal até à região de Vieira de Leiria, no entanto é no distrito de Lisboa que possui maior expressão, assentando sobre o complexo vulcânico.

Trata-se de um complexo conglomerático poligenético, constituído por rochas detríticas de diferentes tipos, tais como conglomerados, arenitos, argilas e calcários. Na região do Carregado, Alenquer, Torres Novas e Pernes as rochas deste complexo são caracterizados pela sua origem lacustre, apresentando fósseis de gastrópodes pulmonados.

O conjunto inferior do Complexo de Benfica apresenta a tecto uma importante acumulação carbonatada, designada por Calcários de Alfovelos (Soares da Silva, 1983).

5- Miocénico

O Miocénico, que na zona em estudo só aflora na Bacia do Baixo Tejo, é caracterizado por depósitos continentais alternados por outros marinhos, característicos de uma grande planície aluvial, em forma de estuário, aberta ao oceano e sujeita a transgressões e regressões marinhas. Corresponde a ambientes de transição, fluviomarinhos, em que alternam as influências continentais, fluviais e marinhas. A norte de Vila Franca de Xira predominam os depósitos de origem continental (Almeida, 2000).

Areias de Vila Nova da Rainha / Complexo de Ota – M_O

Esta unidade, de espessura que poderá variar entre os 200 e os 250 m, é formada por sedimentos fundamentalmente oriundos do continente, de características detríticas, carregados pelos rios ou resultantes de precipitação, ou por acção biológica de componentes em solução, arrastados do continente para o oceano (Simões, 1998). Apresentam uma constituição quartzítica e/ou arcossarenítica, localmente conglomeráticos. Na base ocorrem, geralmente, arenitos avermelhados com fracções finas essencialmente caulínicas e com pouca ilite, fortemente manchados de vermelho ferruginoso. São frequentes as intercalações de cascalheiras quartzo-quartzíticas.

Segundo Barbosa (1995) e Manuppella *et al.* (2006), os arenitos da Ota são uma herança detrítica dos arenitos do Cretácico Inferior.

Argilas de Tomar – M_T

As Argilas de Tomar apresentam uma litologia fundamentalmente silto-argilosa de cor vermelha/alaranjada homogénea e/ou marmorizada, podendo aparecer intercalados arenitos finos. O quartzo domina na fracção grosseira superior a 75 %, enquanto que o feldspato e a mica são os minerais mais frequentes nas fracções fina e média. Por vezes, aparecem concreções Fe/Mn (Simões, 1998).

A espessura total da unidade pode variar entre valores próximos dos 200m, na margem esquerda, e uma dezena de metros, na margem direita.

Em condições climáticas do tipo mediterrânico, sub-árido e com estações bem contrastadas, o sistema deposicional seria palustre-lagunar, mas em situação recuada ou resguardada da planície de inundação distal, com uma relativa dificuldade de drenagem.

Como principais características, as Argilas de Tomar apresentam uma muito elevada resistência mecânica e uma baixa porosidade, podendo perfeitamente ser utilizadas na cerâmica estrutural, desde o pavimento à telha, passando naturalmente pelo tijolo de construção.

Calcários de Santarém e Almoester – M_{ST}

A unidade “Calcários de Santarém e Almoester”, situada predominantemente na margem direita do Tejo, de espessura bastante variável, podendo atingir os 350 a 400 metros, é caracterizada pelo progressivo predomínio de fácies carbonatadas que poderão ser tanto do tipo margoso como de calcário propriamente dito (Manuppella *et al.*, 2006).

Os achados paleontológicos de moluscos terrestres e de água doce, efectuados em jazidas da região de Rio Maior, levaram Zbyszewsky *et al.* (1960) a datar esta unidade como pertencente ao Miocénico Superior (Tortoniano).

Areias e argilas de Pombal e Redinha – M_P

Na região em estudo as “Areias e argilas de Pombal e Redinha” estão representadas unicamente por pequenos afloramentos localizados a NW de Tomar.

Argilas policromáticas, com parâmetros e cor pós-cozedura que lhe conferem aptidão para os segmentos do pavimento, revestimento e do grés porcelânico.

6- Pliocénico

O Pliocénico na região da Bacia do Baixo Tejo é constituído quase exclusivamente por conglomerados e arenitos, com intercalações de argilas, de origem fluvial e está representado, na área em estudo, pelos “Arenitos de Ulme” (P_U) e pelos “Conglomerados de Almeirim” (P_{Al}). Estes afloramentos exibem alternância de camadas de arenitos e de conglomerados, com predomínio dos últimos; os clastos são constituídos por calhaus de quartzo e quartzito, subrolados a rolados com baixa esfericidade, diminuindo de calibre para sul. São em geral bem calibrados, exibindo frequentes texturas de suporte clástico. Os Conglomerados de Almeirim recobrem os Arenitos do Ulme, com os quais integram uma extensa superfície de acumulação de norte para sul que se estende por cerca de 120 km. A sedimentação destas duas unidades regista um sistema aluvial húmido de drenagem dominante para SSW, com fácies de bordo correspondendo ao desenvolvimento de uma rede entrançada de canais cascalhentos (Conglomerados de Almeirim), evoluindo, em posições distais, para canais arenosos (Arenitos de Ulme).

As formações pliocénicas definem, no seu conjunto, uma superfície aplanada mergulhando para SW (Almeida, 2000). Trata-se de depósitos de antigo estuário (pré-Tejo), formando um manto contínuo constituído por cascalheiras de planalto, arenitos argilosos avermelhados e acastanhados, com seixos e argilas também vermelho-acastanhados (Gonçalves *et al.*, 1979).

Mais para o litoral destacam-se, na “plataforma de Aljubarrota”, duas formações: “Depósitos arenosos da Estremadura” (P_E) e “Diatomitos e lenhitos de Rio Maior e Óbidos” (P_R), que são o resultado da invasão generalizada e temporária do mar ocorrida no início do Pliocénico.

7- Plistocénico

Terraços, areias e cascalheiras – Q

Os depósitos de terraços representados na região são exclusivamente de origem fluvial, associados à rede de drenagem do rio Tejo e assentes em sedimentos terciários.

Para Manuppella *et al.* (2006), a constituição dos diferentes terraços varia de acordo com as altimetrias. Assim, os depósitos de terraços de 50-56 m são constituídos por sedimentos areníticos vermelho-acastanhados, localmente argilosos e/ou conglomeráticos, com seixos e calhaus rolados; os depósitos de 25-40 m são constituídos por arenitos, com cascalheiras roladas e intercalações arenosas e argilosas; os depósitos de terraço de 8-15 m possuem na sua constituição areias, localmente argilosas e com cascalheiras.

8- Holocénico

Aluviões – a

Esta designação genérica abrange os depósitos recentes de origem fluvial, lacustre ou marinha. São constituídas por calhau, areia, limo e argila.

As aluviões são observáveis ao longo dos principais cursos de água da região, no entanto, o seu maior desenvolvimento situa-se no troço inferior do vale do Tejo, entre Vila Nova da Barquinha e Chamusca, onde o vale se alarga. Aí, o abrandamento das correntes fluviais facilita a descarga dos materiais detríticos transportados pelas cheias do rio, provocando o assoreamento numa área muito extensa (Gonçalves *et al.*, 1979).

As aluviões localizadas na região sudeste da área em estudo (aluviões dos rios Tejo, Almonda, Alviela e seus afluentes) são constituídos, de uma forma geral, por sedimentos argilosos e arenosos, inicialmente lodosos ou com matéria orgânica e assentam sobre sedimentos terciários, podendo atingir espessuras próximas de 40 metros (rio Tejo) (Manuppella *et al.*, 2006). No troço inferior do Tejo são normalmente planas, de solos férteis, com água abundante e com frequência cultivadas ou aproveitadas para pastorícia.

As aluviões localizadas no topo norte, mais concretamente na ribeira de Seiça, estão associadas aos sedimentos carbonatados do planalto de Fátima e também aos sedimentos siliciclásticos do Cretácico de Ourém (Manuppella *et al.*, 2000).

Terraços arenosos – A¹

Os “Terraços arenosos”, de idade Holocénica, apenas estão representados, na área de estudo, por dois pequenos grupos de afloramentos, localizados na margem esquerda do Tejo: um a nordeste de Pinheiro Grande e outro na região de Alpiarça. Genericamente de cor amarelada ou acastanhada, de grão fino a grosseiro, provêm da erosão das vertentes, especialmente dos depósitos greso-arenosos mio-pliocénicos.

Depósitos do MCE – A²

Depósitos localizados preferencialmente nos vales e depressões fechadas, como nas dolinas ou no preenchimento das fendas dos lapiás. É uma formação característica do Maciço Calcário Estremenho, quer no seu interior ou nos seus bordos. São formações areno-margosas, com elevado teor em argila, resultantes da descarbonatação dos calcários, por dissolução do carbonato de cálcio, com retenção dos elementos insolúveis. Geralmente apresentam coloração vermelha, típica da *terra rossa*.

Dunas – d

Predominam ao longo do litoral e, na região em estudo, apenas estão presentes em três pequenas áreas: na região de Peniche; entre a lagoa de Óbidos e a Serra do Bouro; e a norte da Nazaré. São estruturas resultantes da acumulação de areias transportadas predominantemente pelos ventos e em que a cobertura vegetal desempenha um importante papel no seu processo de formação e fixação. Constituem ecossistemas costeiros, estabelecendo a transição entre os sistemas marinho e terrestre, funcionando também como uma barreira natural de protecção.

Areias de duna e de praia – A

Constituem um extenso e estreito cordão ao longo da costa, que se estende por todo o litoral da área em estudo, só interrompido pela presença das arribas. As areias de praia apresentam-se mais ou menos grosseiras, de calibragem boa a moderada, com grãos, predominantemente de quartzo, rolados a sub-rolados e com superfície brilhante, apresentando também uma abundância relativa de bioclastos.

Nas areias de duna os grãos são em geral também rolados, apresentando a superfície tipicamente baça ou picotada, sendo a areia não grosseira e de boa calibragem.

9- Rochas Magmáticas Intrusivas

As rochas ígneas aflorantes na região em estudo são relativamente escassas e poderão ser agrupadas em dois grupos distintos: “Filões e chaminés vulcânicas” e “Filões doleríticos” (Oliveira *et al.*, 1992).

Filões e chaminés Vulcânicas

Na região em estudo, os “Filões e chaminés vulcânicas” estão dispostos, maioritariamente, segundo uma direcção SW-NE, desde a região de Figueiros (NE de Cadaval) até à localidade de Alcobertas. A NE deste alinhamento, perto de Abrã, está localizada uma chaminé vulcânica que, segundo Zbyszewski *et al.*, 1971, citado por Manuppella *et al.*, 2006, apresenta um diâmetro de 800 metros, preenchida por brecha com encraves de calcário metamorfizado.

A pedreira de Portela da Teira é um sítio que se destaca pelo seu grande interesse pedagógico e também científico, uma vez que apresenta uma típica disjunção colunar prismática em basaltos.

Filões doleríticos

Os filões doleríticos apresentam-se, geralmente, segundo as direcções que variam de WNW-ESSE a NW-SE e encontram-se intruídos ao longo de falhas de direcção WNW-ESSE.

2.2.1.2- Simplificação no contexto do ensino básico e secundário

Uma vez que, no âmbito do ensino das ciências geológicas dos ensinos básico e secundário, os conteúdos de litoestratigrafia propostos pela carta Geológica de Portugal, na escala de 1:5000 000, apresentam um grau de complexidade elevado, propõe-se uma simplificação, mais adequada a estes níveis de ensino (fig.18). Deste modo, as unidades anteriormente descritas e correspondentes ao Mesozóico e ao Cenozóico, excepto no Holocénico, podem ser resumidas da seguinte forma:

1-Triásico

O Triásico está representado por uma unidade constituída por massas evaporíticas, constituídas por sulfatos de cálcio e halite, com espessura de várias centenas de metros e que apresentam um comportamento reológico brando e bastante plástico.

O complexo de Dagorda revela, nos seus níveis inferiores pelítico-evaporíticos, uma sedimentação de fácies continental em fossas intra-cratónicas, num ambiente de semi-aridez. Nos seus níveis superiores aparecem as primeiras influências marinhas com sedimentação carbonatada dolomítica, característica de depósitos margino-litorais pouco profundos, geralmente ao abrigo de correntes. O conjunto é caracterizado por apresentar cores borra-de-vinho, violáceas e esverdeadas, resultantes da precipitação de óxidos de ferro nos sedimentos argilosos e corresponde aos estágios iniciais de formação da Bacia Lusitaniana, relativos à primeira fase de rifting continental que precedeu a abertura do Atlântico.

2- Jurássico

2.1- Jurássico Inferior – J1

O Jurássico Inferior é caracterizado por um aumento da influência oceânica, resultante de uma progressiva abertura da plataforma sedimentar, culminando com influências marinhas evidentes. A abertura do Oceano Atlântico provoca alterações progressivas no clima, contribuindo para proporcionar condições mais temperadas e húmidas.

Os principais afloramentos na região são compostos, predominantemente, por bancadas dolomíticas, margas e calcários margosos.

2.2- Jurássico Médio – J2

O Jurássico Médio é caracterizado por uma fase de acalmia tectónica, o que permitiu a formação de uma série carbonatada, bastante espessa, depositada numa superfície de sedimentação de gradiente muito suave e a uma profundidade não muito elevada.

Esta unidade é, de uma forma geral, rica em conteúdo fossilífero. Os calcários inicialmente de tendência recifal vão-se progressivamente carregando de argilas, de que resultam calcários margosos e margas. No final do Jurássico Médio (Caloviano Superior) o ambiente marinho franco é rapidamente substituído por um ambiente de pequena profundidade, denotando nítidas influências litorais.

2.3- Jurássico Superior – J3

Após uma lacuna estratigráfica, resultante de um período de exposição subaérea, durante o qual houve erosão e ausência de sedimentação marinha, retoma-se a sedimentação, que resulta de nova transgressão marinha ocorrida a partir do Oxfordiano médio, que vai sofrendo avanços e recuos ao longo de todo o Jurássico Superior, provocando ambientes que variam desde a plataforma pouco profunda até influências continentais.

As formações do Jurássico superior serão, portanto, bastante heterogéneas, constituídas por sequências de calcários margosos e margas, alternantes com intercalações de calcários betuminosos, acabando com uma sequência espessa de natureza detrítica.

3- Cretácico

A partir do Cretácico, o estiramento crustal passou a localizar-se a oeste do que, nas referências actuais, constitui o arquipélago das Berlengas, alterando o regime de sedimentação na Bacia Lusitânica. Deste modo, as espessas sequências de fácies marinha, características do Jurássico, terão sido substituídas por uma sedimentação menos

importante, descontínua e frequentemente depositada em ambientes continentais ou litorais (Dias, 2007).

3.1- Cretácico Inferior – C1

A formação do Cretácico Inferior é uma formação de componente detrítica que assenta, discordantemente, sobre os terrenos jurássicos e é constituída por arenitos mais ou menos conglomeráticos, argilas e margas. Esta formação evidencia uma fácies continental, por vezes com inclusões de vegetais terrestres ou fácies siliciclásticas fluviais, estuarinas, costeiras ou lagunares.

3.2- Cretácico Superior – C2

O Cretácico Superior corresponde a uma série essencialmente calcária constituída por calcários compactos, rijos e com rudistas, evidenciando um ambiente de formação correspondente a características recifais de águas quentes e pouco profundas.

4- Oligocénico

O Oligocénico é a única série do período Paleogénico que tem representação na área em estudo. É formado por arcoses, depósitos conglomeráticos, arenitos arcósicos e argilitos e calcários margosos.

5- Miocénico

O Miocénico corresponde a ambientes de transição, fluviomarinhos, em que alternam as influências continentais, fluviais e marinhas típicas de uma grande planície aluvial, em forma de estuário, aberta ao oceano e sujeita a transgressões e regressões marinhas. Os depósitos continentais alternam com depósitos marinhos, podendo assumir constituições que variarão desde uma base quartzítica ou arcosarenítica, silto-argilosa até ao predomínio de fácies carbonatada.

6- Pliocénico

As formações pliocénicas na região do Baixo Tejo, correspondem a depósitos de antigo estuário (pré-Tejo), constituídos por cascalheiras de planalto, arenitos argilosos avermelhados e acastanhados, com seixos e argilas também vermelho-acastanhados. Estes afloramentos exibem alternância de camadas de arenitos e de conglomerados, com predomínio dos últimos.

Mais para o litoral, as formações pliocénicas assumem características que são o resultado da invasão generalizada e temporária do mar, nomeadamente afloramentos areníticos e diatomitos.

7- Pleistocénico

O Pleistocénico representado na região é exclusivamente de origem fluvial, e está associado à rede de drenagem do rio Tejo, formando terraços, a diferentes altimetrias, constituídos por areias, algumas argilas e cascalheiras.

8- Holocénico

Os afloramentos relativos ao Holocénico, referenciados na carta Geológica de Portugal, na escala 1:500 000, nomeadamente “aluviões”, “terraços arenosos”, “Depósitos do Maciço Calcário Estremenho”, “dunas” e “areias de dunas e praias”, correspondem a itens que fazem parte dos *curricula* das disciplinas de Biologia e Geologia do ensino secundário e que, como tal, serão abordados nas respectivas aulas. Neste contexto, não faria sentido proceder-se a uma maior simplificação das descrições já apresentadas.

2.2.1.3- CARTA LITOESTRATIGRÁFICA SIMPLIFICADA

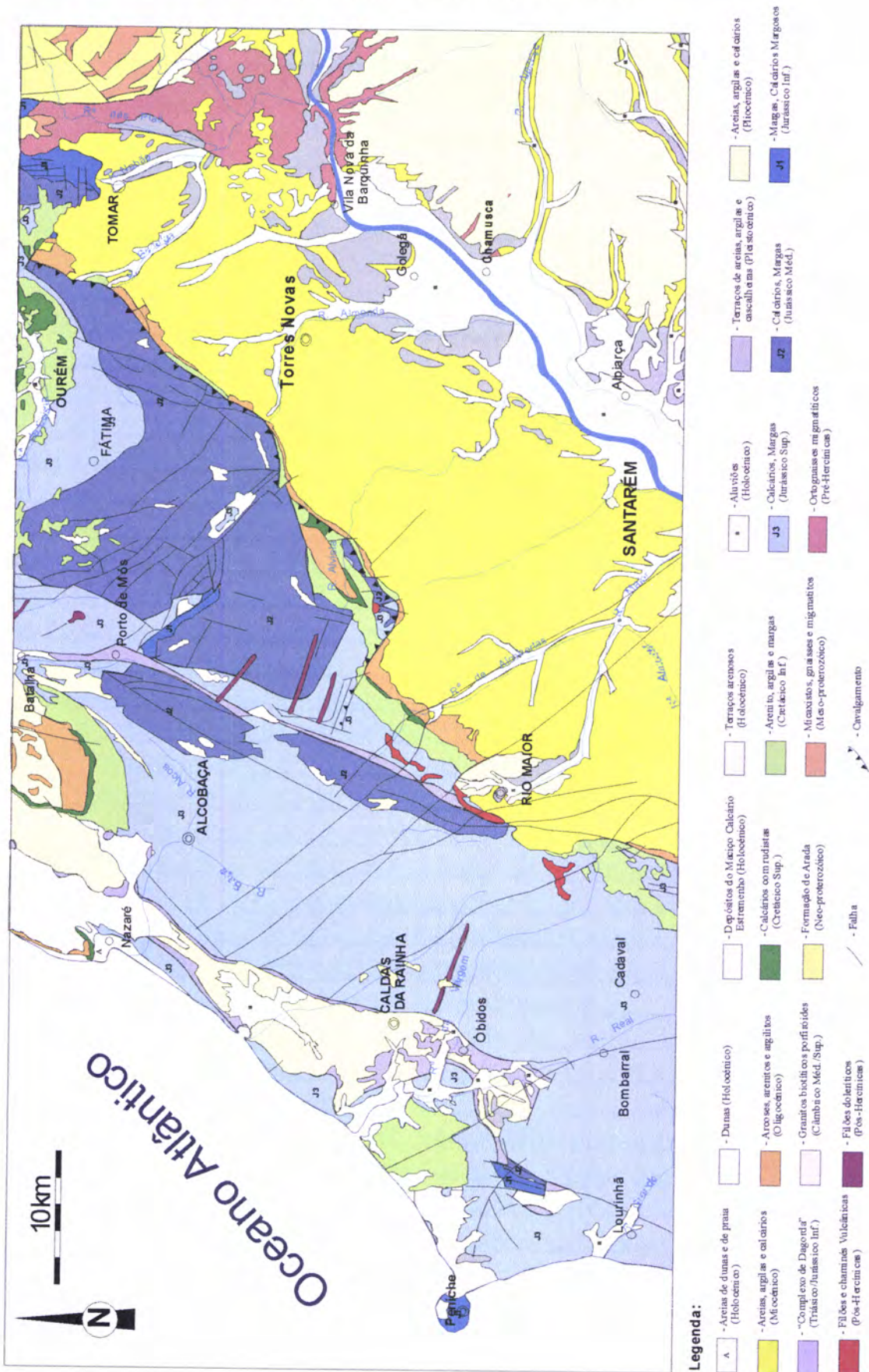


Fig. 18- Carta Litoestratigráfica simplificada da região de Peniche – Torres Novas. Construída a partir da carta Geológica de Portugal, na escala de 1:5000 000

2.2.2- CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

Por toda a área em estudo são evidentes estruturas tais como falhas, depressões e dobras que são representativas das várias fases tectónicas que se fizeram sentir na região. As principais estruturas tectónicas da região encontram-se referenciadas na carta tectónica construída para o efeito (fig. 30).

2.2.2.1- FALHAS

1- Falha Porto - Tomar

A falha Porto-Tomar é um acidente muito importante que separa a Zona Centro-Ibérica da Zona de Ossa-Morena. Tradicionalmente considerada como o limite Este da Bacia Lusitânica, separando a bacia desenvolvida sobre crosta estirada de um domínio não estirado da crosta - o Maciço Hespérico (Kullberg, 2000). Na região a sul de Tomar esta falha inflecte, acabando por se ligar à falha do Arrife. Para norte, a falha Porto-Tomar estende-se paralelamente ao litoral minhoto.

2- Falha da Nazaré

A Falha da Nazaré é considerada como um acidente tectónico de primeira ordem, com influência, já durante o Mesozóico, na compartimentação da Bacia; ela divide dois subdomínios cujos sedimentos apresentam fácies e espessuras diferentes, em determinados intervalos do Jurássico (Kullberg, 2000).

Para Ribeiro (2002), a falha da Nazaré, tal como as falhas do Tejo e do Cabo de S. Vicente, de orientação WSW-ENE a E-W, ao longo das quais se encontram instalados importantes canhões submarinos e existe sismicidade associada, são consideradas como correspondendo a direcções transformantes aquando da abertura do Atlântico Norte.

A partir da interpretação da coluna sedimentar a Norte e a Sul da falha de Nazaré, vários autores (Lomholt *et al.*, 1996; Ribeiro *et al.*, 1996; Rasmussen *et al.*, 1998), citados por Kullberg (2006), referem que, durante a distensão mesozóica, esta falha funcionou como falha normal, inclinada para Norte, apesar da sua actual expressão ser principalmente de cavalgamento com vergência para Norte, associado a pop-up de soco, formado durante a inversão tectónica cenozóica.

Para além de ter acomodado extensão ou subsidência diferenciais entre compartimentos, a falha da Nazaré terá tido também uma componente de extensão oblíqua em relação à principal direcção de estiramento durante a distensão jurássica (Kullberg, 1991).

A sua expressão morfológica superficial tem continuidade para toda a parte imersa da Margem Ocidental Ibérica (M.O.I.) até cerca de 5000 m na planície abissal, através do Canhão da Nazaré. O vale submarino conhecido como Canhão ou Cana da Nazaré é o maior da Europa e um dos maiores do Mundo. Recortando a plataforma continental com uma direcção de EW, sensivelmente, prolonga-se por mais de 200km de comprimento e atinge uma profundidade superior a 5000 metros na planície abissal onde este canhão desemboca. Esta garganta submarina provoca grandes alterações ao nível do trânsito sedimentar litoral, uma vez que este vale é um autêntico sumidouro para os sedimentos provenientes de norte, da deriva litoral, o que justifica a inexistência de grandes extensões de areia nas praias a Sul da Nazaré. O Canhão da Nazaré gera a afluência à superfície de águas ricas em nutrientes e plâncton, permitindo a presença de uma fauna bastante rica em espécies de interesse comercial.

3- Falha do Arrife / Cavalgamento do Arrife

Segundo Carvalho (2002), o Arrife, termo do árabe *ar-ri-f* (“rochedo”, “recife”, “litoral”) é uma escarpa de falha que se estende desde Ourém, a Norte, até Rio Maior, a Sul (fig. 19).

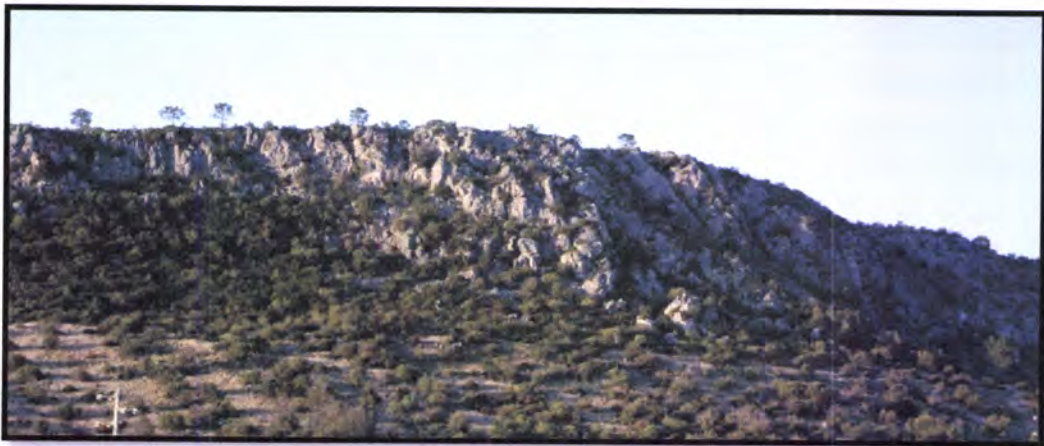


Fig. 19- Escarpa de falha do Arrife, na região de Videla.

Este acidente define o limite tectónico das serras do Maciço Calcário Estremenho com a Bacia Terciária do Tejo. O principal plano de falha evidencia uma orientação geral NE-SW, formando uma evidente escarpa de falha que chega a atingir 100 metros de desnível. Este acidente tectónico inclina para NW cerca de 50°, evidenciando uma vergência de cavalgamento para SE. Corresponde, provavelmente, a uma falha de desligamento de componente esquerda, associada à fracturação tardivarisca, que foi reactivada sucessivamente nas fases distensivas mesozóicas e nos períodos compressivos da inversão cenozóica. De acordo com Ribeiro *et al.* (1996), este acidente apresentou actividade extensional durante o Mesozóico, sendo, mais tarde (durante o Miocénico e, provavelmente, também no Quaternário), reactivada como cavalgamento vergente para SE, sem contudo ter conduzido à inversão da totalidade do movimento extensional Mesozóico (fig. 20).

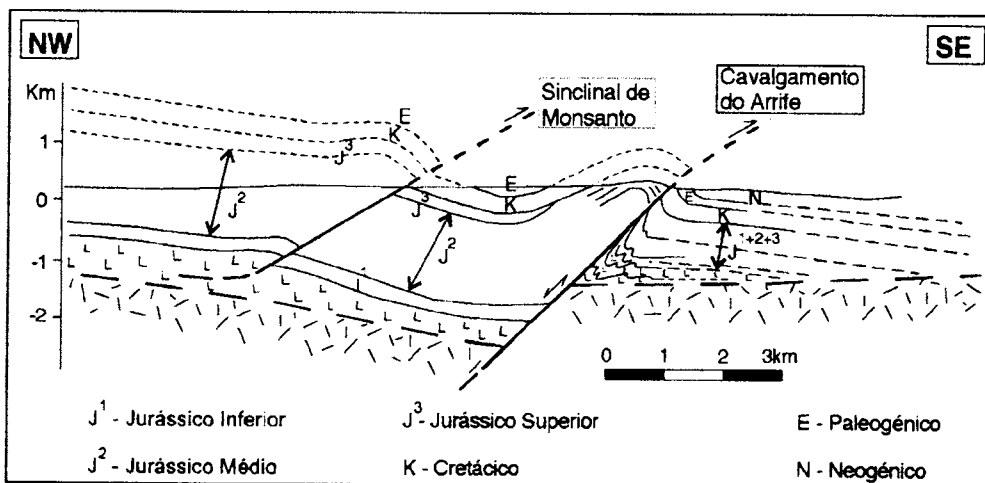


Fig. 20- Cavalgamento do Arrife (adaptada de Ribeiro *et al.* 1996), in Manuppella *et al.*, 2006.

A falha do Arrife subdivide-se em dois ramos que envolvem o sinclinal de Amiais de Baixo. Enquanto que o ramo mais a norte adquire uma orientação WNW-ESE e parece perder importância numa estrutura onde está instalado um filão dolerítico, o ramo principal, mais a sul, na região de Abrã, roda para uma direcção NW-SE, terminando de encontro à falha de Alcobertas (Manuppella *et al.*, 2006).

4- Falha dos Candeeiros

A falha dos Candeeiros é uma falha normal de orientação NNE-SSW, com actividade sobretudo durante o Jurássico Médio, comprovado pelo facto de se encontrar coberta, a norte e a Sul da Serra dos Candeeiros, por sedimentos de idade subsequente (Manuppella et al., 2000). Representa um sistema de falhas localizadas a Este da Serra dos Candeeiros, com uma extensão que ronda os 25 Km, entre, aproximadamente, as localidades da Batalha e Rio Maior. A sua actividade esteve intimamente relacionada com os episódios distensivos mesozóicos e com fenómenos de halocinese. Em grande parte do seu trajecto, esta falha coloca em contacto anormal sedimentos do Jurássico Médio (a Oeste) com sedimentos do Jurássico Superior (a Este). Após o episódio de inversão tectónica do Miocénico Superior, este sistema de falhas passou a comportar-se com desligamento esquerdo (Curtis, 1993).

Segundo Manuppella *et al.*, (2000), existe a possibilidade de esta falha ter prolongado a sua actividade no período plio-quadernário, apesar de não terem sido encontradas provas inequívocas dessa actividade. Martins (1949) e Manuppella *et al.* (2000) sugerem que, no sector norte, próximo da localidade de Porto de Mós, esta falha possa ter funcionado como uma paleo-arriba durante a sedimentação pliocénica.

5- Falha de Reguengo do Fetal

Acidente tectónico do Reguengo do Fetal é uma falha de orientação NNE-SSW, que funcionou como falha normal durante as fases extensionais mesozóicas da Bacia Lusitânica. Faz a separação entre o planalto de S. Mamede e o anticlinal de Alqueidão e estende-se desde a localidade de Arrabal (proximidades de Leiria), a norte, até à zona de Alcária, a sul, onde se anula contra a falha de Alvados.

Segundo Manuppella *et al.* (2000), baseado em dados de campo, confirmados pela cartografia, a falha do Reguengo do Fetal foi activa durante o Jurássico Sup., tendo rejogado posteriormente, com actividade que se prolonga após o Cretácico Inf. (Aptiano-Albiano).

6- Falha da Mendiga

Tal como a anterior, a falha da Mendiga também possui orientação NNE-SSW no entanto, a norte de Alcanede, inflecte para WNW-ESE, com inclinações de cerca de 50° para Sul (Manuppella *et al.*, 2006). Durante o processo distensivo ocorrido no Mesozóico, esta falha esteve activa, evidenciando um comportamento de uma falha normal. Este acidente tectónico separa a depressão da Mendiga, preenchida por sedimentos do Jurássico Sup., do Planalto de Santo António, constituído por rochas datadas do Jurássico Méd.. A sua actividade no Jurássico Superior é evidenciada pelo facto desta falha truncar várias falhas de orientação WNW-ESE, algumas das quais preenchidas por filões doleríticos que intruem apenas o Jurássico Médio.

7- Falha de Valverde

Acidente tectónico que corresponde a falha normal durante as fases extensionais mesozóicas. Nas regiões mais a norte também possui orientação NNE-SSW e, tal como a falha da Mendiga, a norte de Alcanede roda para WNW-ESSE (Manuppella *et al.*, 2006).

Segundo Terrinha *et al.* (1998), esta falha é um testemunho de um episódio compressivo na passagem do Jurássico para o Cretácico. Para Manuppella *et al.* (2006), a falha de Valverde apresenta indícios de reactivação como falha inversa, antes de ser intersectada por filões WNW-ESSE, de idade correspondente ao início do Cretácico Superior.

8- Falha de Alvados-Minde

A falha de Alvados-Minde é, segundo Manuppella *et al.* (2000), um sistema de duas falhas de direcção geral NW-SE que, na região de Alvados, se encontram interligadas por troços de orientação E-W, delimitando uma zona deprimida (fig. 21). Durante o Jurássico Superior esta falha foi activa como falha extensional, no entanto, durante a inversão tectónica miocénica da Bacia Lusitânica, o sector interligante de Alvados foi reactivado como rampa lateral dextrógira do Cavalgamento do Arrife, gerando cavalgamentos e dobras apertadas com vergências opostas.

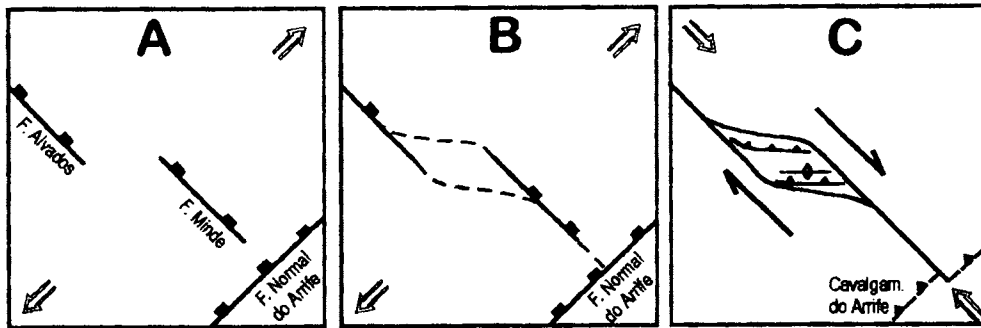


Fig. 21- Evolução da estrutura de Alvados. Adaptado de Manuppella *et al.*, (2000).

A falha de Alvados-Minde faz parte de um conjunto de acidentes de orientação NW-SE e WNW-ESSE que compartimentam os Planaltos de S. Mamede e de Santo António. Muitas destas falhas encontram-se parcialmente preenchidas por filões doleríticos.

2.2.2.2- DOBRAS

Os dobramentos presentes na área do Maciço Calcário Estremenho apresentam, de uma forma geral, eixos sub-horizontais com orientações NNE-SSW e NE-SW. Também, regra geral, as dobras localizadas próximas das principais falhas possuem um raio de curvatura bastante apertado, enquanto que, as dobras localizadas em áreas mais afastadas das falhas principais se tornam de maiores dimensões (Manuppella *et al.* 2000, 2006).

As dobras de orientação NNE-SSW, geralmente localizadas nos bordos do M.C.E., são condicionadas por falhas de igual direcção, resultantes da compartimentação distensiva ocorrida no Mesozóico, por exemplo na depressão da Mendiga. Nas dobras bastante apertadas e orientadas segundo NE-SW, é nítida a sua associação estrutural com o cavalcamento do Arrife (Manuppella *et al.*, 2006).

Nas imediações dos cavalgamentos, as dobras apresentam-se assimétricas, representando dobras-falhas (Ribeiro *et al.*, 1990).

Noutros locais da região, em que a direcção das falhas dominantes é NW-SE, os eixos das dobras são geralmente paralelos a essa direcção.

2.2.2.3- DEPRESSÕES DE ORIGEM TECTÓNICA

1- Sector Porto de Mós – Moitas Venda

1.1- Depressão de Alvados

A depressão de Alvados, bem como a de Minde, terão resultado provavelmente de uma acção conjunta de uma fase de distensão, seguida de inversão (Crispim, 1995). A passagem entre a fase distensiva, ocorrida durante o Paleogénico Inferior, e as fases compressivas poderá ter resultado de um episódio de tectónica de desligamento com componente esquerda que teria permitido o abatimento do sector de Alvados em “pull-apart” (Crispim, 1993). Segundo o mesmo autor (Crispim, 1995), na sequência de um período inicial de desligamento sinistrógiro, estabeleceu-se um regime de tectónica de desligamento dextrógiro ao longo do sistema de falhas cruzadas de Alvados/Minde. Este regime de desligamento deve ter ocorrido, pelo menos em algumas fases, em regime transpressivo (fig. 22).

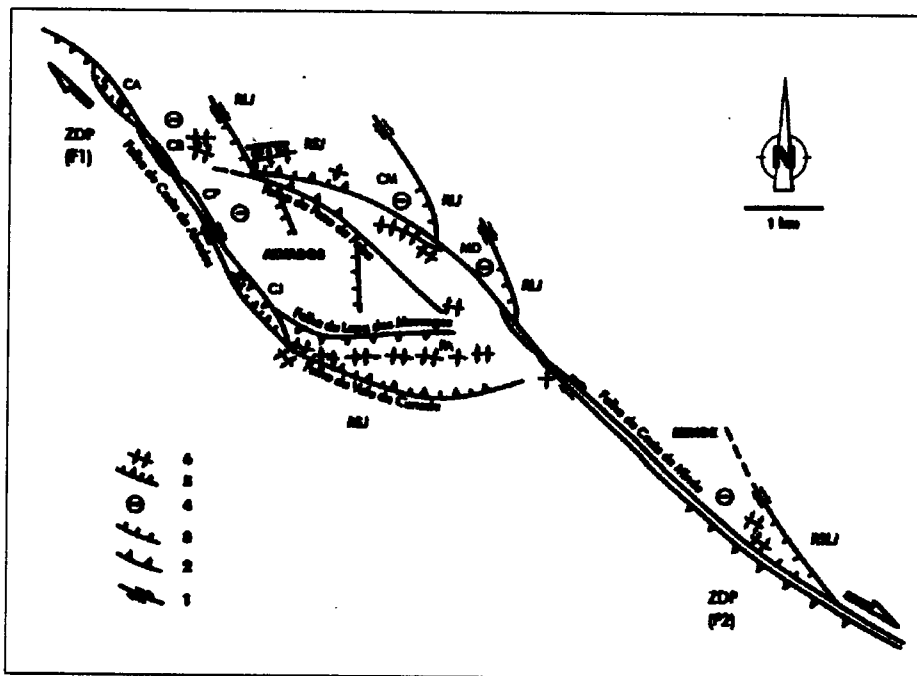


Fig. 22- Esquema representativo da tectónica desligante na depressão de Alvados.

Legenda: 1- movimento direito; 2- separação inversa; 3- separação normal; 4- bloco abatido; 5- falha normal; 6- dobra anticlinal (Crispim, 1993).

As duas falhas principais, a falha da Costa de Alvados e a falha da Costa de Minde, no sector de Alvados, apresentam uma zona de sobreposição e convergência em dois pontos: a NW, na zona da Pena da Falsa e a SE, na Pedra do Altar. Entre elas, o fundo da depressão de Alvados apresenta-se como uma área deprimida entre flancos cavalgantes, podendo ser interpretado como um *graben* entre dois *horsts* (Crispim, 1993) (figs. 23 e 24).

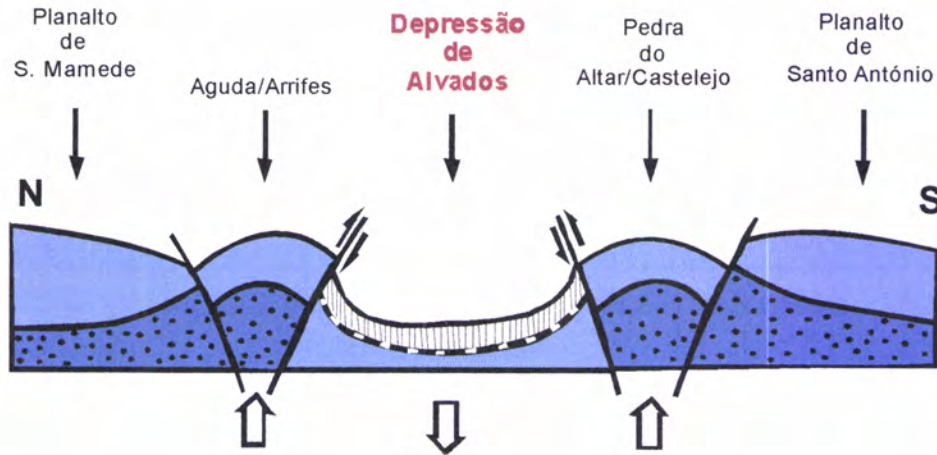


Fig. 23- Perfil esquemático da estrutura da depressão de Alvados (Adaptado de Crispim, 1993).

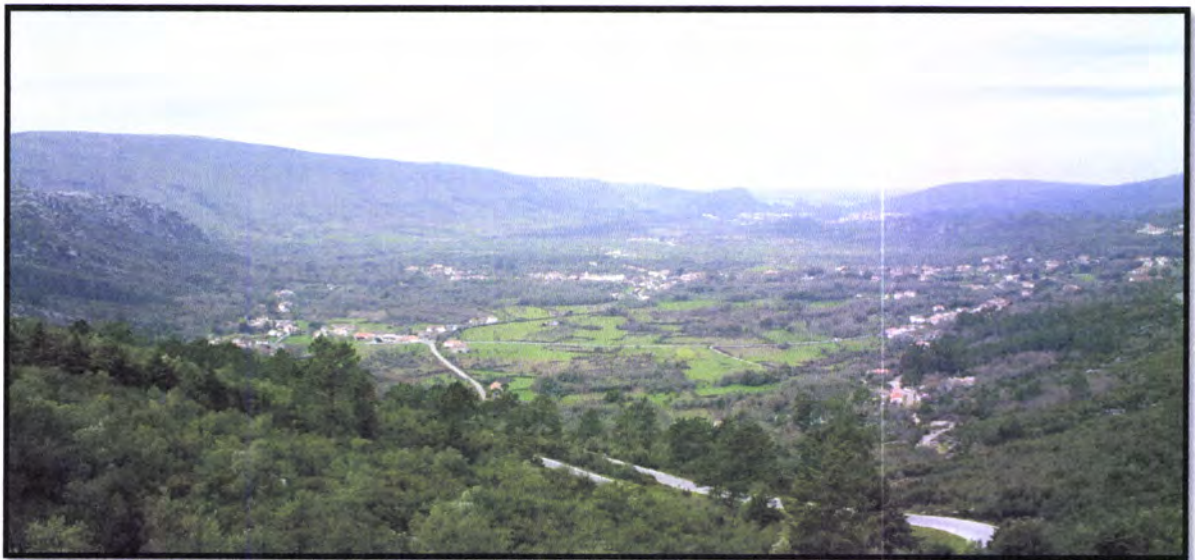


Fig. 24- Aspecto geral da depressão de Alvados

1.2- Depressão de Minde

A depressão de Minde (Polje de Minde) é a maior e a mais característica das depressões cársicas do M.C.E., apresentando 4 Km de comprimento por 1,5 Km de largura no seu fundo plano. Está limitada a SW, pela imponente escarpa de falha da Costa de Minde; a NE, pelas vertentes mais suaves do planalto de S. Mamede e a SE, pelas vertentes da Serra de Aire (Manuppella *et al.*, 2000). As cabeceiras SE e NW também estão balizadas por falhas (Crispim, 1993) pelo que, em Minde, a depressão encontra-se fechada pelos movimentos tectónicos que a originaram (Rodrigues, 1991) (fig. 25).

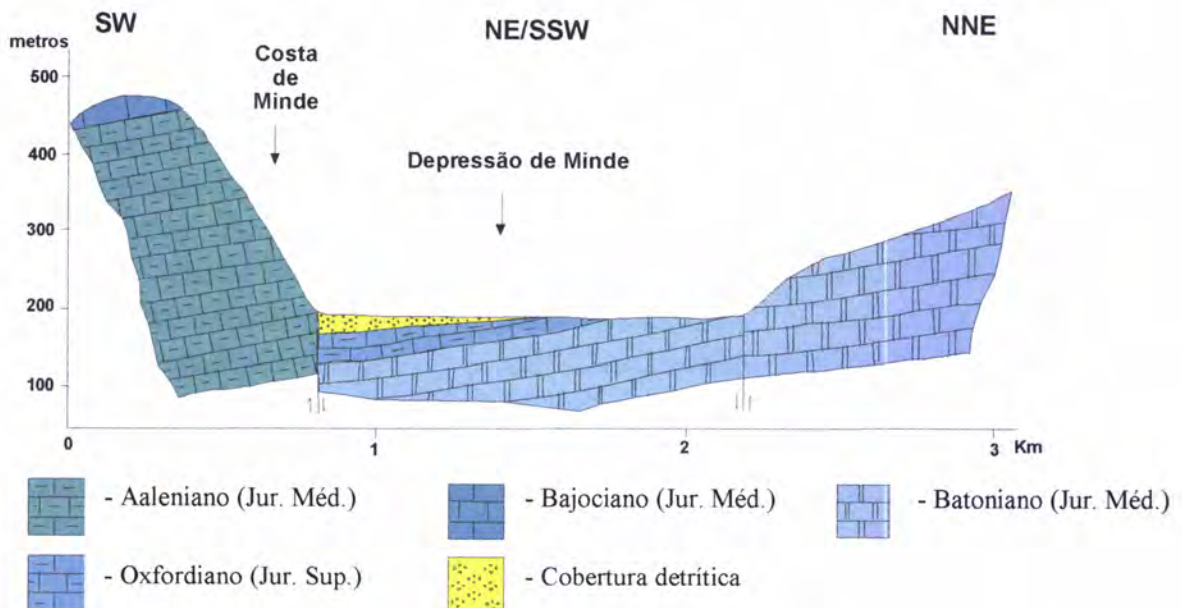


Fig. 25- Corte geológico da Depressão de Minde (Adaptado de Rodrigues, 1991)

Em épocas de forte pluviosidade, o nível freático atinge a superfície da base da depressão, que se encontra a uma cota de aproximadamente 195 m, transformando o vale entre Mira de Aire e Minde num enorme lago que, localmente toma a designação de “Lagoa de Minde”, ou mesmo “Mar de Minde” (fig. 26). Esta água que surge à superfície por exsurgências, rapidamente se perde através de vários sumidouros.



Fig. 26- Aspecto geral do “Mar de Minde”.

O fundo da depressão apresenta diferentes tipos de depósitos:

- A “Pincha de Minde”, localizada junto da povoação com o mesmo nome, é constituída por calhaus calcários, nem sempre bem rolados, dispostos em leitos com alguma alternância de leitos finos e grosseiros (fig. 27);

- A “Pincha do Alto do Lombeiro” (Manuppella et. al., 2000) ou “Grèze litée do Alto do Lombeiro” (Rodrigues, 1991), localizada na base da Costa de Minde, sensivelmente a meio do polje, é uma complexa formação de vertente, constituída por uma alternância de leitos grosseiros, cascalhentos, de natureza calcária e leitos finos silto-argilosos, com areias e areões (Rodrigues, 1991);

- O “depósito da exsurgência do Poio” situado na base da vertente do Planalto de S. Mamede, é constituído por brechas consolidadas (Manuppella et. al., 2000).

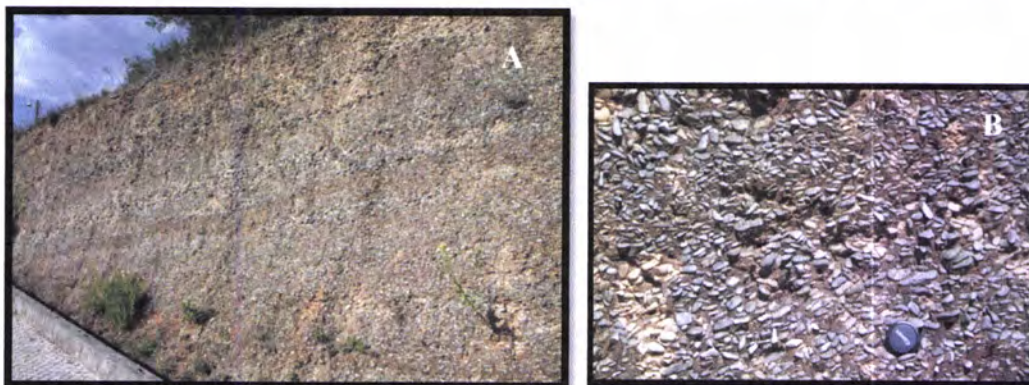


Fig. 27- Aspecto geral (A) e pormenor dos sedimentos presentes na “Pincha de Minde” (B).

1.3- Depressão do Mindinho

Localizada entre as duas grandes depressões de Alvados e de Minde, a pequena depressão do Mindinho pode ser considerada como o efeito de desnivelamento de cunhas criadas na convergência de falhas com a zona de deslocamento principal (Crispim, 1993).

A depressão do Mindinho é parcialmente escavada em rochas margosas e calcomargosas do Jurássico inferior, enquanto que o seu bordo nascente é constituído por calcários do Jurássico médio, que contactam, por falha, com o Jurássico Inferior.

As águas escoadas pela Costa de Mira acumulam-se no fundo da depressão do Mindinho e infiltram-se através de sumidouros localizados nas proximidades do bordo nascente. Traçagens efectuadas em 2006-2007, permitiram confirmar que as águas infiltradas nesses sumidouros reapareceram na nascente do Olho de Mira, situada no bordo norte do Polje de Minde, cerca de 2 km a sudeste dos pontos de injeção (Lopes *et al.*, 2007) (fig. 28).



Fig. 28- Panorâmica da Depressão do Mindinho

2- Sector Porto de Mós – Rio Maior

2.1- Depressão da Mendiga

A Depressão da Mendiga, como já foi referido, estabelece a fronteira entre dois dos principais relevos do M.C.E., a Serra de Candeeiros e o Planalto de Santo António. Segundo Fonseca *et al.* (2007), corresponde a um fosso tectónico marginado por dois alinhamentos tectónicos de orientação submeridiana: a falha normal da Costa da Mendiga, a Este e a falha inversa que delimita o bordo oriental do diapiro de Porto de Mós, a Oeste.

Alguns autores (Martins, 1949; Ferreira *et al.*, 1988; Manuppella *et al.*, 2000) designam esta depressão como *Polje da Mendiga*, considerando no entanto, que para além do factor determinante para a estrutura actual da depressão (a componente tectónica), a erosão fluvial e a carsificação também desempenharam um papel fundamental na sua génese.

A depressão da Mendiga apresenta uma grande complexidade morfoestrutural que é resultante da interferência dos alinhamentos diapíricos, provocando a interposição de blocos levantados e blocos abatidos (Rodrigues, 1991).

3- Vale Tifónico das Caldas da Rainha

O vale tifónico das Caldas da Rainha, ocupa uma região que se estende desde as proximidades de Óbidos até à Nazaré, estando limitado a norte pela falha da Nazaré, enquanto que a sul, o seu limite coincide com a falha de orientação WNW-ESSE que separa o diapiro de Caldas da Rainha do diapiro de Bolhos. O alinhamento preferencial desta depressão é NNE-SSW, correspondendo à direcção das falhas pré-existentes no Soco Hercínico, pelo que, segundo Ribeiro *et al.* (1979), a ascensão do Diapiro de Caldas da Rainha terá sido influenciada pela acção dessas falhas tardi-hercínicas.

Este vale tifónico encontra-se assente numa estrutura diapírica perfurante constituída, essencialmente, por margas de idade hetangiana, sal-gema e gesso que manifestam comportamentos plásticos, o Diapiro das Caldas da Rainha. Segundo

Zbyszewski (1959), no interior do vale, o núcleo aflorante do Jurássico inferior (Complexo de Dagorda) encontra-se ravinado por areias de idade pliocénica, enquanto que, nos bordos laterais do vale, as margas hetangianas estão em contacto anormal com calcários do Jurássico médio e, por vezes, com os “Grés Superiores” do Jurássico superior.

Do ponto de vista tectónico, a formação do anticlinal diapírico das Caldas da Rainha resulta da tectónica salífera e compressiva e a separação deste diapiro com o de Rio Maior ocorre por uma estrutura em sinclinal – o Sinclinal de A-dos-Francos (Zbyszewski & Almeida, 1960) (fig. 29). A migração do complexo evaporítico terá provocado a formação de sub-bacias nas zonas mais profundas, enquanto que, nas regiões de Caldas da Rainha e Rio Maior, induziu a formação de anticlinais com perfil assimétrico.

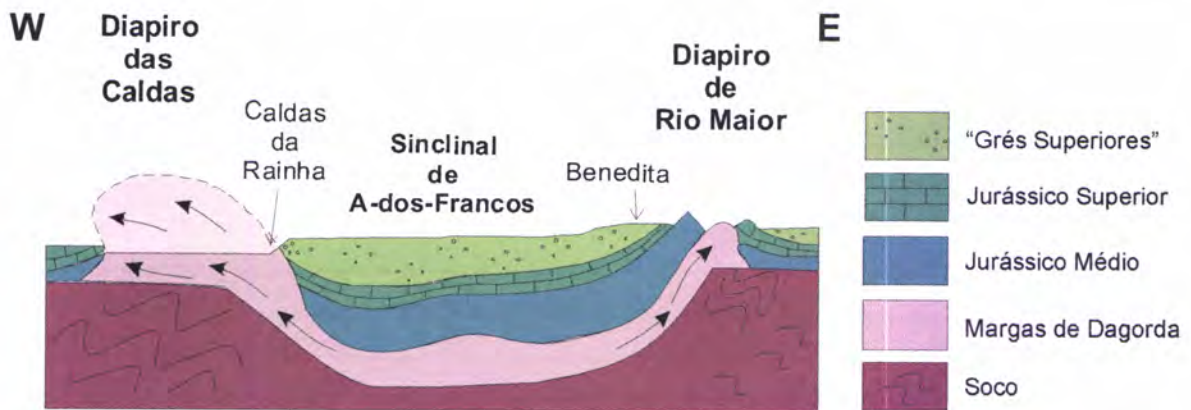


Fig. 29- Interpretação esquemática dos anticlinais diapíricos das Caldas da Rainha e Rio Maior (Adaptado de Zbyszewski, 1959).

2.2.2.4- CARTA TECTÓNICA

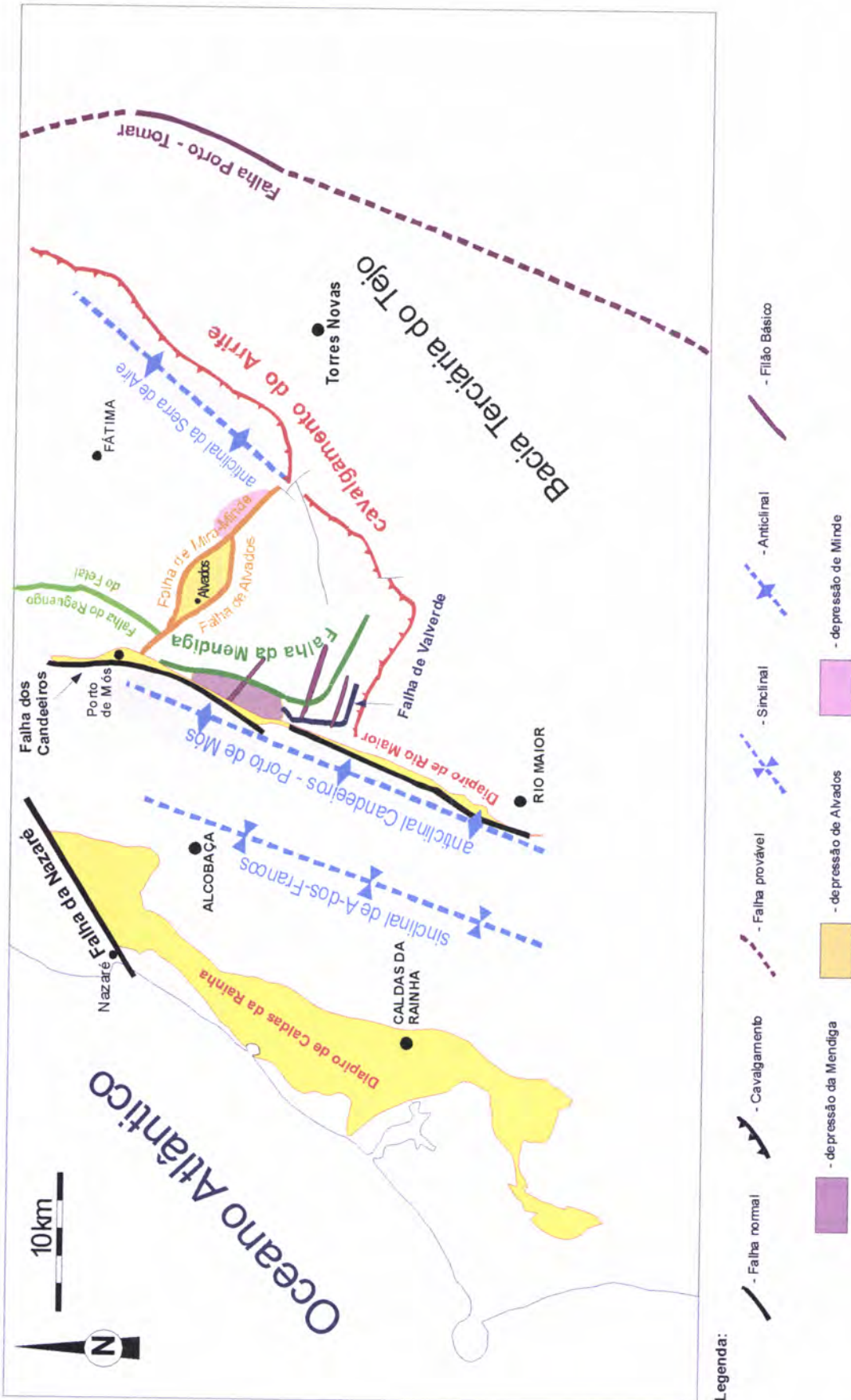


Fig. 30- Carta Tectónica da região de Peniche – Torres Novas, construída a partir da carta geológica de Portugal na escala 1/500 000 e das cartas topográficas 1/25 000.

2.3- ZONAMENTO GEOLÓGICO

2.3.1- CARTA DE ZONAMENTO GEOLÓGICO

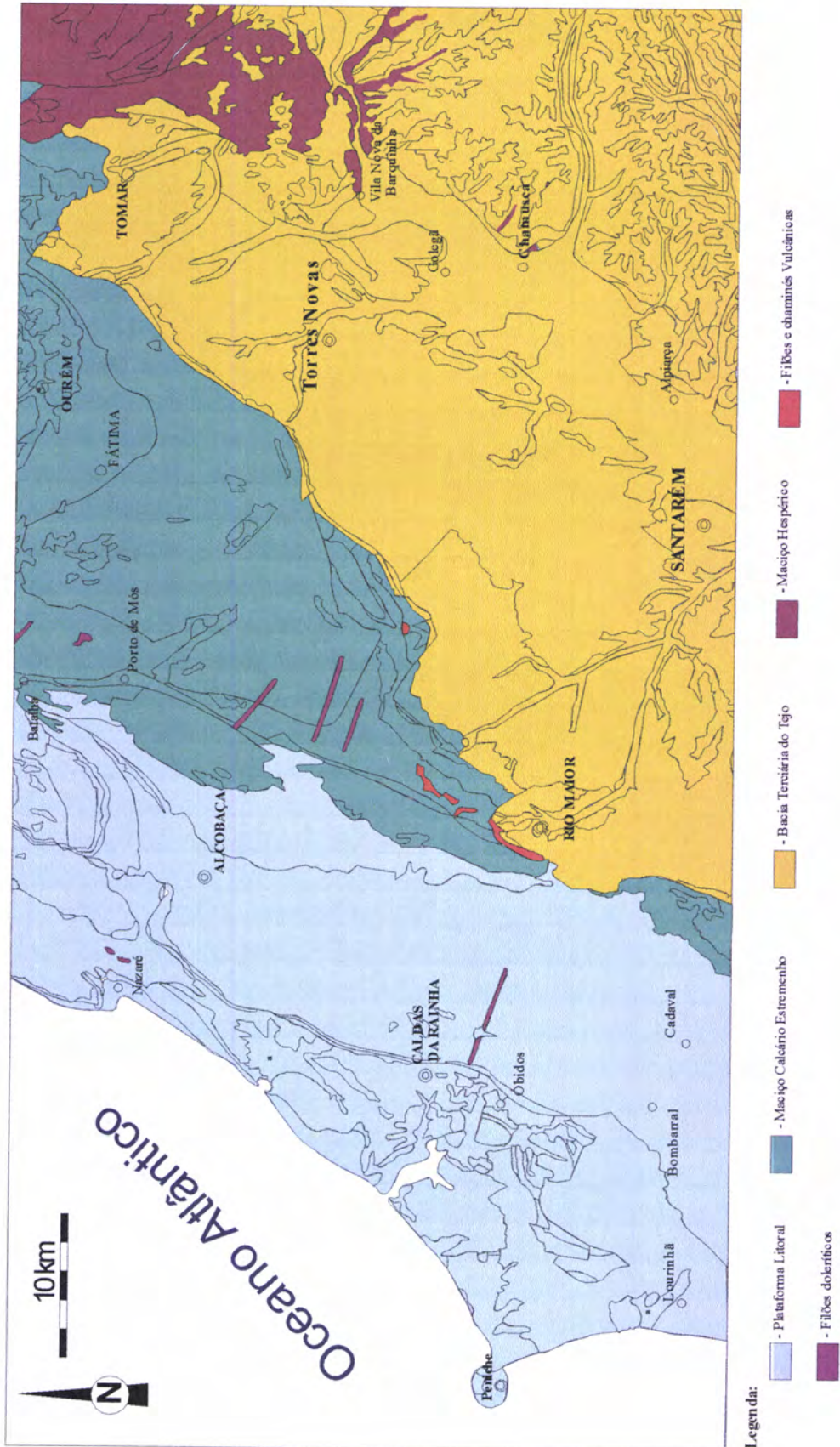


Fig. 31- Carta de Zonamento Geológico da região de Peniche – Torres Novas, tendo por base a Carta Geológica de Portugal, na escala 1/500 000.

2.4- RECURSOS GEOLÓGICOS

2.4.1- Hidrológicos

A região em estudo corresponde a uma área territorial rica em recursos hídricos, quer superficiais, quer subterrâneos. Destacam-se, pela sua dimensão, os rios Tejo e Zêzere, contudo estão presentes outros rios com alguma dimensão, nomeadamente o Nabão, o Alviela, o Almonda, o Lena, o Maior e o Lis. Para além da óbvia disponibilidade de água para a agricultura, indústria e outras actividades antrópicas, quase toda a área em questão possui inúmeros pontos de captação de água para consumo doméstico, permitindo, inclusivamente, o fornecimento deste bem precioso a outras regiões.

O M.C.E. destaca-se das zonas envolventes pelo facto de, praticamente, não possuir uma verdadeira rede hidrográfica superficial, no entanto é caracterizado pela existência de grandes aquíferos em profundidade, apesar de estes apresentarem grandes variações sazonais de armazenamento hídrico. As regiões cársicas propiciam a infiltração das águas provenientes de precipitação, uma vez que são áreas que apresentam grandes heterogeneidades e anisotropias nas suas formações carbonatadas, mormente se estas forem sujeitas a significativas perturbações tectónicas. Todas as nascentes perenes relacionadas com o M.C.E. estão localizadas nos seus limites geográficos. A nascente dos Olhos de Água do Alviela é a mais importante, tendo sido utilizada como uma das principais fontes de abastecimento à região de Lisboa.

A albufeira da barragem de Castelo de Bode é, pelas suas dimensões, um dos mais importantes recursos hídricos da região uma vez que, para além da produção energética, da captura de água para fins domésticos e agrícolas, é um importante recurso turístico para a região de Tomar – Entroncamento (fig. 32).



Fig. 32- Panorâmica da Albufeira da barragem de Castelo de Bode

2.4.2- Calcários

O calcário é, predominantemente, extraído na área do Maciço Calcário Estremenho e, em particular, do P.N.S.A.C.. As aplicações deste recurso variam de acordo com as diferentes variedades de calcário que afloram na região. Assim, os calcários micríticos são explorados, preferencialmente, para calçada e alvenaria; calcários microcristalinos, compactos, rijos e de fácil exploração são utilizados, de forma industrial, para brita; calcários, geralmente oolíticos e pelóidicos, de cor clara e de elevado teor de cálcio destinam-se à produção industrial de cal; calcários calciclásticos, de cor clara e com vários elementos decorativos provenientes, por exemplo, de bioclastos e veios calcíticos são extraídos em blocos para rochas ornamentais.

A actividade extractiva é determinante para a criação de riqueza para as populações da região do M.C.E. e, de uma forma mais global, para o país. Por outro lado, tem também contribuído, decisivamente, para a descoberta de aspectos geológicos, nomeadamente, achados paleontológicos, estruturas tectónicas e sedimentares, com elevado interesse didáctico e científico. Todavia, constitui um factor de preocupação ambiental muito importante, pela quantidade de explorações existentes e pela área afectada por esta actividade (fig. 33).



Fig. 33- Aspecto de uma pedreira, na região de Pé da Pedreira (Serra dos Candeeiros).

2.4.3- Areias

A exploração de areias, para os mais diversos fins, é uma actividade que se pode encontrar um pouco por toda a área alvo deste estudo. Na região da Chamusca são extraídas areias directamente do rio Tejo; na zona de Ulme existe uma exploração de areias e argilas associadas às unidades litológicas de “Argilas de Tomar” e “Arenitos de Ulme” (fig. 34). Na área do M.C.E. podemos salientar os areiros da região de Alcanede, de onde se extraem areias associadas a argilas encontrados nos arenitos cretássicos ou, nas regiões de Rio Maior e Porto de Mós, a exploração das areias brancas pliocénicas. Na área da Plataforma litoral também existem diversos locais, normalmente de dimensão reduzida a média, onde são extraídos vários tipos de areias.



Fig. 34- Exploração de argila e areias na região de Ulme.

2.4.4- Argilas

Tal como acontece relativamente à exploração de areias, um pouco por toda a área em estudo, existem vestígios de actividade extractiva de argilas destinadas, maioritariamente, à indústria de cerâmica estrutural (telha e tijolo). No entanto, grande parte dos barreiros encontram-se inactivos ou em actividade reduzida.

Os principais depósitos utilizados para a exploração de argilas, na área do M.C.E. situam-se nas formações detríticas do Cretácico Médio nomeadamente em Amiais de Cima, Amiais de Baixo e Mosteiros. Estas argilas apresentam várias tonalidades

(esverdeadas, acinzentadas, avermelhadas ou arroxeadas), sendo consumidas pela indústria da região.

Existem também pequenas explorações de argila vermelha nos depósitos pertencentes ao Complexo pelítico-evaporítico hetangiano ("Margas de Dagorda") e ao topo do Jurássico Superior ("Argilas e arenitos do Bombarral"), como acontece na região de Alcobertas.

As regiões de Batalha, Alcobaça e Caldas da Rainha são também conhecidas pela sua ligação à actividade cerâmica que está relacionada com a exploração local de argilas.

2.4.5- Linhitos

Apesar de se encontrarem assinaladas em cartas geológicas da região (Carta Geológica de Portugal, na escala 1/50 000 Folha 27-C do INETI, 2006) ocorrências de linhitos nas zonas de Alqueidão do Mato e Sobreira em, unidades litológicas do Jurássico Superior e do Miocénico, respectivamente, não existem, na actualidade, ocorrências de depósitos carbonosos susceptíveis de uma exploração economicamente viável (Manuppella *et al.*, 2000; Manuppella *et al.*, 2006) (fig. 35).

Na região de Peniche também existem ocorrências, relativamente importantes, deste recurso, mas associados a níveis pliocénicos.



Fig. 35- Ocorrência de Linhito em calcários do Jurássico Superior.

Durante as primeiras décadas do século XX, o carvão foi intensamente explorado em algumas zonas da região, nomeadamente em Rio Maior e no bordo oriental da Serra dos Candeeiros. Foram explorados carvões em vários locais que constituíam o "Couto Mineiro do Lena" no entanto, a redução das reservas e a deficiente gestão provocaram o encerramento das minas ainda durante a década de 40.

2.4.6- Doleritos

Alguns afloramentos de doleritos têm vindo a ser explorados para a obtenção de britas e pedra de calçada, nomeadamente na pedreira de Portela da Teira (a sul de Alcobertas) (fig. 36). Devido, em parte, ao elevado interesse científico e pedagógico, visto tratar-se de um dique dolerítico onde a rocha apresenta uma disjunção colunar prismática característica dos basaltos, a exploração industrial encontra-se actualmente suspensa, numa tentativa de preservação do que resta deste magnífico local de interesse geológico.



Fig. 36- Dique dolerítico na Pedreira de Portela da Teira.

2.4.7- Dolomitos

As pedreiras de extracção de dolomitos estão localizadas no Maciço Calcário Estremenho, maioritariamente distribuídas pelo extremo NE da Serra de Aire, no anticlinal da Lagoa do Furadouro e em Penedos Negros, na Serra dos Candeeiros (fig. 37). De uma forma geral, os maciços dolomíticos apresentam um conteúdo em MgO variável e, pelo facto da distribuição espacial da dolomite ser irregular, a exploração deste recurso é difícil (Manuppella *et al.*, 2000).



Fig. 37- Panorâmica de afloramento de calcário dolomítico do Jurássico Médio, na região de Casal Velho (Planalto de Sto. António).

2.4.8- Sal-gema

As marinhas de sal da Fonte da Bica, em Rio Maior, são um local de exploração superficial de um nível salífero, existente em profundidade e incluído no complexo pelítico-evaporítico hetangiano (fig. 38). A água salgada provém do filão de salgema, que é atravessado por uma corrente de água doce subterrânea, que se torna depois salgada (7 vezes mais salgada que a água do mar, atingindo concentrações da ordem dos 220 g/l) e que termina num poço com 9 m de profundidade e 3,75 m de diâmetro, localizado na zona central das salinas (ZBYSZEWSKI, 1961). A produção média anual é da ordem das 1.700 toneladas.

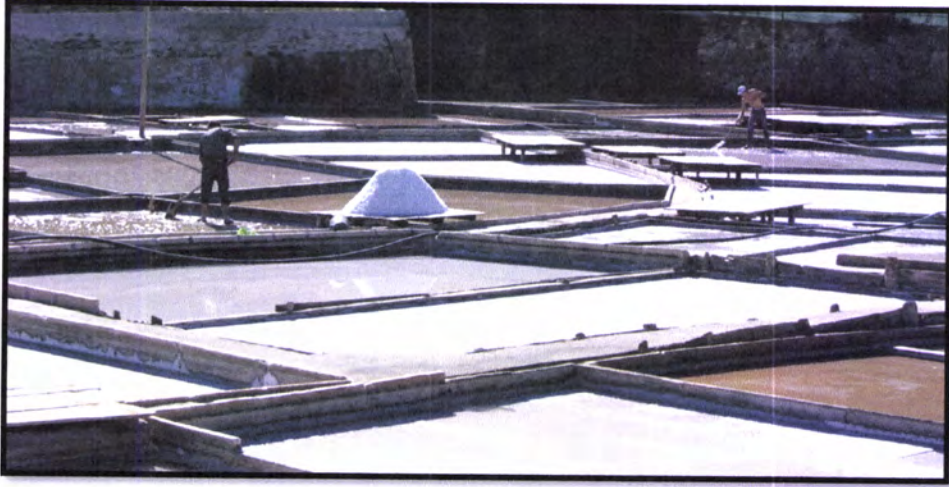


Fig. 38- Exploração de sal, nas marinhas de Fonte da Bica – Rio Maior.

2.5- EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO

A BACIA LUSITÂNICA

A Bacia Lusitânica, Lusitaniana ou Lusitana é uma bacia sedimentar representada, cartograficamente, por uma extensa mancha mesocenozóica, que se estende ao longo de mais de 200 km, segundo uma direcção aproximada NNE-SSW, desde Aveiro, a norte, até Setúbal, a sul, e com uma largura máxima de cerca de 100 km, segundo uma direcção WNW-ESE. Constitui uma área emersa de cerca de 20,000 km², prolongando-se ainda para a plataforma continental. Trata-se de uma bacia distensiva pertencente a uma margem continental do tipo atlântico de Rift não vulcânica que teve a sua origem no processo de distensão Mesozóica e subsequente abertura do Oceano Atlântico norte (processo de fragmentação da Pangeia). A bacia está preenchida por sedimentos siliciclásticos e carbonatados, cuja idade se estende desde o Triásico Superior.

Esta bacia encontra-se parcialmente limitada, a Este, pela falha de Porto-Tomar, que faz fronteira com o Maciço Hespérico. Esta falha constitui um segmento reactivado da sutura entre as zonas Centro Ibérica e Ossa Morena. Para o interior da bacia, e paralelo à falha Porto-Tomar, existe um corredor com largura variável entre 5 e 15 km que apresenta uma série de estruturas em horst e graben, de escala quilométrica, que separou uma zona externa de crosta não estirada de uma interna estirada (Kullberg *et al*, 2006). A Sul de Tomar, o bordo Este da bacia continua através da falha normal do Arrife, com direcção NE-SW ao longo do sector sudeste do Maciço Calcário Estremenho, que se encontra ligada à falha de Setúbal-Pinhal Novo, através de um sistema complexo e difuso de falhas normais en échelon (fig 39).

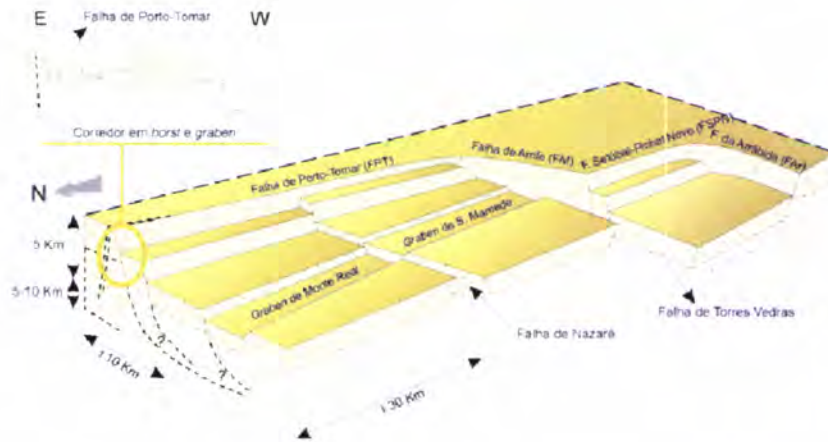


Fig. 39- Modelo da geometria do soco no final da evolução da Bacia (adap. De Ribeiro *et al.*, 1996) in Kullberg *et al.*, (2006).

A Bacia Lusitaniana está limitada a Oeste por uma falha normal de bordo de bacia, de orientação próxima de NNE-SSW e que limita o horst da Berlenga, onde se destaca o conjunto de ilhéus da Berlenga, Estelas e Farilhões, situados a Oeste da península de Peniche, pertencentes ao bordo levantado de soco paleozóico. O limite Sul é materializado pela Falha da Arrábida, de orientação ENE-WSW e que se localiza alguns quilómetros a Sul da linha de costa meridional da península de Setúbal. A Norte, a Bacia Lusitaniana, confina com a Bacia do Porto, que se desenvolve apenas na plataforma continental. Entre ambas Ribeiro *et al.*, (1996) consideram uma zona de transição em échelon e Alves *et al.*, (2003) consideram a existência de uma sub-bacia intermédia, a sub-bacia de Aveiro (fig. 40).

Rocha e Soares (1984), citado por Kullberg *et al.* (2006), baseando-se em variações de fácies e espessura das unidades litostratigráficas do Jurássico Inf., dividiram a Bacia Lusitaniana em três sectores: a) setentrional, limitado a Sul pela falha da Nazaré, com grande espessura de sedimentos durante o Jurássico Inf./Med. e o Cretácico Sup./Paleogénico, estes formados noutra contexto geodinâmico; b) central, situa-se entre as falhas da Nazaré, a Norte, e de Montejunto-Arrife, a Sul, onde o Jurássico Med. aflora bem e apresenta fortes espessuras, o que corresponde, grosso modo, à área aflorante do actual Maciço Calcário Estremenho. Para Ribeiro *et al.* (1996) e Kullberg (2000) o sector central está limitado, a Sul, pelo conjunto de falhas de Arrife - Baixo Tejo - Gargalo do Tejo; c) meridional, marcado pela importância da sedimentação do Jurássico Sup.- Cretácico Inf.. Durante o Jurássico Sup. a Bacia Lusitaniana sofre uma forte reestruturação, que leva a uma diferenciação de diversas sub-bacias, no sector central: a sub-bacia de Bombarral a

Norte, confinando com as sub-bacias de Turcifal a Sudoeste e de Arruda a Sudeste, através da Falha de Torres Vedras-Montejuento.

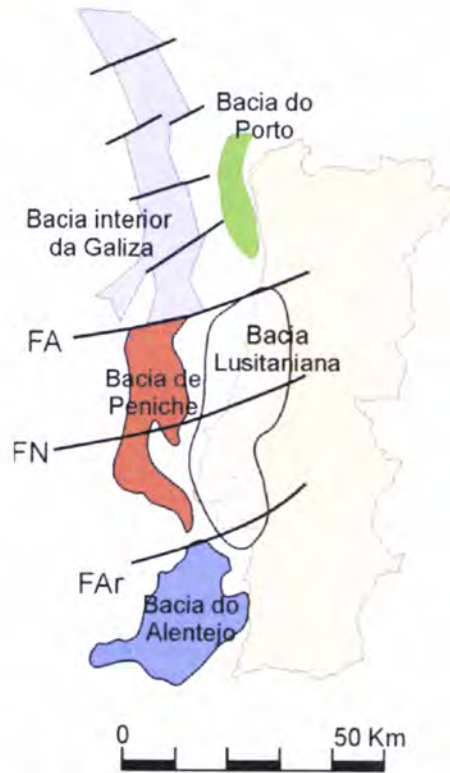


Fig. 40- Localização e enquadramento da Bacia Lusitânica. FA- falha de Aveiro; FN- falha da Nazaré; FAr- falha da Arrábida. Adaptado de Kullberg *et al.*, (2006)

A Bacia Lusitânica evoluiu em regime tectónico distensivo durante o Mesozóico, que levou à formação de crosta oceânica Atlântica e da Margem Ocidental Ibérica. Durante este processo e mesmo à posteriori, ocorreram fenómenos de carácter episódico, tais como: a) inversão tectónica transitória precoce, b) um breve episódio magmático contemporâneo do desenvolvimento da Bacia e c) diapirismo (Kullberg *et al.*, 2006).

Ribeiro *et al.* (1996) e Kullberg *et al.* (1996) assinalam uma estrutura de inversão precoce na região da Arrábida - falha inversa selada - datável do intervalo correspondente à importante descontinuidade Caloviano Sup.- Oxfordiano Inf. a Med.. Para além desta, evidências cartográficas, estruturais e estratigráficas sugerem outra estrutura de inversão, na região das Serras de Candeeiros e Porto de Mós.

O processo de abertura do Oceano Atlântico foi acompanhado de vários episódios de rifting, com conseqüente actividade ígnea. Foram registados três episódios magmáticos:

o primeiro, de natureza subalcalina, toleítica, com idades entre 180-200 M.a.; o segundo, de natureza alcalina, transicional, com idades entre 130-135 M.a. e o terceiro, de natureza alcalina, com idades entre 72-100 M.a. (Kullberg *et al*, 2006). Dos três episódios, apenas o de natureza transicional ocorre durante o período de desenvolvimento geodinâmico da bacia e está representado por afloramentos intrusivos na forma de domas e filões distribuídos ao longo dos seus bordos oriental (afloramentos de natureza dolerítica de Freiria, Portela da Terra, Serra de Todo-o-Mundo, Rolica, Gaeiras, Codiceira e Vermoil) e ocidental e ainda pelos associados às estruturas diapíricas (afloramentos de natureza gabrodiorítica de Nazaré (S. Bartolomeu), Leiria (Brogal), Monte Real (Sta. Isabel), Picoto e Monte Redondo) (fig.41).

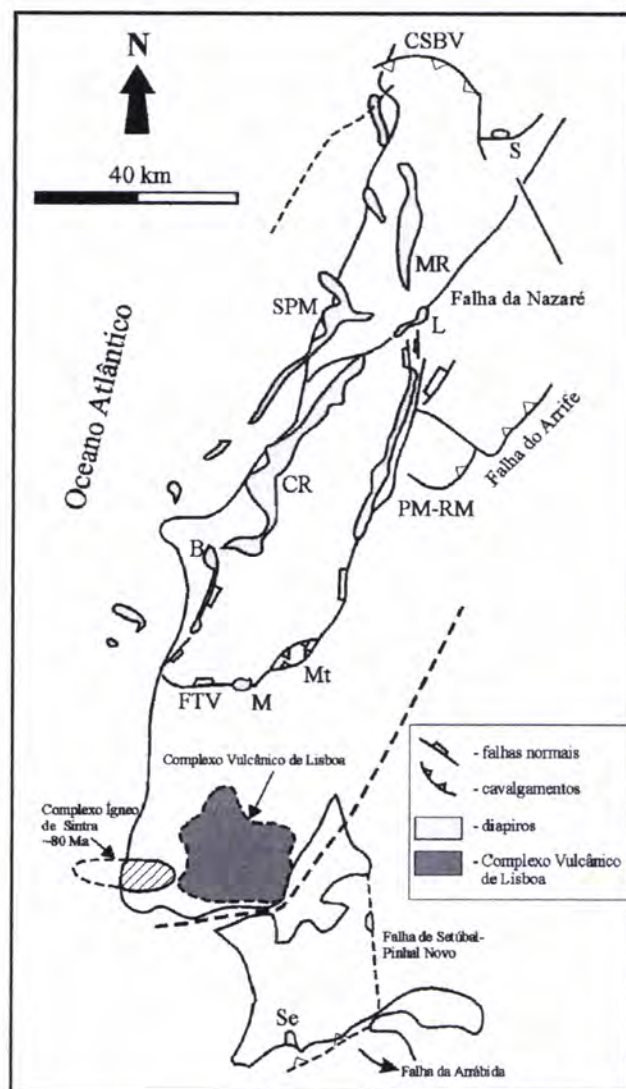


Fig. 41- Localização de diapiros na Bacia, segundo Ribeiro *et al.*, (1996); in Kullberg *et al.* (2006).

O diapirismo na Bacia Lusitaniana não tem sido tema consensual entre os diversos autores, especialmente no que diz respeito à dinâmica tectono-sedimentar do Jurássico Sup. no sector central da bacia, onde aflora a maior parte destas estruturas. Os principais aspectos de discordância dizem respeito: (1) aos mecanismos responsáveis pela movimentação do nível evaporítico, a Form. de Dagorda; (2) ao estilo tectónico condicionador da geometria do substrato onde se depositam as unidades do Jurássico Sup. (especialmente a Form. de Abadia); (3) ao(s) período(s) em que ocorreu diapirismo na Margem Ocidental Ibérica; e também, (4) aos conceitos associados à tectónica salífera. Assim, Zbyszewski (1959) estabeleceu uma relação entre as estruturas diapíricas (no caso o diapiro de Caldas da Rainha) e a actividade de falhas. Guéry (1984), Montenant *et al.* (1988) e Wilson (1988), citados por Kullberg *et al.* (2006), ao analisarem as modificações substanciais ocorridas na geometria da Bacia ocorridas durante o Jurássico, verificáveis através do aumento de complexidade e da diversidade de unidades litostratigráficas, são levados a considerar a movimentação de sal (halocinese) como importante factor de estruturação, senão mesmo o principal, definidor do estilo tectónico para a sub-bacia de Bombarral.

O desenvolvimento da Bacia Lusitânica caracterizou-se por diversas fases de rifting (4 episódios de rifting), desde o Triásico Médio até ao Aptiano Superior (ao longo de cerca de 135 M.a.) e por vários períodos intermitentes de acalmia tectónica, desenvolvendo-se sistemas de *grabens* e *semigrabens*. Periodicamente, a tectónica regional, relacionada com a abertura do Oceano Atlântico, resultou em deposição ou erosão associada a soergimento de origem térmica, à escala regional (Kullberg *et al.*, 2006).

A definição dos episódios de rifting está relacionada com os seguintes aspectos: (1)- o início de cada episódio é marcado por um período distensivo, com importante (re)activação de falhas normais; (2)- introdução de modificações estruturais, geométricas e/ou cinemáticas importantes, à escala da Bacia; (3)- estas transformações de origem tectónica produzem efeitos importantes no preenchimento sedimentar, particularmente no que se refere à geometria das unidades e das respectivas fácies; (4)- estão limitadas por descontinuidades sedimentares.

1- 1º Episódio de rifting (Triásico-Sinemuriano)

O início do período distensivo, na margem ocidental da Ibéria, no Noriano (Triásico Superior), promove a formação de um conjunto de bacias (do Alentejo, Lusitaniana, do Porto e da Galiza Interior, para além da do Algarve e as restantes bacias ibéricas contemporâneas) que estão associadas às primeiras fases de abertura do Atlântico Norte. Também na margem correspondente no continente norte americano se inicia a formação de um conjunto de bacias. Este período distensivo inicial não é acompanhado por magmatismo no interior da bacia. A distensão, que nesta primeira fase de rifting tem uma orientação aproximada NE-SW, leva à reactivação de falhas herdadas do ciclo varisco e à formação de importantes grabens e hemi-grabens que promovem, por um lado, o desenvolvimento de invasões marinhas e/ou de extensas retenções de águas provenientes dos maciços envolventes não estirados e, por outro lado, a acumulação de séries sedimentares espessas, evaporíticas, com o contributo de um clima árido a semi-árido então vigente. Não existem evidências consistentes que apontem para que as falhas com orientação ENE-WSW a E-W fossem já activas neste episódio de rifting ou, pelo menos, tenham desempenhado papel notório na sedimentação.

À medida que a bacia se aprofunda e se alarga, especialmente a partir do Hetangiano, aumenta a influência de invasões marinhas periódicas, demonstrado pelo acentuar do carácter evaporítico da Form. de Dagorda. A tendência transgressiva continua durante o Sinemuriano, através do estabelecimento de uma rampa carbonatada, inicialmente dolomítica e com tendência para se diferenciar para o topo. No entanto, a estrutura da Bacia começa a mostrar tendência para uma assimetria, com a definição de uma rampa homoclinal carbonatada inclinada para Oeste, particularmente sensível no Sinemuriano Superior com instalação de condições marinhas mais francas a ocidente.

2- 2º Episódio de rifting (Pliensbaquiano - Oxfordiano)

Uma fase de subsidência iniciou-se no Jurássico Inferior (Lias), mais provavelmente durante o Carixiano e vai prolongar-se até ao início do Jurássico Médio. Essa gradual imersão da bacia conduziu à deposição de uma série tendencialmente transgressiva.

A partir do Lias Médio, as condições de plataforma aberta começam a prevalecer ao longo de toda a bacia. Em geral, todo o Jurássico Inferior foi um período de lenta subsidência, devido a relaxamento térmico da litosfera, sendo que os principais factores condicionadores da sedimentação foram, não apenas a halocinese, mas também processos eustáticos.

As principais falhas responsáveis pela subsidência progressiva da Bacia são agora as falhas submeridianas e, pela primeira vez, são notórias as variações de fácies e de espessuras controladas pelas falhas com orientação ENE-WSW a E-W, que funcionam como falhas de transferência de movimento. O reajuste da subplaca ibérica em relação ao movimento do continente africano poderá ter sido responsável pela mudança de direcção do vector distensivo principal para aproximadamente E-W, evidenciando uma rotação da ordem dos 30° no sentido horário. Esta orientação permanecerá estável até ao final da distensão na Bacia. É também a partir desta altura que a Bacia passa a constituir-se como uma bacia interna, desenvolvida sob mar epicontinental.

O Jurássico Médio terá sido uma fase de relativa estabilidade tectónica, entre duas fases mais activas, durante a qual foi depositada uma espessa série carbonatada marinha. A repartição de fácies e as suas relações sequenciais, levou Azeredo (1993, 1999) a propor um sistema de rampa carbonatada para o conjunto da Bacia durante aquela época. A rampa inclinava suavemente de E/SE para W/NW, compreendendo fácies de meio marinho externo, a Oeste, e de meio marinho interno, por vezes muito pouco profundo, a Este. Estas fácies estavam organizadas em sedimentos margino-litorais, de planície de maré, de laguna marinha e de barreira oolítica-bioclástica (sugerindo um ambiente sedimentar de ilhas-barreira / laguna); para além destas, também existem fácies de meio marinho aberto (rampa externa) que só adquirem expansão regional no início do Jurássico Médio (Aaleniano/Bajociano Inferior), ocorrendo esporadicamente na restante série sedimentar deste período.

A deposição de carbonatos em ambientes de plataforma, rampa homoclinal e leques submarinos, ocorreu de uma forma quase contínua. Apenas localmente surgem sequências regressivas, existindo mesmo alguns hiatos, na passagem do Toarciano ao Aaleniano, na região correspondente ao actual litoral. Na parte oriental da bacia, a sedimentação permaneceu em condições de permanente subsidência. Ao longo do Toarciano e até ao Aaleniano inferior, a Bacia Lusitânica terá evoluído de uma rampa de águas pouco profundas até uma rampa homoclinal cada vez mais aberta, de fácies hemipelágica.

A tendência de aprofundamento progressivo e de alguma aceleração da distensão, continua até ao topo do Oxfordiano, a partir do qual a Bacia sofre profundas modificações. No intervalo Caloviano Sup.-Oxfordiano Med., esta tendência é interrompida na globalidade da Bacia Lusitaniana.

O recomeço da distensão no Oxfordiano Med./Sup. restabelece as condições de plataforma carbonatada, mas prenuncia já transformações profundas na estrutura da Bacia, através da activação local de falhas cujo registo de funcionamento parece só acontecer a partir desta altura e com tendência para simetria segundo a direcção E-W.

3- 3º Episódio de Rifting (Kimeridgiano - Berriasiano Inferior)

No Oxfordiano superior/ Kimeridgiano inicia-se a terceira fase de rifting. A actividade distensiva intensificou-se significativamente, atingindo o clímax no final daquele andar. Este episódio distensivo reactivou falhas hercínicas, provocou uma halocinese moderada e induziu actividade ígnea a sul da Falha da Nazaré, ou seja, provocou profundas mudanças na paleogeografia. Os sedimentos depositados durante esta fase evolutiva foram influenciados tanto pela subsidência controlada por falhas, como pela halocinese, o que provocou uma acentuada diferenciação batimétrica e, conseqüentemente, de fácies. Deste facto, resultou uma variedade de depósitos relacionada com um sistema de sedimentação carbonatada e siliciclástica, principalmente no Kimeridgiano e no Titoniano.

A variação da topografia é um factor considerado muito importante para a distribuição dos sedimentos. Dessa diferenciação resultou uma rápida variação lateral de fácies, de depósitos carbonatados nos altos estruturais, para depósitos siliciclásticos, essencialmente como depósitos de gravidade nos fundos topográficos.

A terceira fase activa de rifting levou à formação de uma fossa de direcção geral N-S, fortemente subsidente, com a individualização de três principais sub-bacias hipersubidentes: Arruda, Bombarral e Turcifal. O Maciço Calcário Estremenho é parte integrante da sub-bacia do Bombarral que, por sua vez, se insere na Fossa da Estremadura.

A provar que a deposição foi influenciada pela tectónica, temos o exemplo do M.C.E.. Encontra-se delimitado a ocidente pela falha dos Candeeiros que, durante todo o Jurássico, controlou a subsidência para oeste, e a oriente e a sul pela falha do Arrife, actualmente importante cavalcamento e que, durante o Jurássico, se comportou como falha

lística. De facto, a W da Falha dos Candeeiros, durante o Oxfordiano-Kimeridgiano, predominam fácies marinhas, enquanto que a E daquela falha, as fácies dominantes são de tipo lagunar confinado. Para E do Arrife, os depósitos do Jurássico Superior ou não existem ou estão cobertos pela cobertura cenozóica.

A maior parte dos sedimentos do Jurássico Superior registam sistemas de deposição continental, de transição margino-litoral e marinhos. A análise sedimentológica permite reconhecer importantes variações na acomodação espacial dos sedimentos, influenciadas tanto por episódios de intensa actividade tectónica distensiva, como por variações eustáticas do nível do mar.

A evolução regressiva da sequência sedimentar kimeridgiana, resultou numa grande emersão da Bacia Lusitânica. Os depósitos titonianos estão representados essencialmente por pelitos e arenitos continentais ("Arenitos do Bombarral" ou "Grés superiores"), ficando as influências marino-litorais apenas pela parte sudoeste da Bacia da Estremadura.

Para concluir, a evolução da Bacia, durante o Jurássico Superior, envolveu três etapas tectono-sedimentares: 1º) correspondente ao início do rifting, de que resultou a imersão de alguns sectores da bacia, com deposição essencialmente carbonatada (Oxfordiano superior); 2º) correspondente ao clímax distensivo (topo do Oxfordiano Sup. até ao Kimeridgiano Sup.) e 3º) que é interpretado como um período de subsidência térmica, variações no nível do mar e pequenos impulsos tectónicos (topo do Kimeridgiano e Titoniano).

Relacionado com a tectónica distensiva associada a esta fase de rifting, a transição Jurássico / Cretácico ficou marcada por um ciclo magmático que se expressa através de diques doleríticos. Estes instalaram-se, preferencialmente, ao longo de falhas com orientação NNE-SSW - nos diques das depressões diapíricas - e WNW- ESE - nos diques de Alqueidão da Serra e do Planalto de Santo António.

4- 4º Episódio de Rifting (Berriasiano Superior – Aptiano Superior)

A base do Cretácico está ausente na maior parte da Bacia Lusitaniana. Esta fase tectónica ficou marcada por uma discordância regional, associada a uma importante regressão.

O magmatismo do Cretácico Inf. (correspondente ao episódio de natureza transicional) constituirá, numa primeira fase, o mecanismo despoletador do diapirismo, uma vez que outras são reconhecíveis, associadas ao episódio de natureza alcalina. A primeira fase de actividade diapírica cessa no Aptiano Inf., havendo reactivações tardias, em particular dos seus bordos, que evidenciam grande contraste reológico durante a inversão miocénica. O magmatismo poderá estar associado a acreção astenosférica sob o manto litosférico (underplating)

Desde o Berriasiano várias áreas foram cobertas por sedimentos continentais detriticos ou lagunares; somente na região próxima do actual litoral (Cadaval, Torres Vedras, Ericeira, Arrábida) se encontram registos de alguns episódios transgressivos. Para N e para E, acumularam-se depósitos greso-argilosos, quartzosos a arcósicos, localmente conglomeráticos ("Arenitos de Amiais" e "Conglomerados de Caranguejeira", na área do M.C.E.), sugerindo um ambiente de planície fluvial.

5- Evolução Paleogeográfica pós-rift

O processo de distensão, relacionado com a abertura do Oceano Atlântico, que afectou a Ibéria durante o Triásico e o Jurássico, alterou-se a partir do Cretácico terminal. A tectónica dominante passa a ser compressiva, facto que resulta dos deslocamentos relativos das placas Africana e Europeia e da microplaca Ibérica. Uma importante transgressão ocorreu no final do Cenomaniano, originando a maior extensão marinha ocorrida na Bacia Lusitânica, durante os tempos cretácicos, constituindo uma plataforma predominantemente carbonatada. A partir do Cenomaniano os ambientes continentais vão ocupando áreas progressivamente maiores.

Nesta altura, na Bacia Lusitânica, ocorrem também diversas manifestações ígneas básicas no intervalo 80-70 M.a., ou seja, já no Cretácico Superior, estando relacionadas com a inversão da rotação da Península Ibérica. Esta actividade magmática manifesta-se particularmente a sul da serra de Montejunto e engloba um conjunto de extrusões vulcânicas (Complexos basálticos de Maфра-Runa e de Lisboa) e a intrusão de maciços anelares subvulcânicos, como por exemplo, o maciço subvulcânico de Sintra (Kullberg *et al*, 2006).

O início do Cenozóico traduz-se por uma forte convergência entre a microplaca Ibérica e a placa Europeia, enquanto que, a Oeste, o Atlântico continuava a abrir. A partir do Eocénico, a conjugação destes factores levou à inversão da rotação da Ibéria - intensamente submetida a esforços compressivos - o que provocou o fecho parcial do Golfo da Biscaia e o levantamento da cordilheira Pirenaica e das zonas bélicas internas.

As movimentações relativas das placas terão estado na origem de tensões horizontais, em regime quer transtractivo quer transpressivo, que provocaram um adelgaçamento da litosfera e, conseqüentemente, abatimentos que deram lugar às diversas bacias terciárias existentes no interior e nos bordos do Maciço Ibérico. Estes abatimentos estão geralmente balizados por famílias de acidentes tectónicos variscos remobilizadas. A Bacia Cenozóica do Baixo Tejo é um exemplo deste tipo de bacias.

No Oligocénico Inferior, o foco de deformação mudou para a margem sul da Ibéria, iniciando-se a subducção por baixo do "antepaís" Bético. Este período de compressão ficou marcado pela instalação de mantos N-S durante o Miocénico inferior (25-15 M.a.), seguindo-se importantes cavalgamentos das zonas internas sobre as externas, há cerca de 10 a 15 M.a., durante o Miocénico Médio. A idade Miocénica destes eventos compressivos béticos está claramente evidenciada na serra da Arrábida, onde os sedimentos do Miocénico Médio e Pliocénico assentam, discordantemente, sobre os estratos dobrados do Jurássico a Miocénico Inferior, os quais estão, por sua vez, cortados por uma falha inversa que levanta os carbonatos do Jurássico Médio.

Assim, durante o Miocénico, uma forte inversão tectónica teve lugar, sendo que os antigos fossos acabaram por ser soerguidos. As principais fases tectónicas ocorreram do Burdigaliano ao Langhiano e durante o Tortoniano. Nessa altura, a colisão continental torna-se completa e a deformação pôde prolongar-se ao antepaís, ou seja, às bacias ibéricas mais afastadas do foco de deformação.

A partir do Tortoniano, a tensão compressiva regional rodou para uma orientação NNW- SSE ao longo da Bacia Lusitânica, o que induziu transpressão ao longo de falhas orientadas NNE-SSW. A intensa compressão NNW-SSE provocou a inversão tectónica da Bacia Lusitânica. Os bordos do fosso funcionaram como rampas laterais dos cavalgamentos alpinos, enquanto as ondulações e falhas reactivadas do soco, subperpendiculares à compressão alpina, influenciaram a localização das rampas frontais. Segundo Cunha *et al.* (2000), são as falhas NE-SW e NNE-SSW que delimitam alguns

sistemas montanhosos portugueses (Cordilheira Central Portuguesa, Maciço Calcário Estremenho, Arrábida, fossos litorais alentejanos, etc.), onde se assiste ao cavalgamento das formações miocénicas por blocos de soco hercínico ou de maciços mesozóicos.

A evolução tectónica da crosta terrestre e a deformação das rochas durante o período quaternário, ou seja, nos últimos 1,8 milhões de anos, constitui o objecto de estudo da neotectónica. Este estudo apoia-se, sobretudo, na interpretação da actividade sísmica actual e de imagens de satélite que revelam o comportamento de falhas activas nos mais recentes tempos geológicos.

Actualmente, o ambiente geodinâmico regional é dominado por uma lenta convergência, inferior a 1 cm/ano, entre as placas litosféricas Eurasiática e Africana, numa direcção NNW-SSE a NW-SE, ao longo do segmento oriental do limite Açores-Gibraltar. A colisão continental gerada por esta convergência, provoca uma tensão horizontal compressiva máxima com direcção NW-SE.

Capítulo 3

Enquadramento da Geologia Regional nos *Curricula* do Ensino

3.1- CARACTERIZAÇÃO DOS CONCEITOS A TRANSMITIR

A aprendizagem das ciências deve ser entendida como um processo activo em que o aluno desempenha o papel principal de construtor do seu próprio conhecimento. Neste sentido, as actividades práticas, de campo ou de laboratório, desempenham um papel particularmente importante na aprendizagem das ciências, cabendo ao professor a tarefa de organizar e orientar as actividades práticas dos alunos, servindo-se para esse efeito de questões que possam suscitar o seu interesse, facilitando as conexões com os seus conhecimentos prévios e estruturando novos saberes.

Da análise dos *curricula*, actualmente em vigor para os ensinos básico e secundário, resulta uma elencagem, por nível de ensino, de conteúdos conceptuais (Tabelas 1, 2 e 3) capazes de serem abordados em visitas de estudo de âmbito geológico, a realizar na região escolhida para o efeito.

Tabela 1- Lista de Conteúdos conceptuais passíveis de abordagem em visitas de estudo de carácter geológico, a efectuar por alunos do ensino básico (segundo e terceiro ciclos).

Nível de Ensino	Ciclo	Disciplina	Ano	Conteúdos conceptuais
Básico	2º Ciclo	Ciências da Natureza	5º ano	<p>As Rochas, o solo e os seres vivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rochas frequentes na região. Comparação com outras rochas relativamente a algumas propriedades - Rochas minerais e actividades humanas. - Alteração das rochas pelos agentes atmosféricos e biológicos. <p>Génese dos solos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alguns tipos de solos e suas propriedades. - Conservação dos solos – a tecnologia e suas consequências
	3º Ciclo	Ciências Naturais	7º ano	<p style="text-align: center;">TERRA EM TRANSFORMAÇÃO</p> <p>A Terra conta a sua história</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fósseis e sua importância para a reconstituição da história da Terra. - Grandes etapas na história da Terra. <p>Dinâmica interna da Terra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deriva dos continentes e tectónica de placas. - Ocorrência de falhas e dobras. <p>Consequências da dinâmica interna da Terra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividade sísmica; riscos e protecção das populações. <p>Estrutura interna da Terra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contributo da ciência e da tecnologia para o estudo da estrutura interna da Terra. <p>Dinâmica externa da Terra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rochas, testemunhos da actividade da Terra - Rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas: génese e constituição; ciclo das rochas - Paisagens geológicas
				8º ano

Tabela 2- Lista de Conteúdos conceptuais passíveis de abordagem em visitas de estudo de carácter geológico, a efectuar por alunos do ensino secundário (10º e 11º anos).

Nível de Ensino	Disciplina	Ano	Conteúdos conceptuais
Secundário	Biologia / Geologia A	10º ano	<p>Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos</p> <p>2. As rochas, arquivos que relatam a História da Terra 2.1 Rochas sedimentares. 2.2 Rochas magmáticas e metamórficas. 2.3 Ciclo das rochas.</p> <p>3. A medida do tempo e a idade da Terra 3.1 Idade relativa e idade radiométrica. 3.2 Memória dos tempos geológicos.</p> <p>4. A Terra, um planeta em mudança 4.1 Princípios básicos do raciocínio geológico. 4.1.1 O presente é a chave do passado (actualismo geológico). 4.1.2 Processos violentos e tranquilos (catastrofismo e uniformitarismo). 4.2 O mobilismo geológico. As placas tectónicas e os seus movimentos.</p>
		11º ano	<p>Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano</p> <p>1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento 1.1 Bacias hidrográficas (<i>Análise de uma situação-problema</i>). 1.2 Zonas costeiras (<i>Análise de uma situação-problema</i>). 1.3 Zonas de vertente (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</p> <p>2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres 2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra. 2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas. 2.3 Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras. 2.4 Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas.</p> <p>3. Exploração sustentada de recursos geológicos</p>

Tabela 3- Lista de Conteúdos conceptuais passíveis de abordagem em visitas de estudo de carácter geológico, a efectuar por alunos do ensino secundário (12º ano).

Nível de Ensino	Disciplina	Ano	Conteúdos conceptuais
Secundário	Geologia	12º ano	<p>Tema I - Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas. A dinâmica da litosfera</p> <p>2. Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas.</p> <p>2.1 A convecção do manto terrestre e o movimento das placas litosféricas.</p> <p>2.3 Movimentos horizontais da litosfera. Formação de riftes e de cadeias montanhosas.</p> <p>Tema II - A História da Terra e da Vida</p> <p>1. A medida do tempo e a história da Terra. Exemplos de métodos de datação.</p> <p>1.1 ‘Relógios’ sedimentológicos. Litostratigrafia. Ciclos de gelo-degelo.</p> <p>1.2 ‘Relógios’ paleontológicos. Biostratigrafia. Dendrocronologia.</p> <p>2. Tabela cronostratigráfica. Equivalência entre unidades cronostratigráficas e geocronológicas.</p> <p>3. Geohistória. A vida no Pré-câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução paleogeográfica.</p> <p>4. A história geológica de uma região.</p> <p>4.1 Cartografia geológica.</p> <p>4.2 Interpretação a partir de uma carta dos principais aspectos geológicos da região onde a escola se insere.</p> <p>Tema III - A Terra ontem, hoje e amanhã</p> <p>3. O Homem como agente de mudanças ambientais.</p> <p>3.2 Exploração de minerais e de materiais de construção e ornamentais. Contaminação do ambiente.</p> <p>3.3 Exploração e modificação dos solos.</p> <p>3.4 Exploração e contaminação das águas.</p> <p>4. Que cenários para o século XXI? Mudanças ambientais, regionais e globais.</p>

3.2- INDIVIDUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO

Por Património Geológico entende-se o conjunto de locais e objectos geológicos que, pela sua favorável exposição e conteúdo, constituem documentos que testemunham a história da Terra, ou seja, a sua geodiversidade. Estes locais designam-se genericamente por Locais de Interesse Geológico (Duque *et al.*, 1983; Elizaga, 1988).

Algumas áreas protegidas, nomeadamente o P.N.S.A.C., têm procedido à recolha de informação relativa ao seu património geológico e promovido a sua divulgação através da elaboração de literatura temática e/ou painéis informativos/interpretativos, o que facilitou a selecção de locais de interesse geológico, sobretudo os localizados na área do M.C.E.. Do mesmo modo, a notícia explicativa da folha 27-A da Carta Geológica de Portugal 1: 50 000 do I.G.M., também apresenta um levantamento dos principais locais de interesse geológico do Maciço Calcário Estremenho.

Uma vez que a listagem dos sítios geológicos, efectuada neste trabalho, tem como principal finalidade a realização de visitas de estudo/saídas de campo de alunos dos ensinos básico e secundário, optou-se pela utilização dos seguintes critérios de selecção: fácil acesso, boa visualização, capacidade de suportar, preferencialmente, a visita de grupos relativamente grandes, espectacularidade, clareza de exposição didáctica e expressividade do processo geológico. Deverá salientar-se o facto de que esta, como qualquer outra escolha, está sempre sujeita a alguma subjectividade.

Sítio	Localização			Tema
	Local	Domínio geomorfológico	Coordenadas Geográficas	
Marinhas de sal de Rio Maior	Fonte da Bica (Rio Maior)	M. C. E.	39°21'55'' N	Salinas
			8°56'35'' W	
Alto dos Crutos	Minde	M. C. E.	39°30'27''N	Panorama
			8°41'39''W	
Miradouro do Cruzeiro	S. Martinho do Porto	P. L.	39° 29' 52''N	Panorama
			9° 09' 18''W	

Sítio	Localização			Tema
	Local	Domínio geomorfológico	Coordenadas Geográficas	
Portas do Sol	Santarém	B.T.T.	39° 14' 00'' N	Panorama
			8° 40' 34'' W	
Cabo Carvoeiro	Peniche	P. L.	39° 21' 40'' N	Panorama/Exocarso
			9° 24' 28'' W	
Campo de Lapiás da Cabeça das Pombas	Cabeça das Pombas	M. C. E.	39° 29' 30'' N	Exocarso
			8° 48' 04'' W	
Gruta de Mira d' Aire	Mira d' Aire	M. C. E.	39° 32' 30'' N	Endocarso
			8° 42' 10'' W	
Algar do Pena	Vale do Mar	M. C. E.	39° 27' 40'' N	Endocarso
			8° 48' 15'' W	
Fórnea de Alvados	Zambujal de Alcária	M. C. E.	39° 33' 30'' N	Depressão Fluvio-Cársica
			8° 48' 10'' W	
Depressão de Alvados	Alvados	M. C. E.	39° 32' 20'' N	Depressão tectónica
			8° 45' 10'' W	
Arrife	Estrada Videla/Almonda	M. C. E.	39° 29' 18'' N	Escarpa de Falha
			8° 37' 43'' W	
Monumento Natural das Pegadas de Dinossáurios	Bairro	M. C. E.	39° 34' 25'' N	Icnofósseis
			8° 35' 10'' W	
Pedreira de Vale de Meios	Pé da Pedreira	M. C. E.	39° 14' 00'' N	Icnofósseis
			8° 23' 05'' W	
Calcários com Rudistas	Monsanto	M. C. E.	39° 27' 29'' N	Ambiente sedimentar
			8° 42' 34'' W	
Pedreira de Portela da Teira	Portela da Teira	M. C. E.	39° 24' 30'' N	Disjunção colunar prismática
			8° 54' 55'' W	
Almourol	Almourol	B.T.T./M.H.	39° 14' 00'' N	Ciclo Sedimentar
			8° 23' 05'' W	

Ficha nº 01

Sítio: **Marinhas de sal de Rio Maior**

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Fonte da Bica – Rio Maior



Lat. 39°21'55''N; Long. 8°56'35''W

Acessos: Fácil. A partir de Rio Maior, tomar a estrada em direcção a Alcobertas, até à localidade de Fonte da Bica (cerca de 3 km).

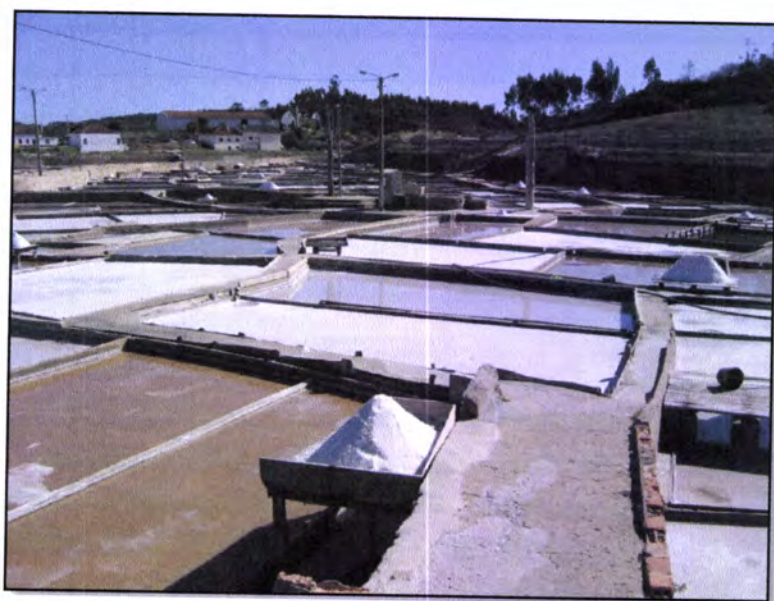
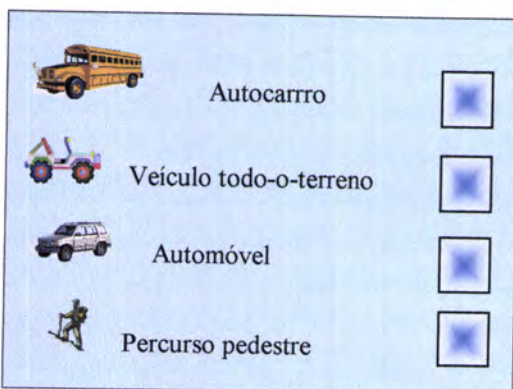
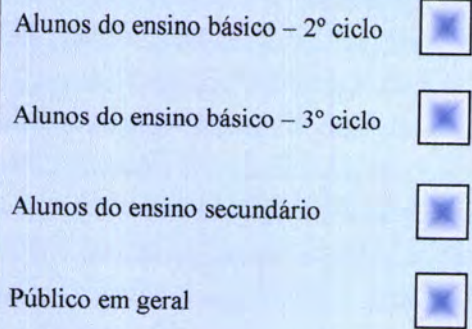


Fig. 1- Aspecto geral das salinas de Rio Maior

Público Alvo:



Classificação: Excepcional

Local de elevado interesse tectónico, didáctico, turístico e económico

Descrição: As salinas estão localizadas na zona sul da área protegida do P.N.S.A.C., a 99 metros de altitude e ocupam uma área com cerca de 21 865 m². Estas são as únicas salinas de interior em exploração em Portugal e são consideradas Património Cultural Português.

Tendo sido exploradas por romanos e árabes, as marinhas de sal têm mais de 800 anos (o primeiro documento a que elas se refere está datado do ano de 1177). Actualmente, a área de laboração sazonal está dividida em cerca de 400 compartimentos a que se dá o nome de “talhos” e 70 “esgoteiros” (talhos de maior profundidade que armazenam temporariamente água salgada para abastecer as salinas).

A água salgada provém do filão de salgema, que é atravessado por uma corrente de água doce subterrânea, que se torna depois salgada (7 vezes mais salgada que a água do mar, atingindo concentrações da ordem dos 220 g/l) e que termina num poço com 9 m de profundidade e 3,75 m de diâmetro, localizado na zona central das salinas. A produção média anual é da ordem das 1.700 toneladas.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 01

Sítio:

Marinhas de sal de Rio Maior

Domínio:

Maciço Calcário Estremenho

As salinas encaixam-se no Vale Tifónico de Rio Maior – Porto de Mós, onde abundam rochas evaporíticas (salgema e gesso) rodeadas por argilas e calcários. O topo da massa de sal-gema está localizado a 75 metros de profundidade e desenvolve-se até cerca dos 400 metros. Entre este complexo salífero e a superfície encontra-se uma camada margosa, com intercalações de calcários dolomíticos.

As rochas evaporíticas, incluídas no “Complexo de Dagorda”, são pouco densas e apresentam um comportamento plástico o que, conjuntamente com a existência de um sistema de falhas, permitiu o seu movimento ascensional – diapirismo.

A existência destas importantes acumulações de salgema, indica-nos que o paleoambiente de formação tinha características litorais (lagunas e planícies de inundação de marés), num clima quente e seco, muito propício à rápida evaporação.

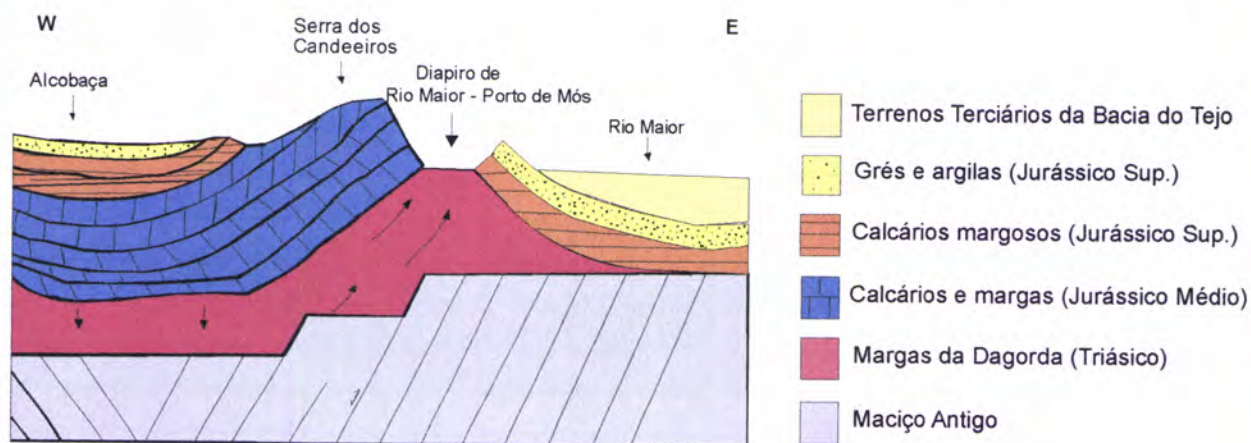


Fig. 2- Esquema interpretativo da região diapírica de Rio Maior.

Vulnerabilidade do local:

Baixa

Factores de ameaça:

Antrópica

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

- As Rochas, o solo e os seres vivos – 5º ano
- Gestão sustentável dos recursos – 8º ano
- As rochas, arquivos que relatam a História da Terra – 10º/11º
- Exploração sustentada de recursos geológicos – 11º
- A Terra ontem, hoje e amanhã – 12º

Notas:

Bibliografia relacionada:

Kullberg, J. C. (2000). Evolução Tectónica Mesozóica da Bacia Lisitaniana. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Geologia. Universidade Nova de Lisboa.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 02

Sítio: Alto dos Crutos





Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Estrada Minde - Serra de Santo António



Lat. 39°30'30'' N; Long. 8°41'40'' W

Acessos: Fácil. Pode-se aceder ao Miradouro a partir da vila de Minde subindo a encosta, através da estrada que leva à Serra de Santo António. O miradouro situa-se no final da subida.

	Autocarro	<input type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input type="checkbox"/>
	Automóvel	<input type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>

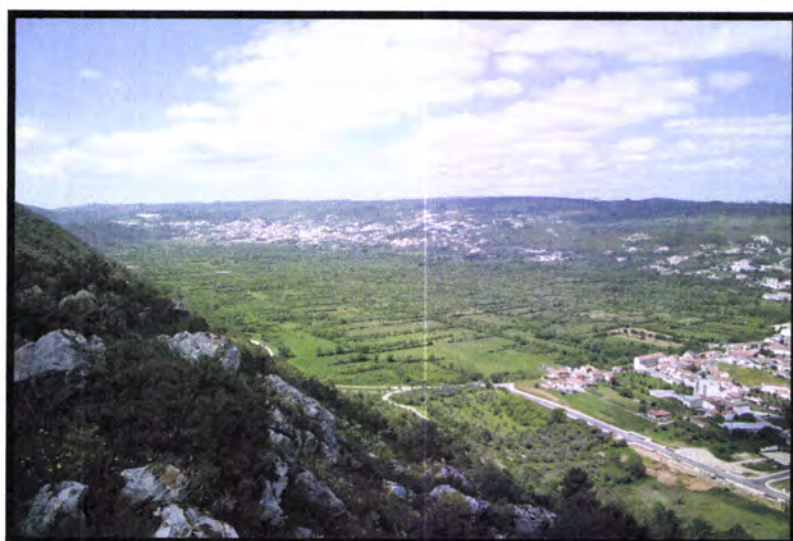


Fig. 1- Vista panorâmica do Polje de Minde, das vilas de Mira d'Aire e de Minde e do Planalto de S. Mamede, a partir do miradouro do Alto dos Crutos.

Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo paisagístico, geomorfológico e estratigráfico e, portando de elevado interesse científico e didático.

Descrição: O miradouro do Alto dos Crutos ou da Costa de Minde situa-se na escarpa da falha da Costa de Minde, de onde se desfruta de um panorama soberbo sobre o sector norte do Maciço Calcário Estremenho com o Planalto de S. Mamede, a norte, a Serra de Aire, a nordeste e o Planalto de Santo António a sul, localizado por trás do observador. Aos pés do observador, observa-se a grande depressão, o polje de Minde, entre as vilas de Mira d'Aire e de Minde.

A falha de Minde, de direcção geral NW-SE, encontra-se interligada, a NW deste local de observação, com a falha de Alvados por troços de orientação E-W e para SE perde a sua expressão superficial de encontro ao cavalcamento do Arrife.

A falha de Minde terá tido um papel preponderante na formação do polje de Minde e, por consequência, na descida dos calcários do Jurássico Superior que cobrem o fundo da depressão, relativamente aos calcários do Jurássico Médio que se encontram no topo da escarpa.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 02

Sítio: Alto dos Crutos

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Em épocas de forte pluviosidade, o nível freático atinge a superfície da base da depressão, que se encontra a uma cota de aproximadamente 195 m, transformando o vale entre Mira de Aire e Minde num enorme lago que, localmente toma a designação de “Lagoa de Minde”, ou mesmo “Mar de Minde”. Esta água que surge à superfície por exurgências, rapidamente se perde através de vários sumidouros.



Fig. 2- Aspectos gerais da escarpa de falha de Minde.

Vulnerabilidade do local:

Baixa

Factores de ameaça:

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

Dinâmica interna da Terra - 7º ano

Consequências da dinâmica interna da Terra - 7º ano

Dinâmica externa da Terra - 7º ano

A Terra, um planeta em mudança - 10º ano

Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas - 12º ano

Notas:

Bibliografia relacionada:

Crispim, J. A. (1993). Algumas considerações sobre a estrutura geológica dos poljes de Alvados e Minde (Estremadura – Portugal). Algar, Boletim da Sociedade Portuguesa de Espeleologia, 4: 13-16.

Azerêdo, A.C.; Crispim, J. A. (1999). Principais locais de interesse geológico do Maciço Calcário Estremenho, I Seminário sobre Património Geológico Português, Livro de Resumos, IGM, pp 112-120.

Manupella, G. *et al.* (2000). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000, Notícia explicativa da folha 27-A – Vila Nova de Ourém. Inst. Geol. e Mineiro, 156 p.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 03

Sítio: **Miradouro do Cruzeiro**





Domínio: Plataforma Litoral

Localização: Salir do Porto (São Martinho do Porto)



Lat. 39°30'08'' N; Long. 9° 08'21'' W

Acessos: Fácil. Em Salir do Porto existe indicação para o Miradouro

	Autocarro	<input type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input type="checkbox"/>
	Automóvel	<input type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>

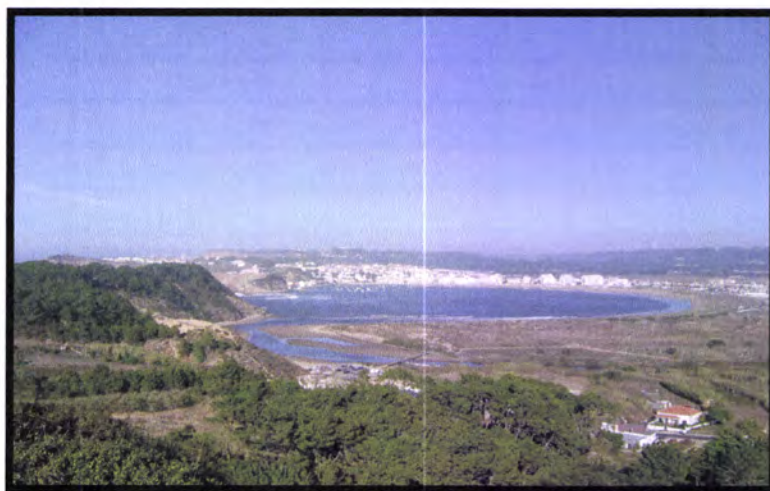


Fig. 1- Vista panorâmica sobre a Concha de São Martinho do Porto, a partir do Miradouro do Cruzeiro.

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>

Classificação: Excepcional

Local de elevado conteúdo geomorfológico, tectónico e sedimentar

Descrição:

Do Alto do Miradouro é possível observar não só a concha de São Martinho, a norte, mas também o vale tifónico das Caldas da Rainha, a Plataforma de Aljubarrota, a Serra dos Candeeiros e também a elevação de Montejunto, a Sul.

A Concha de São Martinho deve a sua forma especial à erosão preferencial ao longo de uma falha. A erosão marinha actua sobretudo no plano de fraqueza criado pela falha, de orientação NW-SE, que atravessa as unidades carbonatadas do Jurássico Inferior e Médio, acabando por criar uma entrada. A erosão do mar actua agora sobre os materiais mais brandos da unidade margosa de Dagorda. Ao passarem pela abertura estreita dos calcários, as ondas deslocam-se de uma forma concêntrica provocando a forma de concha.

A região deprimida, que se observa, constitui o vale tifónico das Caldas da Rainha que se alonga na direcção NNE-SSW, desde Óbidos até à Nazaré, numa faixa com mais de 30km de comprimento e uma largura variável entre 2 e 8 km. O fundo da depressão, assenta sobre uma estrutura diapírica perfurante composta, essencialmente, por Margas de Dagorda.

Ficha nº 03

Sítio: **Miradouro do Cruzeiro**

Domínio: Plataforma Litoral

Mais para o interior, a depressão diapírica dá lugar, através de escarpas de falha abruptas, à plataforma de Aljubarrota, que se estende até à Serra dos Candeeiros e é preenchida por um sinclinal de eixo orientado ENE-WSW, onde se desenvolve uma vasta mancha de formações calcárias e sequências areníticas e margosas do Jurássico Superior.



Fig. 2- Esquema interpretativo do processo de formação da concha de S Martinho do Porto. (F- falha).

Vulnerabilidade do local:

Baixa

Factores de ameaça:

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

- Dinâmica externa da Terra - 7º ano
- As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano
- Ocupação antrópica e problemas de ordenamento - 11º ano
- Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano
- A história geológica de uma região – 12º ano

Notas:

Normalmente é aconselhável o uso de agasalho para o vento.

Bibliografia relacionada:

Arneiro, C.M.R. (2005). O Diapiro das Caldas da Rainha no Contexto da Educação Ambiental. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Cartografia Geológica. Universidade de Évora, 109p.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 04

Sítio: Portas do Sol





Domínio: Bacia Terciária do Tejo

Localização: Santarém



Lat. 39°14'00'' N; Long. 8°23'05'' W

Acessos: Fácil. O acesso ao jardim das Portas do Sol efectua-se através da zona antiga da cidade de Santarém pelo que, os veículos de grande porte, nomeadamente autocarros, terão a sua passagem impedida.

	Autocarro	<input type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input checked="" type="checkbox"/>
	Automóvel	<input checked="" type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input checked="" type="checkbox"/>

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>



Fig.1- Panorâmica do rio Tejo e respectivas margens, a partir do miradouro das Portas do Sol.

Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo paisagístico, geomorfológico e estratigráfico. Local de grande interesse

Descrição:

As Portas do Sol são um autêntico ex-libris de Santarém. A zona da antiga alcáçova está agora transformada no jardim público e no belo miradouro conhecido por Portas do Sol, rodeados por troços da antiga muralha. Das sete portas que compunham o complexo medieval apenas duas (Porta de Santiago e Porta do Sol, que deu o nome ao jardim) resistiram ao efeito do tempo e dos homens.

Neste local privilegiado em termos estratégico-defensivos, cercado por solos férteis para a agricultura e com fácil acesso ao rio, foram efectuadas escavações que revelaram vestígios das ocupações romana e árabe.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 04

Sítio: Portas do Sol

Domínio: Bacia Terciária do Tejo

Pela sua localização, num planalto miocénico sobranceiro ao Tejo e à lezíria ribatejana, do miradouro das Portas do Sol pode-se desfrutar de uma abrangente e bonita paisagem que contempla zonas de contacto do Maciço Calcário Estremenho com a Bacia Terciária do Tejo (a NW) mas também grande parte do percurso do próprio rio e uma grande área da Bacia do Tejo (a N, NE, E e SE).

Deste ponto de observação torna-se fácil relacionar alguns aspectos geomorfológicos da região com a ocupação antrópica, desde a localização da fortaleza, passando pela paisagem urbana de Santarém, até aos campos de cultivo preferencialmente localizados na margem esquerda do rio, ocupando zonas de aluvião e, um pouco mais afastado do observador, zonas de terraços arenosos holocénicos e terraços plistocénicos.



Fig. 2- Vista panorâmica da região a NW do miradouro das Portas do Sol.

Vulnerabilidade do local:

Baixa

Factores de ameaça:

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

- A Terra conta a sua história - 7º ano
- Dinâmica interna da Terra - 7º ano
- Dinâmica externa da Terra - 7º ano
- Gestão sustentável dos recursos - 8º ano
- Ocupação antrópica e problemas de ordenamento - 11º ano
- Exploração sustentada de recursos geológicos - 11º ano
- A história geológica de uma região - 12º ano
- O Homem como agente de mudanças ambientais - 12º ano

Notas:

Bibliografia relacionada:

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 05

Sítio: Cabo Carvoeiro





Domínio: Plataforma Litoral

Localização: Peniche



Lat. 39°14'00'' N; Long. 8°23'05'' W

Acessos: Fácil.

	Autocarro	<input type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input type="checkbox"/>
	Automóvel	<input type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input type="checkbox"/>
Público em geral	<input type="checkbox"/>



Fig. 1- Campo de lapiás do Cabo Carvoeiro e leixão “Nau dos Corvos”

Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo paisagístico e geomorfológico. Local de elevado interesse científico e didático.

Descrição: O Cabo Carvoeiro mostra uma paisagem dominada por sucessões de calcários e rochas afins, datadas essencialmente do Jurássico inferior. Esta zona encontra-se bem marcada por fenómenos ligados à carsificação dos calcários, como é evidente pela presença do campo de lapiás, bem como de sapas e leixões.

Os Lapiás são formas de relevo (Exocarso) que resultam da carsificação dos calcários, isto é a dissolução do substrato calcário quando este se encontra em contacto com a água. As águas acidificadas podem reagir com o carbonato de cálcio, formando produtos solúveis, o ião cálcio (Ca^{2+}) e o ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) que são removidos do local. Estas reacções químicas (carbonatação) provocam o alargamento das fendas, nas quais a água se infiltra e circula, dando à paisagem um aspecto gretado característico dos lapiás.

Os calcários são, de um modo geral, impuros, isto é contêm, outras substâncias tais como sílica e argila misturadas que, como não são solúveis ficam no local, preenchendo as fendas e depressões. Estes depósitos, geralmente avermelhados devido à presença de óxidos de ferro, são designados por *terra rossa*.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 05

Sítio: Cabo Carvoeiro

Domínio: Plataforma Litoral

O campo de lapiás do Cabo Carvoeiro é composto por um misto de calcários e arenitos consolidados por uma matriz calcária e encontra-se incluído no inventário de sítios com interesse geológico do INETI, **como muito vulnerável** e com excepcional interesse didático, geomorfológico e paisagístico.

A partir do miradouro, nos dias de pouco nevoeiro, conseguem avistar-se o arquipélago das Berlengas que é constituído por três grupos de ilhas: Berlenga, Estelas e Farilhões.

A ilha principal, a Berlenga, corresponde a um gigante rochedo granítico com um perímetro de cerca de 4000 m, largura de 800 m e comprimento de 1500 m. Apresenta uma parte central de contorno irregular e uma altitude de média de 87 m, atingindo o ponto mais alto os 92 m. Os Farilhões apresentam o ponto mais elevado do arquipélago – 94 metros.

A ilha da Berlenga e os ilhéus das Estelas são constituídos por rochas graníticas, maioritariamente de cor rosa, de natureza calco-alcalina, e apresentando textura fanerítica (grão grosseiro a fino). Por seu turno, no ilhéu dos Farilhões afloram rochas metamórficas, como gneisses e xistos.

O arquipélago é o único afloramento de Soco Varisco a W da Bacia Lusitaniana. Com cerca de 280 milhões de anos, as suas rochas graníticas ter-se-ão formado durante o fecho de um oceano e consequente colisão entre dois continentes, Gondwana e Laurentia, levando à formação da cadeia Varisca e do supercontinente Pangea.

Já durante o Triásico dá-se a abertura da Bacia Lusitânica associada à evolução do oceano Atlântico provocando, durante fases precoces, o levantamento do horst da Berlenga devido à distensão da crosta. Poderemos então afirmar que as Berlengas são uma porção do supercontinente Pangea.

Vulnerabilidade do local:

Alta

Factores de ameaça:

Intrinseca / Antrópica

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

As Rochas, o solo e os seres vivos - 5º ano

Génese dos solos - 5º ano

Dinâmica externa da Terra - 7º ano

Gestão sustentável dos recursos - 8º ano

As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano

A Terra, um planeta em mudança - 10º ano

Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

Exploração sustentada de recursos geológicos - 11º ano

Notas:

Bibliografia relacionada:

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 06

Sítio: **Campo de Lapiás de Cabeça das Pombas**

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Cabeça das Pombas (Porto de Mós)



Lat. 39°29'30'' N; Long. 8°48'04'' W

Acessos: **Médio.** Na localidade de Cabeça das Pombas, virar à esquerda, no café, seguindo, por estrada de terra batida, em direção às pedreiras de calçada.





	Autocarro	<input checked="" type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input checked="" type="checkbox"/>
	Automóvel	<input checked="" type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>



Fig. 1- Aspecto geral do campo de lapiás de Cabeça das Pombas.

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>

Classificação: Muito Bom

Sítio de elevado conteúdo geomorfológico e paisagístico

Descrição: Os Lapiás são formas de relevo (Exocarso) que resultam da carsificação dos calcários, isto é a dissolução do substrato calcário quando este se encontra em contacto com a água. As águas acidificadas podem reagir com o carbonato de cálcio, formando produtos solúveis, o ião cálcio (Ca^{2+}) e o ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) que são removidos do local. Estas reacções químicas (carbonatação) provocam o alargamento das fissuras, nas quais a água se infiltra e circula, dando à paisagem um aspecto gretado característico dos lapiás.

Os calcários são, de um modo geral, impuros, isto é contêm, outras substâncias tais como sílica e argila misturadas que, como não são solúveis ficam no local, preenchendo as fendas e depressões. Estes depósitos, geralmente avermelhados devido à presença de óxidos de ferro, são designados por *terra rossa*.

O campo de lapiás de Cabeças das Pomba ocupa uma área de dimensões médias, localizada em pleno planalto de Santo António. Apesar do seu aspecto ruiforme, apresenta-se bem preservado e, por isso, poderá ser utilizado como exemplo de preservação do património natural.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 06

Sítio:

**Campo de Lapiás de
Cabeça das Pombas**

Domínio:

Maciço Calcário
Estremenho

Neste campo de lapiás é possível identificar-se vários “reservatórios” de solo rico em *terra rossa*, ocupados por uma vegetação rasteira típica destes ambientes calcários, nomeadamente várias espécies de plantas aromáticas.



Fig. 2- Pormenor do campo de lapiás de Cabeças das Pombas.

Vulnerabilidade do local:

Média

Factores de ameaça:

Antrópica

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

As Rochas, o solo e os seres vivos - 5º ano

Génese dos solos - 5º ano

Dinâmica externa da Terra - 7º ano

Gestão sustentável dos recursos - 8º ano

As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano

A Terra, um planeta em mudança - 10º ano

Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

Exploração sustentada de recursos geológicos - 11º ano

Notas:

Bibliografia relacionada:

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 07

Sítio: Grutas de Mira d'Aire





Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Mira d'Aire



Lat. 39°32'28'' N; Long. 8°42'12'' W

Acessos: Fácil.

	Autocarro	<input checked="" type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input checked="" type="checkbox"/>
	Automóvel	<input checked="" type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>

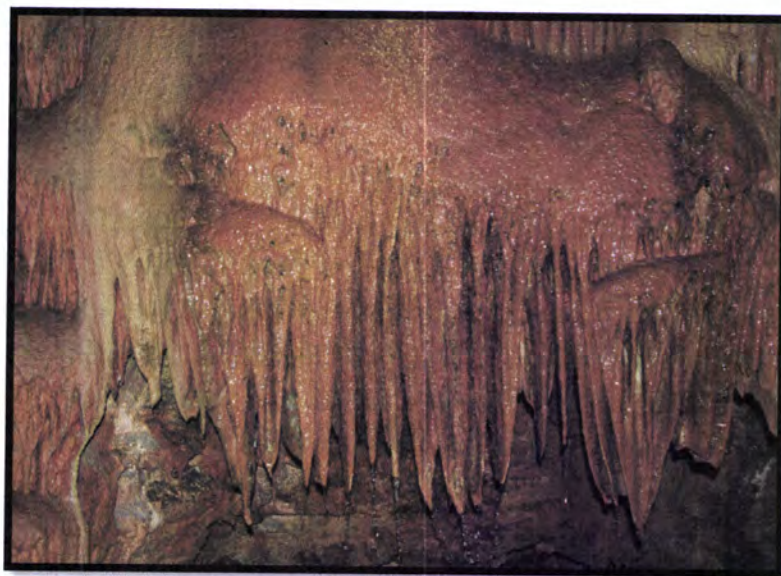


Fig.1- Espeleotemas no interior das grutas de Mira d'Aire

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>

Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo hidrogeológico e de significativo conteúdo paisagístico. Elevado interesse turístico.

Descrição:

As grutas de Mira d'Aire, também designadas como grutas dos Moinhos Velhos, estão incluídas num sistema de circulação subterrânea, com dimensão da ordem das várias dezenas de quilómetros de extensão. Estes cursos de água subterrânea efectuem uma drenagem do bordo sudoeste do Planalto de S. Mamede na direcção do polje de Minde.

Descobertas no ano de 1947, as grutas de Mira d'Aire possuem uma extensão total conhecida próxima dos 11000 metros no entanto, a parte visitável apresenta uma extensão que ronda os 600 metros, com um desnível de 110 metros. A temperatura interna é pouco variável ao longo do ano, apresentando valores de 17°C.

Apesar de bastante modificadas pelo Homem, nomeadamente na construção de túneis de acesso entre algumas salas, estas grutas contém diversos tipos de espeleotemas e salas com muita beleza, não deixado, por isso, de constituir um local de interesse geológico.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 07

Sítio: Grutas de Mira d'Aire

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Estas grutas são o resultado da dissolução dos calcários efectuada por águas subterrâneas, provocando a abertura e alargamento de galerias.

As visitas acompanhadas, não são guiadas, têm uma duração de aproximadamente 45 minutos e terminam com uma exposição de fósseis e minerais.



Fig. 2- Galeria com espeleotemas no interior das grutas de Mira d'Aire

Vulnerabilidade do local:

Alta

Factores de ameaça:

Antrópica

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

As Rochas, o solo e os seres vivos - 5º ano

Dinâmica externa da Terra - 7º ano

Gestão sustentável dos recursos - 8º ano

As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano

A Terra, um planeta em mudança - 10º ano

Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

Notas:

Para a realização de visitas de grupos grandes é conveniente efectuar marcações

Telef.: 244 440 322

Grutas.miradaire@mail.telepac.pt

Bibliografia relacionada:

Folhetos editados pelos proprietários

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 08

Sítio: Algar do Pena





Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Vale do Mar



Lat. 39°27'30'' N; Long. 8°48'40'' W

Acessos: **Médio.** Na estrada nacional N361, no sentido, Alcanede a Alcanena, cortar à esquerda na direcção de Murteira e Barreirinhas. Nesta última localidade, corta-se à direita, através de uma estrada de terra batida, seguindo as indicações para o Algar do Pena.

	Autocarro	<input checked="" type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input checked="" type="checkbox"/>
	Automóvel	<input checked="" type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>

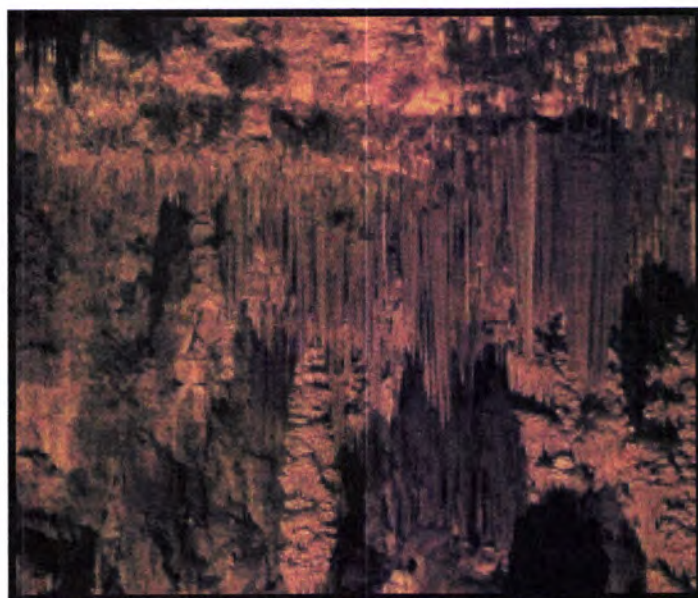


Fig.1- Espeleotemas no interior do Algar do Pena

Classificação: Excepcional

Sítio de elevados conteúdos geomorfológico, sedimentológico e hidrogeológico. Elevado interesse científico e didáctico.

Descrição: A gruta do Algar do Pena foi descoberta em 1983, de forma accidental, durante uma operação de extracção de pedra é formada por um poço vertical (algar) com cerca de 35 metros de profundidade que comunica com numa sala enorme com 105 000 m³ de volume (40m de profundidade por 36 de largura e 80 de altura).

A pluviosidade abundante e temperatura relativamente elevada favorecem a meteorização dos calcários, do Jurássico médio e superior, e o conseqüente enriquecimento em CaCO₃ das águas que se infiltram através de fracturas. Em profundidade, devido às condições favoráveis para a precipitação do CaCO₃, formaram-se, nesta enorme gruta calcária, figuras cársticas de grande beleza, tais como estalactites, estalagmites, colunas e bandeiras

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 08

Sítio: Algar do Pena

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

O Centro de Interpretação Subterrânea instalado á superfície funciona com zona de recepção de local de preparação para a visita que se inicia com a descida do algar, através de um elevador nele instalado, até uma plataforma/varanda, com quase quarenta metros de desnível, de onde se vislumbra um espectáculo magnífico.

A pressão turística provoca um aumento da temperatura e do teor de CO₂, contaminando com fungos e bactérias exteriores. Por esse motivo e no intuito da preservação do valioso património geológico e de minimizar o impacto ambiental, gruta encontra-se fechada ao público em geral, só sendo permitida algumas visitas de estudo diárias a grupos constituídos por apenas doze pessoas e por um curto espaço de tempo (cerca de 30 minutos).

Vulnerabilidade do local:

Média

Factores de ameaça:

Antrópica/ Intrínseca

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

As Rochas, o solo e os seres vivos - 5º ano

Dinâmica externa da Terra - 7º ano

Gestão sustentável dos recursos - 8º ano

As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano

A Terra, um planeta em mudança - 10º ano

Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

O Homem como agente de mudanças ambientais - 12º ano

Notas:

São necessárias marcações para as visitas de grupos, que também não poderão ser muito grandes.

Contactos: Centro de Interpretação Subterrânea do Algar do Pena (Tel. 243400630)

Bibliografia relacionada:

Folhetos editados pelo P.N.S.A.C.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 09

Sítio: Fórnea de Alvados

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Zambujal de Alçaria



Lat. 39°33'29'' N; Long. 8°48'20'' W

Acessos: **Médio.** Próximo de Porto de Mós, entre Alçaria e Chão das Pias. À região inferior da Fórnea pode-se aceder a partir da estrada N243, na localidade de Zambujal de Alçaria e, seguir por um percurso pedestre, devidamente assinalado, com uma extensão de cerca de 500 metros; À zona superior da Fórnea pode-se aceder a partir de Serro Ventoso, na localidade de Chão das Pias e iniciar um pequeno percurso pedestre que também se encontra assinalado.





	Autocarro	<input type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input type="checkbox"/>
	Automóvel	<input type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>



Fig. 1- Vista panorâmica da Fórnea de Alvados, a partir de Chão das Pias.

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input type="checkbox"/>
Público em geral	<input type="checkbox"/>

Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo tectónico e de elevado interesse científico e didáctico.

Descrição: A Fórnea constitui uma curiosidade geomorfológica ímpar em Portugal, apresentando-se como um magnífico anfiteatro natural de rocha calcária de idade jurássica, com cerca de 500 metros de diâmetro e mais de 200 metros de altura. As íngremes e profundas vertentes, parcialmente cobertas de escombrelas de talude, associadas a uma forma característica em cone invertido conferem-lhe uma grande espectacularidade.

Este tipo de formas, designada por "reclée", resulta da actuação de fenómenos flúvio-cársicos associada, segundo alguns autores, à acção mecânica do gelo e da fusão das neves durante os períodos mais frios do Quaternário, provocando o recuo de um sector de uma escarpa. Do efeito desta acção conjunta resultou, não apenas a Fórnea mas também uma variedade de depósitos resultantes da erosão, nomeadamente os depósitos de crioclastos (depósitos de detritos angulosos resultantes da meteorização física causada pelas baixas temperaturas) que se podem observar na sua vertente sul.



Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 09

Sítio: Fórnea de Alvados

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

No interior da Fórnea é visível a “Cova da Velha”, uma cavidade com uma nascente de onde brotam águas, essencialmente durante os meses de inverno e primavera, que alimenta o Ribeiro da Fórnea.

O aparente microclima resultante desta geomorfologia muito particular, associado às características edáficas próprias dos terrenos calcário-argilosos, sobretudo na zona mais baixa da Fórnea, criam condições óptimas para o florescimento de determinadas plantas, nomeadamente as plantas aromáticas das quais se podem destacar o alecrim, o rosmaninho, a alfazema, a hortelã, os orégãos, o tomilho e o funcho. É também um ótimo local de observação de aves, incluindo a gralha-de-bico-vermelho.

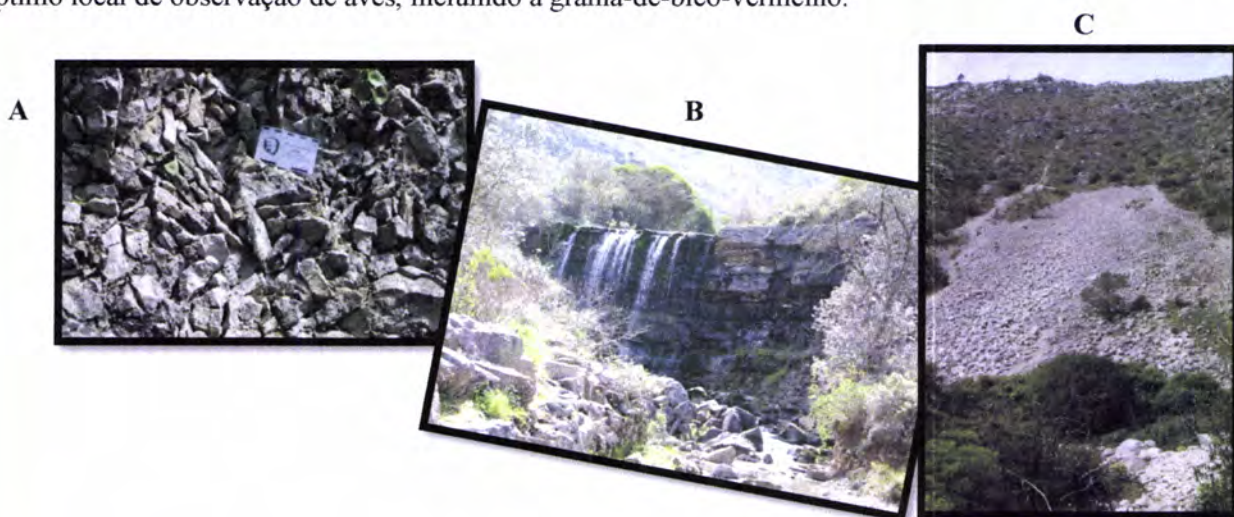


Fig. 2- Pormenores do interior da Fórnea de Alvados: A- depósitos de clastos angulosos; B- queda de água na ribeira da Fórnea; C- cone de dejeção

Vulnerabilidade do local:

Média

Factores de ameaça:

Antrópica/intrínseca

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

As Rochas, o solo e os seres vivos - 5º ano

Dinâmica externa da Terra - 7º ano

A Terra, um planeta em mudança - 10º ano

Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas - 12º ano

Notas:

As visitas à Fórnea de Alvados, a partir de Chão das Pias, deverão ser devidamente ponderadas e preparadas uma vez que, por não existir qualquer protecção física, o perigo de queda é real. O controlo dos grupos deve ser apertado, sobretudo se se tratar de alunos mais novos ou irrequietos

Bibliografia relacionada:

Rodrigues, M. L. E. (1989). A Fórnea de Alvados, património paisagístico e geomorfológico (P.N.S.A.C. - Maciço Calcário Estremenho). Comunicações do II Congresso de Áreas Protegidas, Fundação Calouste Gulbenkian : 115-121.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 10

Sítio: Depressão de Alvados

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Alvados



Lat. 39°32'20'' N; Long. 8°45'10'' W

Acessos: Fácil. A depressão de Alvados é ladeada pela estrada 243 que vai de Porto de Mós para Torres Novas. Na povoação de Zambujal de Alcaria pode-se desviar para uma estrada que atravessa o centro da depressão até à localidade de Alvados.

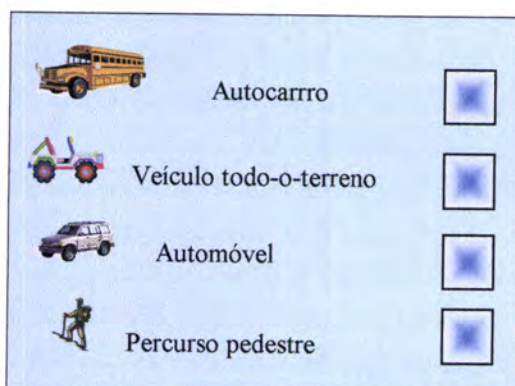
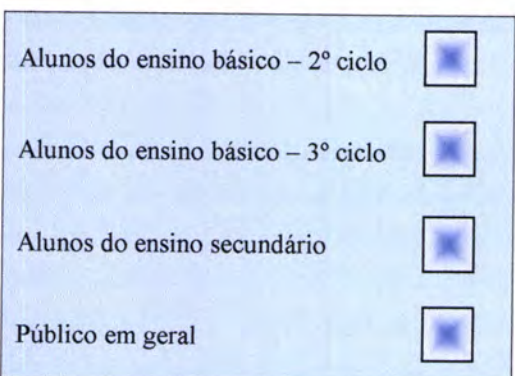


Fig. 1- Vista panorâmica da depressão de Alvados

Público Alvo:



Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo paisagístico, geomorfológico e estratigráfico e, portando de elevado interesse científico e didático.

Descrição: A depressão de Alvados, por muitos autores considerada um polje, apresenta mais as características de uma depressão tectónica do que de uma depressão cársica.

Esta depressão resultou essencialmente de abatimentos tectónicos, resultantes das movimentações do sistema de falhas das Costas de Alvados e de Minde.

O bordo SW desta depressão corresponde a uma extensa escarpa de falha, embora, devido à erosão, se encontre já bastante recuada relativamente à posição da falha. Este recuo é particularmente acentuado no sector da Fórnea. Os testemunhos desses processos erosivos estão conservados, sob a forma de depósitos de vertente, na base das escarpas. Também o sector NE se encontra delimitado por uma escarpa de falha, embora não tão extensa nem imponente.

Ao contrário da depressão de Minde, a de Alvados não constitui uma depressão fechada, uma vez que no bordo NW se encontra aberta, através do vale da ribeira de Alcaria. A existência de cursos de água, temporariamente superficiais, explicam a pouca quantidade de sedimentos acumulados longe das vertentes.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 10

Sítio: Depressão de Alvados

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

O facto de esta depressão se encontrar a uma cota relativamente elevada, quando comparada com a de Minde, 250 metros e 195 metros, respectivamente, será uma dos principais motivos para que não ocorram inundações.

A depressão de Alvados, bem como a de Minde, terão resultado provavelmente de uma acção conjunta de uma fase de distensão, seguida de inversão (Crispim, 1995). A passagem entre a fase distensiva, ocorrida durante o Paleogénico Inferior, e as fases compressivas poderá ter resultado de um episódio de tectónica de desligamento com componente esquerda que teria permitido o abatimento do sector de Alvados em “pull-apart” (Crispim, 1993).

As duas falhas principais, a falha da Costa de Alvados e a falha da Costa de Minde, no sector de Alvados, apresentam uma zona de sobreposição e convergem em dois pontos: a NW, na zona da Pena da Falsa e a SE, na Pedra do Altar. Entre elas, o fundo da depressão de Alvados apresenta-se como uma área deprimida entre flancos cavalgantes, podendo ser interpretado como um *graben* entre dois *horsts* (Crispim, 1993).



Fig. 2- Perfil esquemático da estrutura da depressão de Alvados (Adaptado de Crispim, 1993).

Vulnerabilidade do local:

Baixa/Nula

Factores de ameaça:

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

Dinâmica interna da Terra - 7º ano

Consequências da dinâmica interna da Terra - 7º ano

Dinâmica externa da Terra - 7º ano

A Terra, um planeta em mudança - 10º ano

Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas - 12º ano

Notas:

Bibliografia relacionada:

Crispim, J. A. (1993). Algumas considerações sobre a estrutura geológica dos poljes de Alvados e Minde (Estremadura – Portugal). Algar, Boletim da Sociedade Portuguesa de Espeleologia, 4: 13-16.

Azerêdo, A.C.; Crispim, J. A. (1999). Principais locais de interesse geológico do Maciço Calcário Estremenho, I Seminário sobre Património Geológico Português, Livro de Resumos, IGM, pp 112-120.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 11

Sítio: Falha do Arrife

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Estrada Videla/Almonda



Lat. 39°29'18'' N; Long. 8°37'43'' W

Acessos: Fácil. A falha do Arrife pode ser observada em vários locais, sendo os mais acessíveis em Moitas Venda (EN 243), Videla/Almonda, Pafarrão (EN 357), e Monsanto (EN361)





	Autocarro	<input checked="" type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input checked="" type="checkbox"/>
	Automóvel	<input checked="" type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>



Fig. 1- Escarpa de falha do Arrife entre as localidades de Videla e Almonda

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>

Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo paisagístico, geomorfológico e tectónico.

Descrição: o Arrife, termo do árabe *ar-ri-f* (“rochedo”, “recife”, “litoral”).

A falha do Arrife é uma escarpa de falha que se estende desde Ourém, a Norte, até Rio Maior, a Sul, ao longo de mais de 30 Km, apresenta altura variável de várias dezenas de metros, chegando a atingir 100 metros de desnível.

Define o limite tectónico das serras do Maciço Calcário Estremenho com a Bacia Terciária do Tejo. O principal plano de falha apresenta uma orientação geral NE-SWE e inclina para NW cerca de 50°, evidenciando uma vergência de cavalgamento para SE.

A falha do Arrife subdivide-se em dois ramos que envolvem o sinclinal de Amiais de Baixo. Enquanto que o ramo mais a norte adquire uma orientação WNW-ESE e parece perder importância numa estrutura onde está instalado um filão dolerítico, o ramo principal, mais a sul, na região de Abrã, roda para uma direcção NW-SE, terminando de encontro à falha de Alcobertas (Manuppella *et al.*, 2006).

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 11

Sítio: Falha do Arrife

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Corresponde, provavelmente, a uma falha de desligamento de componente esquerda, associada à fracturação tardivarisca, que foi reactivada sucessivamente nas fases distensivas mesozóicas e nos períodos compressivos da inversão cenozóica.

Terá apresentado actividade extensional durante o Mesozóico, sendo, mais tarde (durante o Miocénico e, provavelmente, também no Quaternário), reactivada como cavalgamento, o que é evidenciado pela justaposição de calcários competentes do Jurássico médio sobre os sedimentos terrígenos do Paleogénico a Miocénico médio



Fig. 2- Panorâmica da escarpa de falha do Arrife, com a Serra d'Aire em segundo plano. Região de Almonda.

Vulnerabilidade do local:

Baixa

Factores de ameaça:

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados

Dinâmica interna da Terra - 7º ano

Consequências da dinâmica interna da Terra - 7º ano

Dinâmica externa da Terra - 7º ano

A Terra, um planeta em mudança - 10º ano

Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas - 12º ano

Notas:

Bibliografia relacionada:

Curtis, M. L. (1993) - The structural and kinematic evolution of an upper crustal transpression zone: the Lusitanian Basin, Portugal. Unpubl. Ph. D. thesis, Department of Geology Sciences, University of Durham, 265p.

Manuppella (coord.) *et al.* (2000) - Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50000, Not. explicativa da folha 27-A, Vila Nova de Ourém. Inst. Geol. e Mineiro, 156p.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 12

Sítio:

**Monumento Natural
das Pegadas de Dinossáurios**

Domínio:

Maciço Calcário
Estremenho

Localização: Bairro



Lat. 39°34'92'' N; Long. 8°35'94'' W

Acessos: Fácil. Situado em plena Serra d'Aire, na localidade do Bairro, mesmo à beira da estrada N 357 que liga Torres Novas a Fátima.





	Autocarro	<input type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input type="checkbox"/>
	Automóvel	<input type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>



Fig. 1- Aspecto geral do icnótopo da Pedreira do Galinha

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>

Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo paleontológico, paisagístico e sedimentológico e, portando, de elevado interesse científico e didático.

Descrição: A visita inicia-se pela observação de um vídeo de enquadramento, seguida de um percurso pedestre com cerca de 1000 metros.

A jazida da Pedreira do Galinha possui o registo mais antigo, a nível mundial, da presença de dinossáurios saurópodes. A lage de calcário exposta possui uma idade de cerca de 168 Ma e constituía o fundo de uma laguna de profundidade muito reduzida, com sedimentos carbonatados que ao serem pisados por vários dinossáurios, conservaram muitas das suas pegadas.

Estão representadas, pelo menos, vinte pistas diferentes de dinossáurios quadrúpedes pelo que se considera que foram produzidas por animais diferentes. As pistas são constituídas por impressões correspondentes às marcas dos pés e outras das mãos, reflectindo a passagem de animais quadrúpedes.

A extensão dos trilhos (dois dos quais com mais de 140 m, o que os torna os mais longos e contínuos do mundo) e o seu estado de conservação contribuem para que o achado tenha adquirido importância a nível mundial

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 12

Sítio: Monumento Natural das Pegadas de Dinossáurios

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Para além dos trilhos dos dinossáurios, o Monumento natural também possui uma zona onde estão plantadas algumas das plantas contemporâneas dos saurópodes e onde se pode observar um grande painel representativo da evolução biológica ao longo dos tempos.



Fig. 2- A- Pormenor de uma impressão do pé de saurópode; B- Vista panorâmica do jardim mesozóico com um pano de fundo constituído pelo limite do Maciço Calcário Estremenho (Arrife) e pela Bacia Terciária do Tejo.

Vulnerabilidade do local:

Baixa

Factores de ameaça:

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

- A Terra conta a sua história - 7º ano
- Dinâmica externa da Terra - 7º ano
- Gestão sustentável dos recursos - 8º ano
- As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano
- A medida do tempo e a idade da Terra - 10º ano
- A Terra, um planeta em mudança - 10º ano
- Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano
- Exploração sustentada de recursos geológicos - 11º ano
- A História da Terra e da Vida - 12º ano

Notas:

Para além das pegadas, o Monumento Natural das Pegadas de Dinossáurios Ourém – Torres Novas, possui um conjunto de equipamentos de apoio aos visitantes.

Bibliografia relacionada:

- Santos, V. F. (2008). Pegadas de Dinossáurios de Portugal. Universidade de Lisboa. Museu de História Natural. Lisboa, 124p.
- Folhetos editados pelo Instituto de Conservação da Natureza.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 13

Sítio: Vale de Meios

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Pé da Pedreira



Lat. 39°14'00'' N; Long. 8°23'05'' W

Acessos: Fácil. Na localidade de Pé da Pedreira, junto do edifício da escola primária, cortar em direcção às pedreiras. O desvio está assinalado.

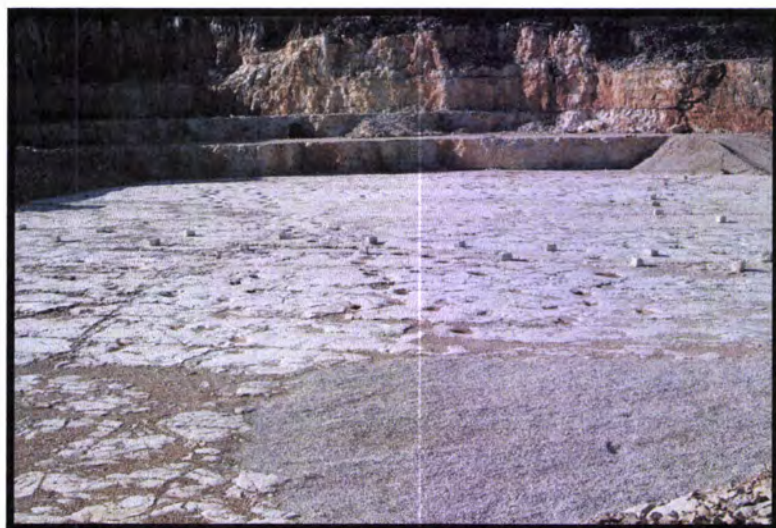
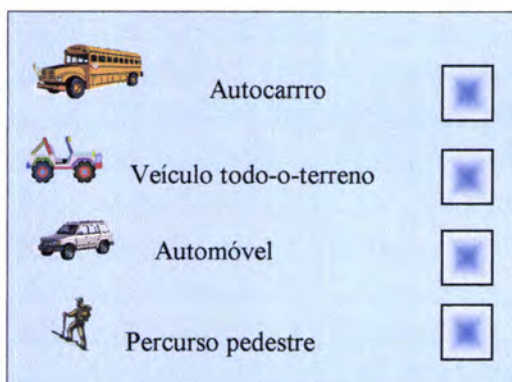
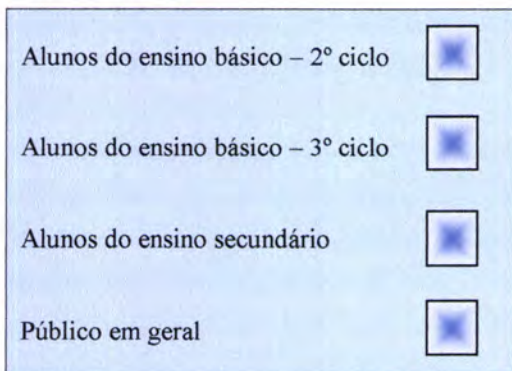


Fig. 1- Aspecto geral da Pedreira de Vale de Meios

Público Alvo:



Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo paleontológico

Descrição: A pedreira de Vale de Meios é uma pedreira de pequena dimensão e de extracção artesanal de calcários, na base da unidade de calcários de Pé da Pedreira. Os cubos de pedra aqui produzidos destinam-se ao tradicional calcetamento de ruas. Este tipo de pedreiras é, normalmente, de grande importância para a subsistência de muitas famílias na região.

Nesta pedreira, a exploração de pedra de calcário colocou a descoberto uma jazida com uma área de 11400 m², onde se podem observar centenas de impressões tridáctilas de terópodes (dinossáurios bípedes carnívoros) do Jurássico Médio, na grande maioria organizadas em pistas paralelas, muito bem conservadas. Também existem, pelo menos, duas pistas deixadas por grandes saurópodes.

O número de pegadas e de pistas, bem como a sua extensão, tem vindo a aumentar à medida que prosseguem quer a extracção de pedra, quer as operações de limpeza da laje e as observações de pormenor ali em curso.

A laje agora exposta terá correspondido a um terreno plano e horizontal, inundado e lamacento, possivelmente junto às margens de uma laguna litoral.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 13

Sítio: Vale de Meios

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

A morfologia de algumas pegadas tridáctilas é semelhante às atribuídas ao tipo *Megalosauripus*, admitindo assim que dinossáurios carnívoros semelhantes a *Megalosaurus* terão originado alguns dos trilhos em Vale de Meios (Santos, 2008).



Fig. 2- Pormenor de impressões tridáctilas de terópodes na Pedreira de Vale de Meios

Vulnerabilidade do local:

Baixa/Média

Factores de ameaça:

Antrópica

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

A Terra conta a sua história - 7º ano
Dinâmica externa da Terra - 7º ano
Gestão sustentável dos recursos - 8º ano
As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano
A medida do tempo e a idade da Terra - 10º ano
A Terra, um planeta em mudança - 10º ano
Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano
Exploração sustentada de recursos geológicos - 11º ano
A História da Terra e da Vida - 12º ano

Notas:

Se se pretender uma visita guiada a este local, dever-se-á contactar o P.N.S.A.C.

Bibliografia relacionada:

Santos, V. F. (2008). Pegadas de Dinossáurios de Portugal. Universidade de Lisboa. Museu de História Natural. Lisboa, 124p.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 14

Sítio: Calcário com Rudistas





Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Monsanto



Lat. 39°27'29'' N; Long. 8°42'34'' W

Acessos: Fácil. Em plena povoação de Monsanto, na estrada N365, virar no cruzamento com a rua da Liberdade. O afloramento calcário com Rudistas fica localizado ao lado direito da fábrica de peles.

	Autocarro	<input type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input type="checkbox"/>
	Automóvel	<input type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input checked="" type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input checked="" type="checkbox"/>
Público em geral	<input checked="" type="checkbox"/>



Fig.1- Calcário com Rudistas (Cretácico superior)

Classificação: Bom

Sítio de conteúdo paleontológico e estratigráfico e, portando de elevado interesse científico e didático.

Descrição: Os rudistas são um grupo extinto de Moluscos bivalves marinhos pretencentes à Ordem Rudista, que terá surgido no Jurássico médio/superior e existindo até ao final do Cretácico, durante cerca de 90 milhões de anos.

Com um aspecto muito diferente do dos bivalves conhecidos na actualidade, os rudistas habitavam em ambientes marinhos pouco profundos, com águas quentes, tropicais, normalmente semienterrados no fundo lodoso, formado por vasa carbonatada. De vida sésil e frequentemente gregários, formavam grandes aglomerados de rudistas que poderiam ocupar áreas extensas dos fundos marinhos da Era Mesozóica.

De tamanho e morfologia bastante variados possuíam, regra geral, umas conchas espessas, com aspecto rude, fixa ao substrato. Terá sido esse aspecto rude (rudis, em latim) o responsável pela atribuição do nome de Rudista a estes bivalves mesozóicos.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 14

Sítio: Calcário com Rudistas

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Os “Calcários com Rudistas” ou “Lióses”, rochas que datam do Cretácico Superior (Cenomaniano), serão um testemunho de um ambiente tropical, e da presença de águas quentes, pouco profundas e límpidas, com características recifais, propícias à formação dos chamados “Bancos de Rudistas”.

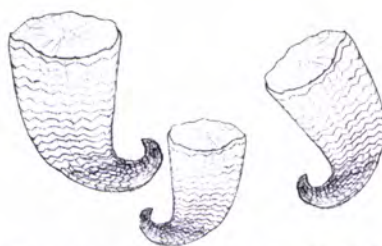


Fig 2- Representação esquemática de Rudistas

Vulnerabilidade do local:

Média/Alta

Factores de ameaça:

Antrópica

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

A Terra conta a sua história -7º ano

A medida do tempo e a idade da Terra -10º ano

A Terra, um planeta em mudança -10º ano

Geohistória. A vida no Pré-câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico -12º ano

A história geológica de uma região -12º ano

Notas:

Os moldes de rudistas são pequenos, fragmentados e de difícil observação pelo que, a espectacularidade deste Afloramento, não é muito elevada. No entanto, é óbvia a sua importância sedimentológica.

Bibliografia relacionada:

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 15

Sítio: Portela da Teira

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

Localização: Portela da Teira



Lat. 39°24'30'' N; Long. 8°54'55'' W

Acessos: Fácil. Na estrada Rio Maior – Alcobertas, na localidade de Portela da Teira, virar à direita próximo de um café e subir até à pedreira. Não é aconselhável realizar a subida de autocarro.





	Autocarro	<input type="checkbox"/>
	Veículo todo-o-terreno	<input type="checkbox"/>
	Automóvel	<input type="checkbox"/>
	Percurso pedestre	<input type="checkbox"/>



Fig. 1- Aspecto geral da pedreira de Portela apresentando disjunção colunar

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino básico – 3º ciclo	<input type="checkbox"/>
Alunos do ensino secundário	<input type="checkbox"/>
Público em geral	<input type="checkbox"/>

Classificação: Excepcional

Sítio de elevado conteúdo paisagístico, geomorfológico e estratigráfico e, portando, de elevado interesse científico e didático.

Descrição:

As rochas intrusivas doleríticas são formadas em ambiente subvulcânico ou hipabissal, apresentam uma textura microcristalina e possuem composição idêntica à dos basaltos. São, portanto, rochas básicas e melanocratas. Este tipo de rochas aparece, tipicamente, em forma de diques, soleiras ou lacólitos.

A disjunção colunar está relacionada com a contracção térmica da lava provocada pelo seu arrefecimento sendo, portanto característica das formações eruptivas, é sobretudo vulgar nos basaltos e rochas afins. As colunas têm secção pentagonal ou hexagonal e estão, em muitos casos, divididas segundo planos normais ao eixo das colunas – estrutura prismática. O desenvolvimento das colunas é, regra geral, perpendicular à superfície de arrefecimento que normalmente coincide com o topo ou base da escoada, o que possibilita a formação de estruturas verticais

Ficha nº 15

Sítio: Portela da Teira

Domínio: Maciço Calcário Estremenho

A intrusão dolerítica apresenta-se, em Portela da Teira, com magníficas colunas de disjunção prismática, resultante da contracção térmica que acompanhou o arrefecimento lento e gradual do magma. As diáclases, ao longo das quais se individualizaram as colunas prismáticas, desenvolveram-se perpendicularmente à superfície de arrefecimento. Por seu turno, a superfície lateral dos prismas originou uma nova superfície de arrefecimento, provocando uma nova direcção de diáclases (perpendicular às primeiras) cortando transversalmente as colunas.



Fig. 2- Colunas prismáticas de estrutura pentagonal de Portela da Teira

Vulnerabilidade do local:

Moderada

Factores de ameaça:

Antrópica

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

- As Rochas, o solo e os seres vivos - 5º ano
- Consequências da dinâmica interna da Terra - 7º ano
- Dinâmica externa da Terra - 7º ano
- Gestão sustentável dos recursos - 8º ano
- As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano
- Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano
- Exploração sustentada de recursos geológicos - 11º ano
- Exploração de minerais e de materiais de construção e ornamentais. Contaminação do ambiente. - 12º ano

Notas:

Actualmente a pedreira encontra-se fechada

Bibliografia relacionada:

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 16

Sítio: Almourol

Domínio: Bacia terciária do Tejo

Localização: Almourol



Lat. 39°14'00'' N; Long. 8°23'05'' W

Acessos: Fácil. Entre as localidades de Tancos e Constância, ainda antes da base aérea de Tancos existe um desvio em direcção ao castelo de Almourol.



Autocarro



Veículo todo-o-terreno



Automóvel



Percurso pedestre



Fig. 1- Aspecto geral do rio Tejo e do Castelo de Aumourol

Público Alvo:

Alunos do ensino básico – 2º ciclo



Alunos do ensino básico – 3º ciclo



Alunos do ensino secundário



Público em geral



Classificação: Muito Bom

Sítio de elevado conteúdo paisagístico, geomorfológico e estratigráfico e, portando, de elevado interesse científico e didáctico.

Descrição: O Castelo de Almourol ocupa uma pequena ilha com cerca de 310 metros de comprimento por 75 metros de largura e com cerca de 18 metros acima do nível médio das águas do rio Tejo. Esta construção medieval, um dos mais belos e originais castelos portugueses, foi considerado monumento nacional em 1910. Existem evidências da ocupação da ilha pelo menos desde o tempo dos romanos.

A região de Almourol insere-se numa área em que afloramentos Pré-hercínicos designados, genericamente, por “ortognaisses migmatíticos” estão em contacto com terraços, areias, argilas e cascalheiras do Quaternário (Pleistocénico).

No afloramento de ortognaisses existente na berma da estrada, mesmo antes de chegar ao porto de embarque, são visíveis diáclases e filões, enquanto que nas rochas da ilha, por baixo do castelo são bem visíveis as marcas de alteração esférica.

Ficha descritiva de locais de interesse geológico da região Peniche - Torres Novas

Ficha nº 16

Sítio: Almourol

Domínio: Bacia terciária do Tejo

Na margem esquerda do Tejo é visível um depósito recente de sedimentos de origem fluvial – aluvião. Esta acumulação de sedimentos ocorre a partir do momento em que as águas perdem a capacidade de os transportar.



Fig. 2- Aspectos de pormenor nos afloramentos de Almourol: A- Diaclases; B- Filões; C- Alteração esférica; D- Aluvião.

Vulnerabilidade do local:

Baixa

Factores de ameaça:

Conteúdos programáticos passíveis de serem abordados:

- As Rochas, o solo e os seres vivos - 5º ano
- Dinâmica externa da Terra - 7º ano
- Gestão sustentável dos recursos - 8º ano
- As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - 10º ano
- Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres - 11º ano

Notas:

Bibliografia relacionada:

3.3- DEFINIÇÃO DE PERCURSOS A SEREM UTILIZADOS EM SAÍDAS DE CAMPO COM OS ALUNOS

Os conteúdos leccionados fora da sala de aula, neste caso num espaço de interesse geológico, em que o professor dinamiza experiências e actividades, coloca questões relacionadas com o contexto teórico-prático e promove a aquisição de conceitos e de metodologias específicas, são de mais fácil interiorização e de mais difícil esquecimento por parte dos alunos. As visitas de estudo devem ser entendidas como um complemento da teoria e um prolongamento da sala de aula, pois permitem a execução de tarefas como a recolha e a observação de materiais, o manuseamento de instrumentos e a sistematização de informação. Contribuem ainda para desenvolver o raciocínio e o interesse pela investigação, promovem a cooperação e a consciência cívica, melhorando, por conseguinte, o desempenho dos alunos.

A planificação de uma visita de estudo deve, portanto, obedecer a uma escolha criteriosa dos locais a visitar, de um conhecimento prévio rigoroso por parte dos dinamizadores e da elaboração de um roteiro pormenorizado, relativamente às finalidades educacionais e científicas, às capacidades a desenvolver e aos conhecimentos a consolidar.

Por outro lado, os alunos deverão ser previamente informados acerca do percurso a percorrer, os tipos de actividades que se irão desenvolver, o material necessário e a metodologia a utilizar.

Apesar do tipo de desenvolvimento e organização variar bastante, de acordo com o nível de ensino a que se destina, qualquer roteiro deverá compreender informações claras e concisas sobre o que se irá observar nas diversas paragens da saída de campo.

De acordo com vários autores (Monteiro, 1995; Callapez, 1997; Praia & Marques, 1998) a estruturação geral de um roteiro geológico deve seguir os seguintes parâmetros:

- 1) frontispício
- 2) itinerário
- 3) introdução geral e objectivos
- 4) actividades e descrição sumária das paragens a efectuar
- 5) anexos

6) bibliografia

1) Frontispício

Deverá conter o título, entidade promotora, autor(es) e data da realização.

2) Itinerário

Neste ponto deverá constar o enquadramento geográfico da região a visitar, o percurso e a duração da visita, bem como o material a utilizar. Deverão também ser incluídas ilustrações com o enquadramento geográfico, a uma ou mais escalas e com o itinerário, incluindo um esquema do percurso, os pontos de paragem e as principais localidades e pontos de referência.

3) Introdução geral e objectivos

A introdução geral deverá focar o enquadramento geológico da área considerada, no âmbito das grandes questões-problema definidas previamente como os objectivos da saída de campo. Como ilustrações poderá incluir uma figura com o esboço geológico da área.

4) Descrição das paragens

O corpo central do roteiro respeita às paragens. Com efeito, as observações a serem efectuadas pelos alunos em cada uma das paragens da viagem, deverão ser enunciadas separadamente no roteiro e acompanhadas por um texto explicativo ilustrado, de preferência original, ou retirado de artigos ou monografias científicas já existentes. Na descrição de cada paragem, deve constar o seguinte conjunto de itens:

- um número e um título
- localização
- duração da paragem (opcional)
- descrição sumária do que se pretende observar
- principais objectivos a atingir
- actividades a realizar

- espaços para notas (opcional)
- questões para discussão

Quando houver figuras, deverão ser referidas no texto e legendadas; se retiradas de outros trabalhos, devem conter referências aos seus autores e data.

5) Anexos

Como anexos deverão constar textos, quadros, tabelas ou figuras que os autores do roteiro achem conveniente colocar fora dos capítulos da introdução e das paragens. São exemplos tabelas simplificadas de classificação de rochas, a coluna crono-estratigráfica sintética, perfis geológicos, etc..

6) Bibliografia

Na bibliografia deverão, consoante o grau de aprofundamento pretendido, constar as referências mais importantes, com relevo para as citadas no texto.

De seguida apresenta-se uma proposta de roteiro com sugestão de um percurso para visitas de estudo/saídas de campo de carácter geológico à região de Torres Novas – Peniche, passível de ser realizado por escolas do ensino básico e secundário inseridas nesta área geográfica.

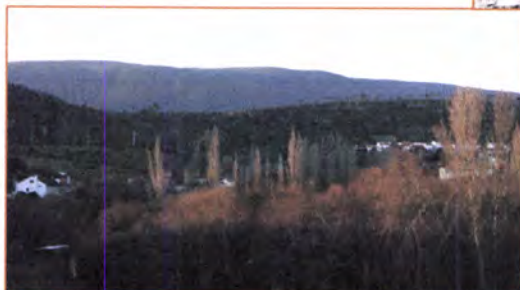
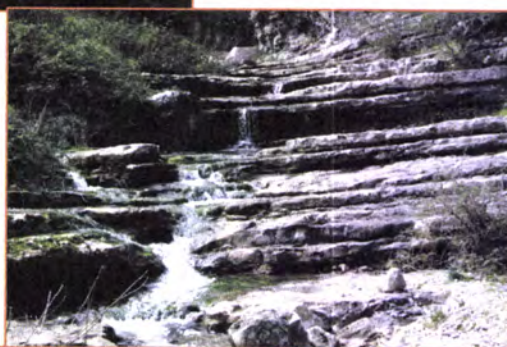
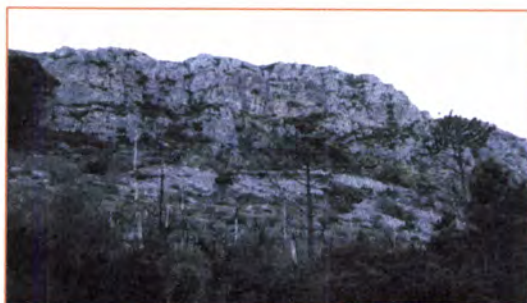
Agrupamento de Escolas Artur Gonçalves, Torres Novas

Disciplina de Biologia e Geologia – 11º ano

Roteiro de Visita de Estudo

“O Mar Jurássico”

Um Olhar Sobre o Maciço Calcário Estremenho



Abril de 2010

Professor Responsável: Carlos Lopes

ITINERÁRIO

Enquadramento Geográfico da Região

O Maciço Calcário Estremenho (M.C.E.) está localizado no centro de Portugal, a cerca de 20 km do Oceano Atlântico, situado entre Rio Maior, Tomar e Leiria, abrangendo parcialmente os concelhos de Alcanena, Alcobaça, Ourém, Porto de Mós, Rio Maior, Santarém e Torres Novas. É um grande bloco de calcários jurássicos com cerca de 800 km², sendo formado por compartimentos levantados que atingem altitudes moderadas (678m).

Enquanto unidade geomorfológica, o Maciço Calcário Estremenho foi definido por Alfredo Martins (Martins, 1949), que o descreveu como sendo constituído por três regiões elevadas: a Serra dos Candeeiros; o Planalto de Santo António; e o planalto de S. Mamede e Serra de Aire. A separar estas zonas mais elevadas estão duas grandes depressões: a depressão da Mendiga; e a depressão de Minde – Alvados.

Este território destaca-se das regiões envolventes não só pela sua topografia, mas também em termos litológicos e tectónicos, o que condiciona a sua paisagem quer nos aspectos morfológicos, hidrológicos, ou florísticos que, por sua vez, regulam o comportamento do homem e as suas actividades.

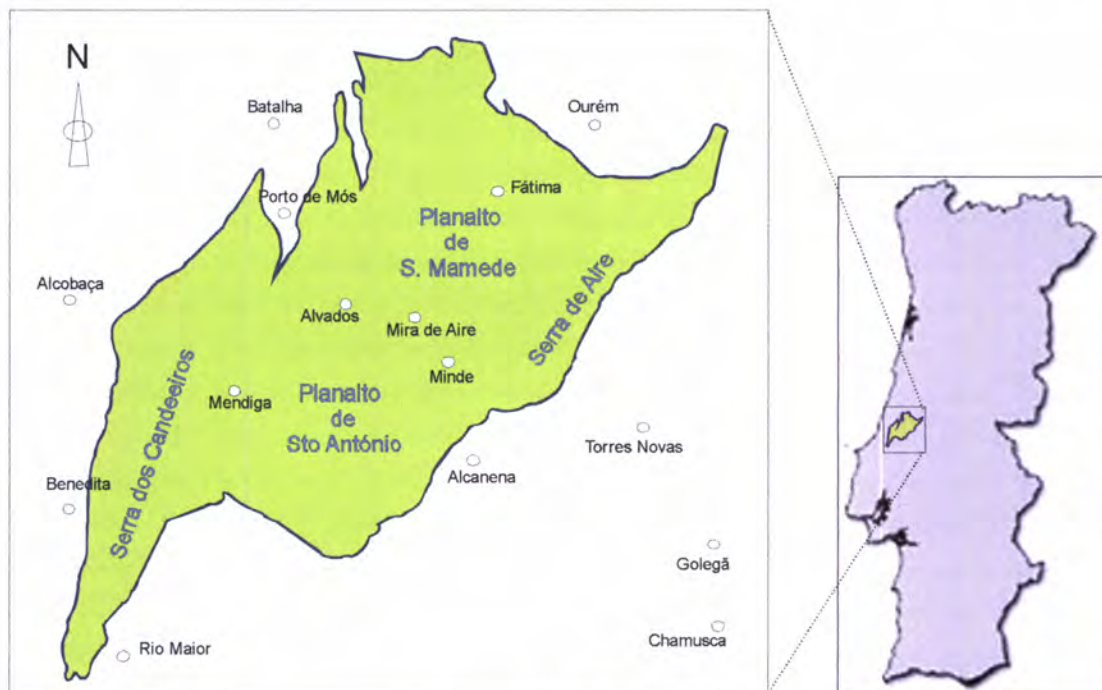


Fig. 1 – Enquadramento geográfico e limites do Maciço Calcário Estremenho.

Percurso

Na figura 2 está representado, de um modo esquemático, o itinerário que vai ser seguido durante a visita de campo, e que consta do seguinte:

- 09h 30m - Saída de Torres Novas
- 09h 15m - Miradouro de Moitas Venda - paragem 1
- 10h 00m - Miradouro de Alto dos Crutos, Minde - paragem 2
- 10h 30m - Mindinho - paragem 3
- 11h 00m - Zambujal de Alcaria (percurso Pedestre até Fórnea) - paragem 4
- 12h 40m - Arrimal/Arrabal - paragem 5 (Paragem para Almoço)
- 13h 30m - Vale de Meios (Pedreira) - paragem 6
- 14h 15m - Pé da Pedreira - paragem 7
- 15h 00m - Centro de Ciência Viva do Alviela - paragem 8
- 17h 30m - Chegada a Torres Novas



Fig. 2 - Itinerário com percurso e paragens da saída de campo à região do Maciço Calcário Estremenho.

Material Necessário

- Caderno de campo e lápis / esferográfica
- Máquina fotográfica (facultativo)
- Calçado para caminhada
- Merenda

INTRODUÇÃO GERAL E OBJECTIVOS

Enquadramento Geológico da Região

O Maciço Calcário Estremenho (M.C.E.) está localizado no flanco oriental da Bacia Lusitana e encontra-se separado das unidades geomorfológicas circundantes, nomeadamente onde o seu contorno é mais nítido, através de grandes falhas. Além destas, os limites muito nítidos entre três dos blocos principais que compõem o M.C.E. (Serra dos Candeeiros, Planalto de Santo António e Planalto de S. Mamede/ Serra de Aire) são evidenciados pela existência de grandes fracturas. Desta forma, os contactos entre estes blocos, e também o contacto do M.C.E. com as regiões vizinhas, nomeadamente a Bacia do Baixo Tejo, são zonas de intensa movimentação tectónica.

Os acidentes tectónicos resultam do facto de a região se encontrar numa zona onde as falhas que guiaram a abertura do Atlântico (formação do "rift"), em regime distensivo, rejogaram posteriormente em regimes compressivos diferentes. No Oligocénico estabeleceu-se um regime distensivo, resultante da colisão entre a Eurásia e a África, com componentes tractivas; no Miocénico, as falhas que tinham tido um comportamento distensivo, adquirem componentes compressivas (CRISPIM, 1991). Julga-se ser desta época (fase bética da orogenia alpina) o principal impulso do levantamento do M.C.E., cuja consequência mais importante está expressa no cavalgamento do bordo sul (falha do Arrife) sobre as formações da Bacia do Baixo Tejo. Como consequência das diferentes orientações das compressões, no decorrer da orogenia alpina, as falhas do maciço foram sofrendo movimentações de sentidos e imensidades diferentes.

Os períodos de calma tectónica permitiram que a erosão actuasse sobre os calcários levando ao aparecimento de fenómenos cárnicos muito desenvolvidos que se manifestam em várias formas e escalas, desde dolinas, uvalas, lapiás, algares, grutas, até aos poljes, dos quais se destaca o de Mira-Minde, pelas dimensões e pelo facto de sofrer inundações periódicas. Este importante modelado cársico contribui para que o M.C.E. seja uma das principais unidades geomorfológicas do país.

Por toda a área do M.C.E., para além de uma enorme variedade de tipos de rochas, é possível encontrar formações geológicas que apresentam um registo nítido das transgressões e regressões dos mares durante largos períodos da Era Mesozóica.

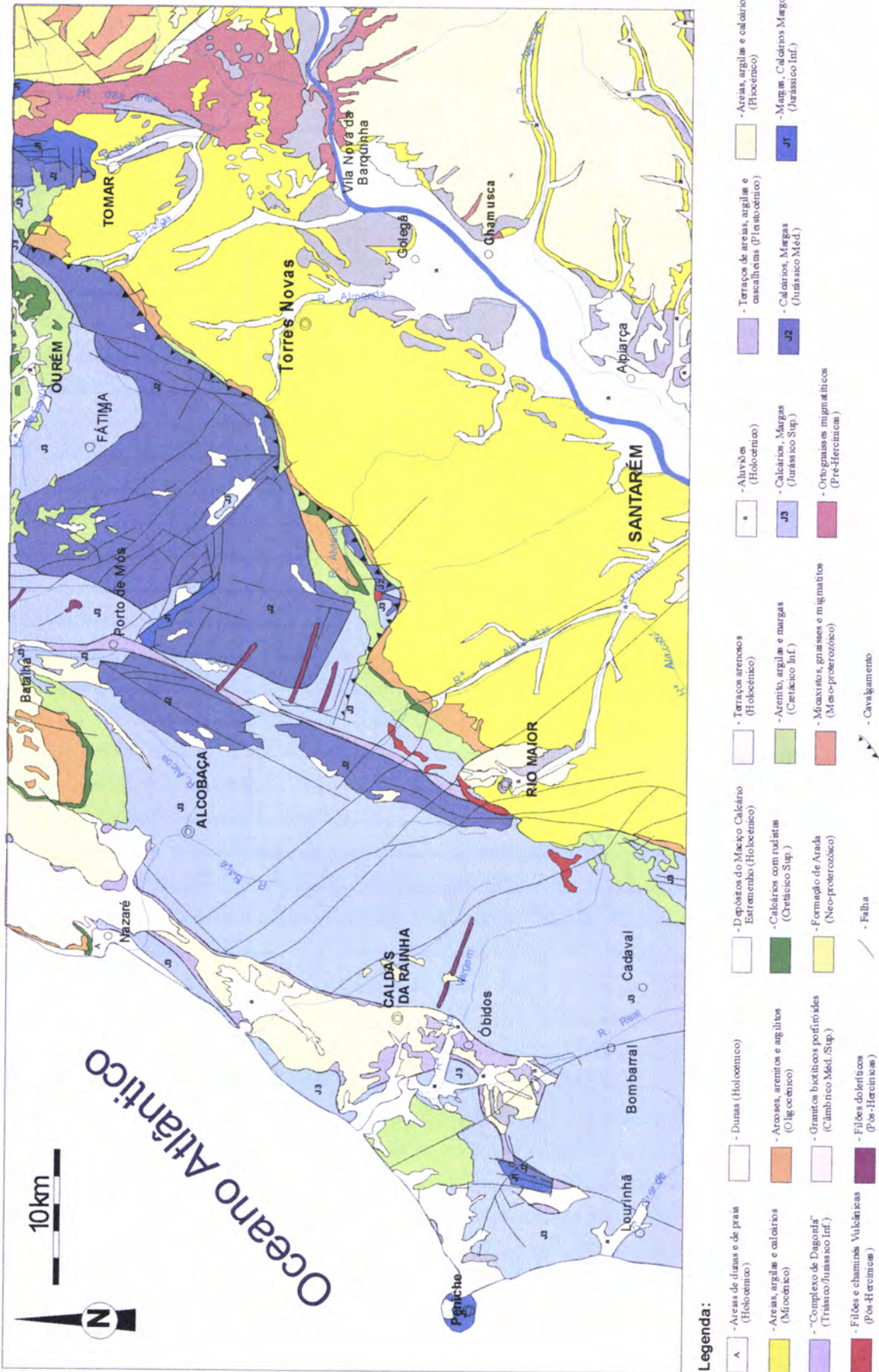


Fig. 3- Carta Geológica simplificada da região Peniche – Torres Novas, baseada na carta geológica de Portugal, na escala 1/500 000.

Objectivos Gerais da Saída de Campo

- Reconhecer aspectos típicos das regiões sedimentares.
- Compreender a génese das rochas sedimentares.
- Conhecer os efeitos das águas correntes no modelado da paisagem.
- Compreender a importância dos dados fornecidos pelas rochas na reconstituição da História da Terra.
- Conhecer as condicionantes da génese dos fósseis.
- Reconhecer aspectos tectónicos da região.
- Relacionar a ocupação antrópica com as características geomorfológicas locais.
- Sensibilizar para a necessidade da preservação de locais de interesse geológico.

DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS PARAGENS

1ª PARAGEM – Miradouro de Moitas Venda

Localização: Moitas Venda

Descrição sumária:

A vista proporciona uma panorâmica sobre a serra de Aire, o limite Este do M.C.E. (Cavalcamento do Arrife) e a Bacia Terciária do Tejo. Na paisagem envolvente podem-se identificar aspectos tectónicos importantes para a especificidade da região (anticlinal das serra de Aire, cavalcamento do Arrife e escarpa de falha de Minde, bem como aspectos característicos da ocupação antrópica. Durante o pequeno percurso pedestre que antecede a chegada ao miradouro, é possível observar não só pequenas falhas e dobras, mas também espaços preenchidos por argila vermelha (“terra rossa”).

Objectivos a atingir:

Conhecer os aspectos gerais da geomorfologia e da tectónica da região.

Identificar, na paisagem, aspectos de ocupação antrópica.

Actividades a realizar:

Observar os aspectos geomorfológicos, tectónicos e antrópicos da paisagem enquadrante.

Registar as principais características das unidades geomorfológicas observadas.

Discussão:

Como se forma a “terra rossa”?

Qual o principal processo que terá estado na origem das escarpas de falha observadas?

2ª PARAGEM – Miradouro do Alto dos Crutos

Localização: estrada Minde – Serra de Santo António

Descrição sumária:

A vista proporciona uma panorâmica sobre a depressão de Mira-Minde. Esta depressão situa-se no fosso tectónico Porto de Mós - Moitas Venda que compartimenta o M.C. E., separando o Planalto de Santo António (onde nos encontramos) do Planalto de S. Mamede e Serra de Aire (a Norte). Como se trata de uma grande depressão inteiramente fechada e enquadrada por acidentes tectónicos - aliado ao seu comportamento hídrico - constitui aquilo a que se chama um *polje*.

Objectivos a atingir:

Conhecer os aspectos gerais da tectónica e da geomorfologia da região.

Compreender a formação de um *polje*.

Actividades a realizar:

Observar a paisagem. Reparar nos aspectos geomorfológicos evidenciados.

Identificar, na paisagem, aspectos de ocupação antrópica.

Discussão:

Qual a origem desta depressão?

Como se explica que esta depressão fique inundada durante largos meses seguidos, nos anos de maior pluviosidade?

Como se explica a existência de uma escarpa tão acentuada num dos seus bordos?

3ª PARAGEM – Mindinho

Localização: Mira d’Aire, estrada N243

Descrição sumária:

Localizada entre as duas grandes depressões de Alvados e de Minde, a pequena depressão do Mindinho pode ser considerada como o efeito de desnivelamento de cunhas criadas na convergência de falhas com a zona de deslocamento principal (Crispim, 1993).

A depressão do Mindinho é parcialmente escavada em rochas margosas e calcomargosas do Jurássico inferior, enquanto que o seu bordo nascente é constituído por calcários do Jurássico médio, que contactam, por falha, com o Jurássico Inferior.

Objectivos a atingir:

Identificar o principal componente do solo que preenche o fundo da depressão.

Conhecer os aspectos gerais da tectónica e da geomorfologia da região

Actividades a realizar:

Observar a paisagem. Reparar nos aspectos geomorfológicos evidenciados.

Identificar, na paisagem, aspectos de ocupação antrópica.

Discussão:

Como se explica a grande ocupação agrícola no interior da depressão?

4ª PARAGEM – Fórnea de Alvados

Localização: Zambujal de Alcaria

Descrição sumária:

Após um agradável percurso pedestre, de cerca de 500 m, ao longo da ribeira da Fórnea, depara-se-nos um enorme anfiteatro de paredes, em forma de funil, formadas por sucessivas camadas de rochas calcárias que chegam a atingir os 200 metros de altura. Próximo da base da Fórnea é possível distinguir, em épocas de maior pluviosidade, exurgências por onde se liberta alguma da água acumulada pelo M.C.E.. A Fórnea de Alvados, certamente a mais espectacular *reculée* existente em Portugal, deve a sua forma à acção de processos fluvio-cársicos facilitados por uma fragmentação tectónica intensa existente neste bordo ocidental da depressão de Alvados. Contudo, para o alargamento da sua forma e para a perfeita regularização das suas vertentes rectilíneas, contribuiu decisivamente o papel conjunto de um outro processo marcado pela actuação do gelo e fusão das neves, aqui presentes durante as glaciações do Quaternário.

Objectivos a atingir:

Identificar vários tipos de sedimentos de origem detrítica.

Actividades a realizar:

Observar os aspectos geomorfológicos da paisagem enquadrante.

Reparar nas escombreyras dos depósitos de vertente.

Discussão:

Como se explica esta formação em forma de *reculée* ?

Que tipo de depósitos se podem observar nesta área?

5ª PARAGEM – Lagoas do Arrimal/Arrabal

Localização: Arrimal

Descrição sumária:

A importância das lagoas do Arrimal para a vida animal tem a ver com o facto de, numa paisagem onde praticamente não existe água à superfície, elas funcionarem como os principais, senão únicos, reservatórios de água acessíveis. Assiste-se então

a uma concentração de inúmeras formas de vida animal, sobretudo na estação quente, destacando-se pela sua abundância a galinha-de-água. (PENA, 1991).

Objectivos a atingir:

Identificar as condições necessárias para a existência de água à superfície numa região de natureza calcária.

Actividades a realizar:

Observar os aspectos geomorfológicos da paisagem enquadrante.

Discussão:

Como se explica este reservatório permanente de água à superfície?

Qual o tipo de modelado cárstico que permitiu a sua formação?

6ª PARAGEM – Pedreira de Vale de Meios

Localização: estrada Barreirinhas - Vale de Mar

Descrição sumária:

Num conjunto de três pedreiras de calçada foram encontradas milhares de pegadas tridáctilas de dinossáurios terópodes de idade jurássica.

Objectivos a atingir:

Conhecer as técnicas de exploração do calcário para a sua utilização na calçada à portuguesa.

Reconhecer os trilhos de pegadas de dinossáurios.

Avaliar a importância científica deste achado paleontológico.

Actividades a realizar:

Observar a demonstração das técnicas de exploração do calcário.

Colocar questões aos exploradores.

Identificar, e observar atentamente, as pegadas de dinossáurios.

Discussão:

Qual o ambiente em que se formaram as pegadas de dinossáurios?

Que importância se pode atribuir a este achado?

7ª PARAGEM - Pé da Pedreira (Pedreiras da Chainça)

Localização: Chainça - Pé da Pedreira

Descrição sumária:

Nas imediações da povoação de Pé da Pedreira, encontra-se o maior núcleo de grandes pedreiras de rocha industrial e de rocha ornamental.

Objectivos a atingir:

Relacionar a importância do calcário como recurso geológico e como fonte geradora de riqueza para a região e para o país.

Avaliar os impactes ambientais causados pela actividade extractiva.

Actividades a realizar:

Observar a paisagem.

Avaliar a dimensão de cada pedreira.

Reparar nos impactes ambientais decorrentes da actividade das pedreiras.

Discussão:

Que utilizações é possível dar à rocha calcária como recurso geológico?

Que tipo de impactes pode ter a actividade extractiva numa área sensível como é a do PNSAC?

8ª PARAGEM - Centro de Ciência Viva do Alviela (Carsoscópio)

Localização: Nascente do Alviela

Descrição sumária:

Visita ao Centro de Ciência Viva, observando as diversas valências do Carsoscópio (Geódromo, Climatógrafo e Quiroptário), bem como ao local onde se situa a nascente do rio Alviela.

Objectivos a atingir:

Conhecer a dinâmica da água no interior do Maciço Calcário Estremenho.

Reconhecer a importância do M.C.E. como uma das maiores reservas de água subterrânea do país.

Actividades a realizar:

Ouvir com atenção as explicações dadas pelo enquadrador da visita e formular questões adequadas.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, F. A. (1992). "Percurso" Publicações Dom Quixote, Lisboa.
- Azeredo, A. C. ; Manupella, G. (1998). "O Jurássico na região de Vale de Ventos (Serra dos Candeeiros)" - Livro-guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia, Lisboa, pp. 27-32.
- Crispim, J. A. (1991). "A importância geológica do Maciço Calcário Estremenho" - resumo da comunicação apresentada nas 1ª Jornadas Ambiente Cársico e Educação Ambiental, Porto de Mós.
- Galopim de Carvalho, A. M. (1999). "Geomonumentos" - Liga dos Amigos de Conímbriga /Museu Nacional de História Natural, Lisboa, 30 p.
- Henriques. P. C. (1990). "Parques e Reservas Naturais de Portugal" - Editorial Verbo, Lisboa.
- Martins, A. F. (1949). "Maciço Calcário Estremenho. Contribuição para um estudo da Geografia Física" - Coimbra, 248 p.
- Pena, A. ; Cabral, J. (1991). "Roteiros da Natureza - Região de Lisboa e Vale do Tejo" – Círculo de Leitores, Lisboa, 142 p.
- Rodrigues, M. L. (1991). "Alguns aspectos geomorfológicos do P.N.S.A.C." - resumo da comunicação apresentada nas 1ª Jornadas Ambiente Cársico e Educação Ambiental, Porto de Mós.

Capítulo 4

Considerações Finais

As visitas de estudo constituem uma prática pedagógica essencial ao processo de ensino e aprendizagem, nomeadamente na área das ciências. Com este tipo de actividade pretende-se consolidar conteúdos teóricos leccionados nas aulas, adquirir saberes e desenvolver competências associadas ao trabalho de campo. Cabe, por isso, aos professores proporcionar este tipo de saídas que, inseridas no âmbito dos diferentes *curricula* de carácter geológico, podem funcionar como mais valia, no sentido em que motivam os alunos para o estudo da geologia, promovendo o sucesso nas disciplinas desta área.

Por outro lado, sem a preparação e a motivação dos professores, dificilmente se concretizam saídas de campo que sejam minimamente interessantes para os alunos e os ajudem a desenvolver a curiosidade pelo estudo deste domínio científico.

Os materiais produzidos neste trabalho, fichas descritivas e propostas de roteiros, destinam-se, essencialmente, aos docentes da área das ciências geológicas dos ensinos básico e secundário, pretendendo simplificar o processo de preparação das visitas de estudo de carácter geológico. Não faria sentido que estes materiais se limitassem a um papel estático pelo que poderão e deverão ser utilizados, manipulados e completados de acordo com as exigências e preferências dos docentes na preparação das suas visitas de estudo.

Como qualquer trabalho deste âmbito, o presente não estará, obviamente, completo, podendo, por isso, vir a ser reformulado e complementado com o tratamento de outros aspectos, nomeadamente com a escolha de novos locais de interesse geológico, com a constituição de pequenas colecções de amostras de mão dos principais tipos litológicos aflorantes na região e que seriam disponibilizadas às escolas pertencentes à área geográfica incluída neste trabalho. Seria também interessante e desejável completar este trabalho com a realização de um projecto similar a este, mas na área da Biologia, uma vez que as duas áreas disciplinares, Biologia e Geologia, estão intimamente relacionadas e interdependentes, quer na natureza concreta desta região, que se revela também bastante rica em locais de evidente interesse biológico, quer nos próprios curricula dos ensinos básico e secundário. A inclusão de aspectos de carácter geológico, biológico e químico nos roteiros para visitas de estudo seria, indubitavelmente, um ponto fundamental para o fomento ou ampliação, nas escolas, nos professores e nos alunos de uma noção de interdisciplinaridade, que é desejável, contribuindo assim para uma formação mais completa, enriquecedora e integrada dos nossos alunos.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, A. (1998). *Visitas de estudo – concepções e eficácia na aprendizagem*. Livros Horizonte. Lisboa.
- Almeida, C.; Mendonça, J. J. L.; Jesus, M. R.; Gomes, A. J. (2000). *Sistemas aquíferos de Portugal Continental*. Instituto da água.
- Almeida, F.; Mira, J.; Duarte, M. (2005) - *Guia Recuperação de Áreas Degradadas, Parque Natural das Serras de Aire de Candeeiros, Instituto de Conservação da Natureza*
- Alves, T. M.; Gawthorpe, R. L.; Hunt, D. W.; Monteiro, J. H. (2003). Post-Jurassic tectono-sedimentary evolution of the Northern Lusitanian Basin (Western Iberian margin). *Basin Research* 15, 227-249.
- Amador, F.; Silva, C.P.; Baptista, J.F.P.; Valente, R.A.; Mendes, A.; Rebelo, D.; Pinheiro, E. (2001). *Programa de Biologia e Geologia, 10º ou 11º anos, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.
- Araújo, M.A. (2000). Depósitos continentais e marinhos na plataforma litoral da região do Porto. Importância da tectónica na sua organização espacial. *Ciências da Terra (UNL)*, nº14. Lisboa, pp.111-112.
- Arneiro, C.M.R. (2005). *O Diapiro das Caldas da Rainha no Contexto da Educação Ambiental*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Cartografia Geológica. Universidade de Évora, 109p.
- Azerêdo, A.C. (1993). *Jurássico Médio do Maciço Calcário Estremenho (Bacia Lusitânica): análise de fácies, micropaleontologia, paleogeografia*. Tese de Doutoramento. Departamento de Geologia da Fac. de Ciências de Lisboa, 366p.
- Azerêdo, A.C.; Crispim, J. A. (1999). Principais locais de interesse geológico do Maciço Calcário Estremenho, I Seminário sobre Património Geológico Português, Livro de Resumos, IGM, pp 112-120.

- Barbosa, B. (1995). Alostratigrafia e litostratigrafia das unidades continentais da Bacia Terciária do Baixo Tejo – sua relação com o eustatismo e a tectónica. Tese de doutoramento, universidade de Lisboa, 253p.
- Cabral, J.; Ribeiro, A. (1988). Carta Neotectónica de Portugal Continental, na escala de 1:1000000. 1ª edição, INETI.
- Cabral, J. (1995). Neotectónica em Portugal continental. Dissertação de Doutoramento. Memória nº 31 do Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 265p.
- Callapez, P. (1997). Geologia de Portugal – Elaboração de Roteiros Geológicos. Departamento de Ciências da Terra da F.C.T.U.C., Coimbra.
- Carvalho, A. F. (2002). O Neolítico antigo no Arrife da Serra d’Aire. Um *case-study* da neolitização da Média e Alta Estremadura.
- Costa, J. B. (1979). *Estudo e classificação das rochas por exame macroscópico*. 5ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Cunha, P. P. (1992). Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central, a leste de Coimbra. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 262p.
- Curtis, M.L. (1993). The structural and kinematic evolution of na upper crustal transpression zone: the Lusitanian Basin, Portugal. *Ph. D. thesis*. Department of Geology Scienses. University of Durham, 265p.
- Crispim, J. A. (1993). Algumas considerações sobre a estrutura geológica dos poljes de Alvados e Minde (Estremadura – Portugal). Algar, Boletim da Sociedade Portuguesa de Espeleologia, 4: 13-16.
- Crispim, J. A. (1995). Dinâmica cársica e implicações ambientais nas depressões de Alvados e Minde. Dissertação de doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 394p.
- Dias, R. (2007). Evolução; Portugal de antes da História. Colecção uma terra várias visões; vol. 1. Associação Centro Ciência Viva de Estremoz.
- Duque, L.C.; Elizaga, E.; Vidal Romani, J.R. (1983). Puntos de interés geológico de Galicia. Servicio Publicaciones IGME. 103p.
- Elizaga Muñoz, E. (1988). Georrecursos Culturales. Geologia ambiental, I.T.G.E. Madrid. pp 85-100.

- Estrela, E.; Soares, M. A.; Leitão, M. J. (2006). *Saber escrever uma tese e outros textos*. 2ª edição. Edições Dom Quixote, Lisboa.
- Ferreira, A.B.; Rodrigues, M.L.; Zêzere, J.L. (1988). Problemas da evolução geomorfológica do Maciço Calcário Estremenho. *Finisterra*, XXII, 45, Lisboa, pp.5-28.
- Filomena, A.; Silva, M. (2004). Programa de Geologia, 12º ano, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Ministério da Educação. Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Fonseca, A.; Tinoco, L.; Rodrigues, N.; Landeiro, O. (2007) . Caracterização Morfoestrutural da Depressão da Mendiga. Simpósio Ibero-americano sobre Património Geológico, Arqueológico e Mineiro em Regiões Cársicas, Batalha.
- Galopim de Carvalho, A. M. (2002). *Introdução ao estudo do magmatismo e das rochas magmáticas*. Âncora Editora, Lisboa.
- Galopim de Carvalho, A. M. (2005). *Geologia Sedimentar Vol. II – Sedimentologia*. Âncora Editora, Lisboa.
- Galopim de Carvalho, A. M. (2007). *Como bola colorida*. A Terra, Património da Humanidade. Âncora Editora, Lisboa.
- Galvão, C.; Neves, A.; Freire, A.M.; Santos, M.C.; Vilela, M.C.; Oliveira, M.T.; Pereira, M. (2001) Orientações curriculares do ensino básico, 3º ciclo, Ciências Físicas e Naturais. Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Gonçalves, F.; Zbyszewski, G.; Carvalhosa, A.; Coelho, A.P. (1979). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000, Notícia explicativa da folha 27-D - Abrantes. Direcção-Geral de Geologia e Minas. Serviços Geológicos de Portugal, 75 p.
- Gonçalves, F. (1998). *Apontamentos de Geologia de Portugal*. Departamento de Geociências da Universidade de Évora. Évora.
- Leinfelder, R.; Wilson, R.C.L. (1989). Seismic and sedimentologic features of Oxfordian – Kimmeridgian syn-rift sediments on the eastern margin of the Lusitanian Basin. *Geologische Rundschau*, 78(1), pp 81-104.

- LNEG (2009). Dia Europeu dos Recursos Minerais – 15 de Maio. Geodiversidade, Biodiversidade e Pedreiras no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros. <http://e-geo.ineti.pt/eventos/emd2009/guião.pdf>. Consultado em 22 de Fevereiro de 2010.
- Lopes, L. M.; Crispim, J. A.; Henriques, J. M. (2007). Traçagem da circulação subterrânea entre a depressão do mindinho e o polje de minde (mira de aire, porto de mós). Simpósio Ibero-Americano sobre património geológico, arqueológico e mineiro em regiões cársticas. Batalha.
- Manupella, G.; Barbosa, B.; Azerêdo, A.C.; Carvalho, J.; Crispim, J.; Machado, S.; Sampaio, J.(2006). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000, Notícia explicativa da folha 27-C - Torres Novas. Inst. Geol. e Mineiro, 79 p.
- Manupella, G.; Antunes, M.T.; Almeida, C.; Azerêdo, A.C.; Barbosa, B.; Cardoso, J.L.; Crispim, J.; Duarte, L.V.; Henriques, M.H.; Martins, L.; Ramalho, M.; Santos, V.; Terrinha, P. (2000). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000, Notícia explicativa da folha 27-A – Vila Nova de Ourém. Inst. Geol. e Mineiro, 156 p.
- Manupella, G.; Balacó Moreira, J. C.; Graça e Costa, J. R.; Crispim, J. A. (1985). Calcários e Dolomitos do Maciço Calcário Estremenho. Estudos, Notas e Trabalhos, DGGM, T. 27, pp. 3-48.
- Martins, A. F. (1949). *Maciço calcário estremenho, contribuição para um estudo de geografia física*. Coimbra.
- Mendes, A.; Rebelo, D.; Pinheiro, E.; Amador, F.; Silva, C.P.; Baptista, J.F.P.; Valente, R.A.; Cunha, J.A.M. (2003). Programa de Biologia e Geologia, 11º ou 12º anos, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário.
- Mendonça, J. L.; Cabral, J. (2003). Identificação de falhas na Bacia Cenozóica do Tejo através de técnicas de investigação hidrogeológica". *Comum. Insituto Geológico e Mineiro*.
- Mendonça, J. L.; Medeiros, A. L. C.; Azevedo, J.C.C. (2004) . Considerações sobre a hidrogeoquímica do sistema aquífero terciário Tejo-Sado na região central da bacia do baixo Tejo. 7º Congresso da água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.
- Monteiro, M. (1995). *Intercâmbios e visitas de estudo*. Novas Metodologias em Educação, pp.171-196. Porto Editora.

- Mouterde, R.; Rocha, R. B.; Ruget, C.; Tintant, H. (1979). *Faciès, biostratigraphie et paléogéographie du Jurassique portugais*; Ciências da Terra (UNL), nº 5, Lisboa, pp 29-52.
- Oliveira, J. T.; Pereira, E.; Ramalho, M.M.; Antunes, M.T.; Monteiro, J.H. (1992). *Carta geológica de Portugal, na escala 1: 500 000. 5ª edição, Direcção Geral de Geologia e Minas.*
- Pena dos Reis, R. (2002). *Evolução Geológica da Bacia Lusitânica*. Universidade de Coimbra. Departamento de Ciências da Terra. <http://www.dct.uc.pt/ect/2003ResCursoAPGp5-9.pdf>. Consultado em 20/10/2009.
- Praia, J.; Marques, L. (1998). *O trabalho laboratorial em Geociências: orientações didácticas*. Comunicar Ciência nº1. Ministério da Educação, Lisboa.
- Kullberg, J. C. (2000). *Evolução Tectónica Mesozóica da Bacia Lisitaniana*. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Geologia. Universidade Nova de Lisboa.
- Kullberg, J. C., Rocha, R. B., Soares, A. F., Rey, J., Terrinha, P., Callapez, P., Martins L. (2006). *A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica*. In *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria* (R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha & J. C. Kullberg, Eds.). Univ. Évora, pp. 317-368.
- Ribeiro, A.; Antunes, M.T.; Ferreira, M.P.; Rocha, R.B.; Soares, A.F.; Zbyszewski, G.; Moitinho de Almeida, F.; Carvalho, D.; Monteiro, D. (1979). *Introduction à la Géologie Générale du Portugal*. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa, 114p.
- Ribeiro, A.; Silva, J. B.; Cabral, J.; Dias, R.; Fonseca, P.; Kullberg, M. C.; Terrinha, P.; Kullberg, J. C., (1996). *Tectonics of the Lusitanian Basin*. Final Report, Proj. MILUPOBAS, Contract no JOU-CT94-0348, ICTE/GG/GeoFCUL. Lisboa, 126 p.
- Ribeiro, A. (2006). *A Evolução Geodinâmica de Portugal*. VII Congresso Nacional de Geologia, Évora.
- Rey, J.; Dinis, J.L.; Callapez, P.; Cunha, P.P. (2006). *Da rotura continental à margem passiva. Composição e evolução do Cretácico de Portugal*. Cadernos de Geologia de Portugal. INETI. Lisboa.
- Rocha, R. B.; Soares, A. F. (1984). *Algumas reflexões sobre a sedimentação jurássica na orla meso-cenozóica ocidental de Portugal*. Mem. Notícias 97, 133-142, Coimbra.

- Rodrigues, M. L. E. (1989). A Fórnea de Alvados, património paisagístico e geomorfológico (P.N.S.A.C. - Maciço Calcário Estremenho). Comunicações do II Congresso de Áreas Protegidas, Fundação Calouste Gulbenkian : 115-121.
- Rodrigues, M. L. E. (1991). Alguns aspectos da geomorfologia do P.N.S.A.C.. 1^{as} Jornadas de Ambiente Cárstico e Educação Ambiental, Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, Porto de Mós.
- Rodrigues, M. L. E. (1991). Depósitos e Evolução Quaternária das Vertentes nas Depressões de Minde e Alvados. Finisterra, XXVI, 51, Lisboa, p. 5-26.
- Santos, C., Cardeira, C. M. J.; Feteiro, A. J. A.; Louro, D. C.; Moreira, A. R. C.; Neto, J. C. A.; Santos, I. L. (2009). As salinas de Rio Maior – Do presente ao passado. Instituto Educativo do Juncal.
- Santos, V. F. (2008). Pegadas de Dinossáurios de Portugal. Universidade de Lisboa. Museu de História Natural. Lisboa, 124p.
- Soares da Silva, A. M. (1983). Carta litológica. Notícia explicativa I.13. Comissão Nacional do Ambiente. Lisboa.
- Simões, M. M. M. (1998). Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do Cenozóico na Bacia do Baixo Tejo. Dissertação para a obtenção do grau de doutor em Geologia, na especialidade de Hidrogeologia. Universidade Nova de Lisboa. 270p.
- Teixeira, C. (1981). *Geologia de Portugal*. Vol. I – Precâmbrico, Paleozóico. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- Terrinha, P.; Ribeiro, A.; Kulbberg, M.C.; Kulbberg, J.C.; Rocha, R. (1998). Lower Jurassic to lowermost Cretaceous compressive episodes as the cause of early transient basin inversion episodes in the Algarve and Lusitanian Basins. Actas do V Congresso Nacional de Geologia. Comun. Inst. Geol. Min., t 84, fasc. 1 : D-49/D-52.
- Zbyszewski, G. (1959). Etude structurale de la vallee typhonique de Caldas da Rainha (Portugal). Mem. Serv. Geol. Portugal 3, Lisboa, 184 p.
- Zbyszewski, G.; Almeida, F.M. (1960). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000, Notícia explicativa da folha 26-D – Caldas da Rainha. Publ. dos Serv. Geol. de Portugal, Lisboa, 56p.

Zbyszewski, G. (1961). Jazida de sal-gema de Fonte da Bica (Rio Maior). Comunicações do Serv. Geol. Port., D.G.G.M., t. XLV: 223-236.

APÊNDICES

APÊNDICE I

(Rochas da Região)

Exemplos de rochas aflorantes na região em estudo (Peniche – Torres Novas)

→ TRIÁSSICO-JURÁSSICO INFERIOR

1- *Margas de D'agorda com calcários intercalados*

Origem: Porto-de-mós (Valbom)

Descrição: Calcário de cor cinzento-esverdeada, apresentando um bandado com material pelítico de cor avermelhada. Bandas paralelas à estratificação.



Foto 1- Amostra de mão de Margas de D'Agorda

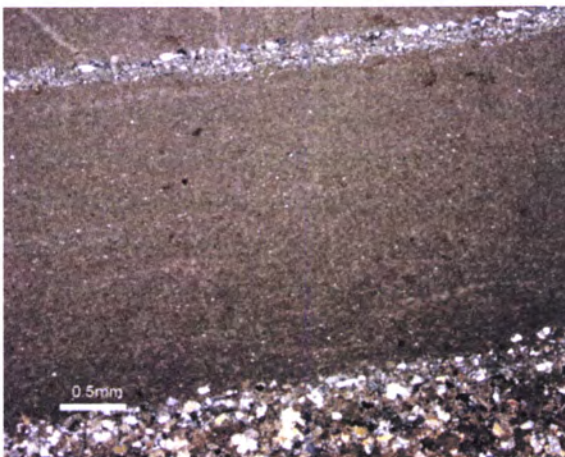
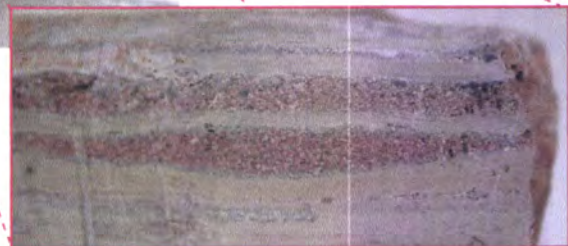


Foto 2- Microfotografia de amostra de Marga de D'Agorda, obtida com Nicóis cruzados, evidenciando alternância sedimentar

→ JURÁSSICO (Jurássico Superior- J3)

2- Calcário

Origem: Porto-de-mós

Descrição: Calcário compacto de cor cinzenta . Em observação microscópica é possível verificar a existência de algum conteúdo fossilífero, nomeadamente Lamelibrânquios e também inclusões de grafite.



Foto 3- Amostra de mão de calcário do Jurássico Superior

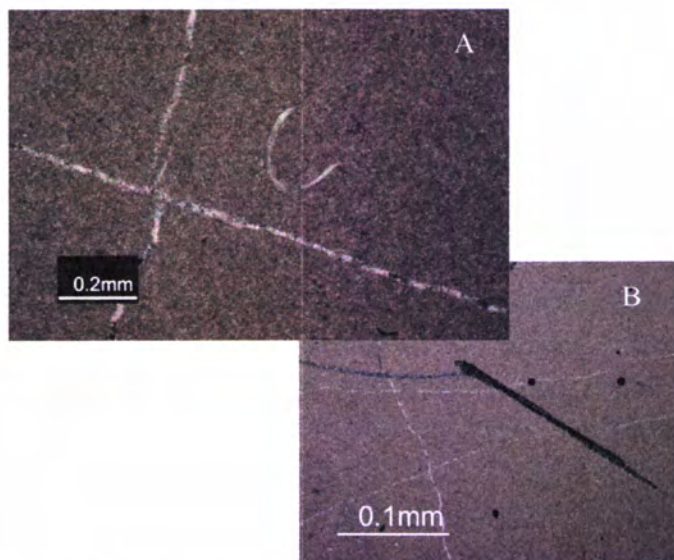


Foto 4- Microfotografias, com nicóis cruzados evidenciando registo fóssil - concha de lamelibrânquio (A) e grafite (B) .

3- Calcário (Jurássico Superior – J3)

Origem: Pedreira abandonada a 1,5 Km Norte de Alqueidão da Serra

Descrição: Calcário compacto de cor cinzenta. Apresenta estruturas ovais preenchidas por calcite cristalizada. Em observação microscópica é visível um elevado conteúdo fossilífero, nomeadamente foraminíferos, gastrópodes e espículas de espongiários.

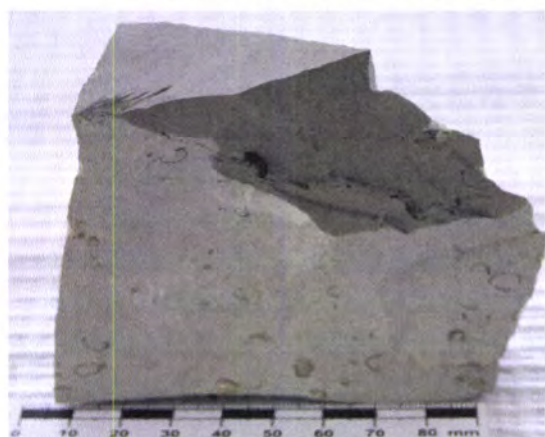


Foto 5- Amostra de mão de calcário do Jurássico Superior

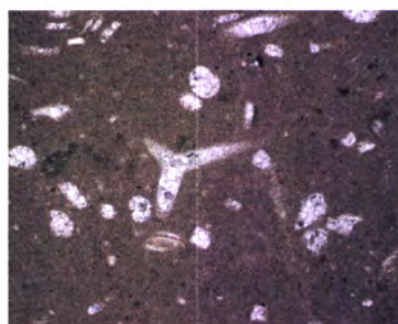


Foto 6- Aspecto microscópico, obtido com nicóis cruzados, evidenciando espículas de Espongiários (Sem escala)

4- Arenito (Jurássico Superior)

Origem: Batalha (antenas)

Descrição: Arenito fino, bem calibrado. Cimento silicioso. Fração detritica composta por quartzo, algum feldspato, biotite e moscovite.



Foto 7- Amostra de mão de Arenito do Jurássico Superior

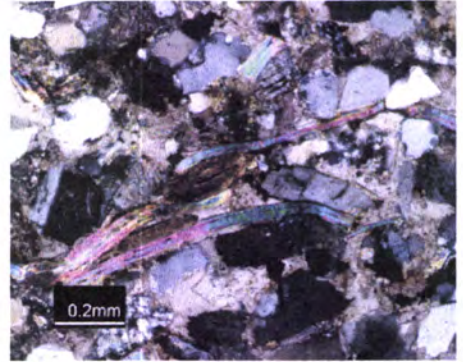


Foto 8- Aspecto microscópico, obtido com nicóis cruzados, evidenciando a presença de moscovite

→ CRETÁCICO

5- Calcário (Cretácico Inferior)

Origem: Canal – Amiais de Baixo

Descrição: Calcário compacto de cor clara (creme). A observação microscópica revela um elevado conteúdo em microfósseis, desde bivalves, gastrópodes, corais, até foraminíferos.



Foto 9- Amostra de mão de calcário do Cretácico Inferior

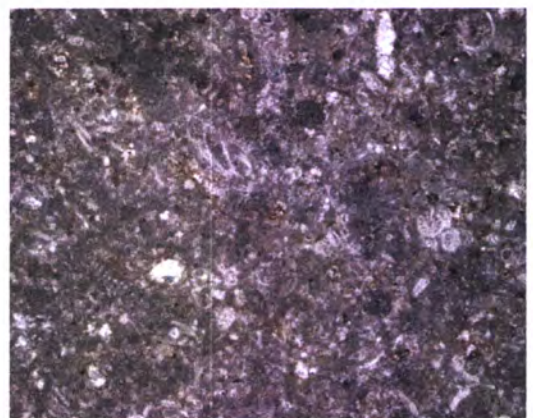


Foto 10- Observação microscópica, sem escala, com nicóis cruzados, pondo em evidenciando fósseis de foraminíferos, corais e gastrópodes

6- *Calcário margoso* (Cretácico Inferior)

Origem: Canal – Amiais de Baixo

Descrição: Calcário margoso de cor clara (creme). Através de observação microscópica é possível constatar da existência de conteúdo fossilífero, nomeadamente gastrópodes, braquiópodes e possivelmente algas.



Foto 11- Amostra de mão de calcário margoso do Cretácico Inferior

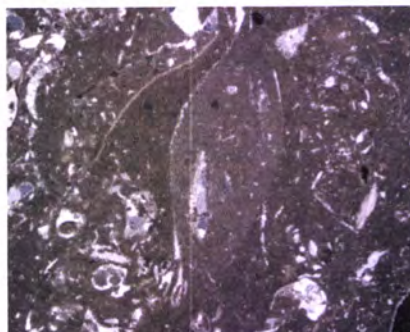


Foto 12- Observação microscópica, sem escala, com nicóis cruzados, de braquiópodes e gastrópodes

7- *Arenito grosseiro* (Cretácico Inferior)

Origem: Amiais

Descrição: Arenito bastante heterogêneo, com frações de arenito fino até grosseiro, cimento silicioso de cor clara, clastos quase sempre fragmentos de quartzo, mal rolados, angulosos com dimensões diferentes.



Foto 13- Amostra de mão de arenito do Cretácico Inferior

8- Calcário com Rudistas (Cretácico Superior)

Origem: Monsanto

Descrição: calcários de cor clara, compactos e rijos sendo visíveis fósseis de Bivalves Rudistas.



Foto 14- Amostra de Calcário com Rudistas do Cretácico Superior

→ PALEOGÉNICO

9- Grés de Monsanto (Oligocénico)

Origem: Monsanto (Valverde)

Descrição: Arenito fino cimento silicioso fragmentos de quartzo mal rolados – angulosos. Por vezes ocorrem cristais de grafite.



Foto 15- Amostra de mão de Grés de Monsanto Oligocénico

→ MIOCÉNICO

10- Calcário de Santarém e Almoester (Miocénico)

Origem: S. Pedro – Alcanena

Descrição: Calcário margoso, por vezes arenoso, por vezes conglomerático



Foto 16- Amostra de mão de calcário conglomerático do Miocénico

11- Dolerito

Origem: Alqueidão da Serra

Descrição: Textura microfanerítica Melanocrata

Composição mineralógica: Piroxenas; Plagioclases e, esporadicamente Olivinas



Foto 17- Amostra de mão de Dolerito

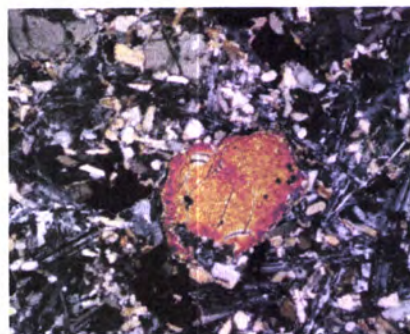


Foto 18- Observação microscópica, sem escala, com nicóis cruzados, de dolerito, evidenciando o mineral olivina

APÊNDICE II

(Glossário)

Glossário

Algar	Cavidade natural de desenvolvimento predominantemente, vertical, através dos quais as águas de escorrência superficial se perdem, passando a escorrer em profundidade. À superfície o seu diâmetro varia de alguns decímetros a 1 ou 2 metros.
Aluvião	Sedimento formado por argila, limo, areia, cascalho ou material detrítico afim, depositado por águas correntes.
Antepaís	Maciço rígido situado aquém da zona de enrugamento, em relação ao impulso orogénico.
Anticlinal	Dobra em que o núcleo é ocupado pelas camadas mais antigas.
Arriba	Costa marinha alta e alcantilada.
Autóctone	Designativo de material litológico formado ou existente no local em que é encontrado.
Calcários oolíticos	Calcários formados por pequenos grãos arredondados com diâmetros inferiores da 2 mm (oolitos). Resultam da precipitação de camadas concêntricas de CaCO ₃ em torno de um núcleo. Formam-se em ambientes de elevada energia hidrodinâmica, sujeitos a correntes de vai-vem, como a zona intertidal.
Bacia sedimentar	Área geográfica que exhibe uma depressão decorrente da subsidência do terreno e que recebe os sedimentos provenientes das áreas envolventes
Calcários Bioclásticos	Calcários que apresentam uma componente detrítica (clastos) de origem biológica(ex: conchas)
Calcários Calciclásticos	Calcários que apresentam uma componente detrítica (clastos) carbonatada.
Cársico	Forma de relevo característica das regiões calcárias e que experimenta a acção mecânica das águas, tanto subterrâneas com de superfície.
Cavalgamento	Falha inversa de baixo ângulo e com mergulho inferior a 15°, provocando a sobreposição de rochas mais antigas sobre rochas mais recentes.
Diapiro	Corpo de massa rochosa, que ascende na litosfera ou na astenosfera por ser menos densa (sal, lama entre outras) do que as encaixantes.
Discordância	Quebra ou interrupção numa sequência de camadas rochosas.
Disjunção esferoidal	Fracturação em espessas lajes arqueadas, definidas por fracturas de descamação
Dolerito	Rocha filoniana de composição equivalente à do gabro ou do basalto.
Dolina	Depressão no solo característica de relevos cárnicos, formada pela dissolução química de rochas calcárias abaixo da superfície. Geralmente possuem formato aproximadamente circular e são mais largas que profundas
Dolomito	Rocha organogénica sedimentar constituída por dolomite (carbonato duplo de cálcio e magnésio [CaMg(CO ₃) ₂]), calcite, com vestígios de argila, quartzo, pirite e marcassite. Ocorre fundamentalmente nos recifes de corais e algas e está quase sempre associado e às vezes interstratificado com o calcário. A cor é variável, desde o branco ao cinzento escuro.
Endocarso	Conjunto de cavidades subterrâneas existentes numa região calcária. Ex: grutas
Escarpa de falha	Forma de relevo sobre-elevado em relação à zona adjacente, ao longo de uma linha de falha, resultante do seu movimento vertical.
Evaporitos	Rochas quimiogénicas constituídas por agregados minerais resultantes da precipitação de sais devido à evaporação da água que os contém, Exemplo: Sal-gema.

Exocarso	Formas de relevo que se desenvolvem na superfície de uma região cársica. Ex: lapiás, dolinas.
Exurgência	Designação de uma nascente cujas águas provêm de águas subterrâneas das regiões cársicas. Estas águas circulam através de condutas subterrâneas no interior dos maciços calcários sem que antes tenham tido um processo subaéreo.
Fácies	Termo geral para indicar o aspecto da rocha e, assim, caracterizar um tipo ou grupo de rochas em estudo. Também é usado para dar conotação ao tipo de ambiente onde se forma, se formou ou se transformou a rocha.
Falha	Superfície de fractura de rochas em que ocorre deslocamento relativo entre os dois blocos de um lado e de outro desta superfície que, muitas vezes, é plana.
Graben	Depressão ou fosso originado pelo movimento de falhas que a limitam.
Haloquinese	Conjunto de deformações tectónicas relacionadas com a plasticidade das grandes massas de rochas salinas localizadas no seio das sequências afectadas. Também designada por Tectónica Salina ou halocinese.
Hercínico	Relativo ao ciclo orogénico que decorreu entre os finais do Devónico e o Carbonífero. Também designado por ciclo Varisco.
Horst	Bloco relativamente elevado entre falhas normais com forte ângulo de mergulho.
Lacuna	O mesmo que hiato, Intervalo de tempo referente a uma descontinuidade de sedimentação por não ter existido deposição e/ou por erosão de camadas já depositadas.
Lapiás	Modelado superficial característico de zonas calcárias em que a rocha se apresenta esculpida por sulcos e cavidades interligados, resultantes da dissolução diferenciada nos calcários.
Linhito	Tipo de carvão que apresenta na sua constituição um teor de carbono próximo dos 70%. Pelo facto de possuir um elevado teor de água, o seu poder combustível é fraco. Carvão recente, pouco evoluído.
Maciço Hespérico	Unidade geomorfológica das mais antigas da Península Ibérica, correspondendo a uma antiga cordilheira formada após a colisão da Laurásia com Gondwana durante o pré-câmbrico.
Obducção	Ocorre quando uma porção de crosta oceânica ou de rochas do manto é arrastada para cima de crosta continental, num limite de placas convergente, ao contrário do que ocorre no processo de subducção.
Ofiolíticas	Relativas a uma sequência rochosa típica da crosta oceânica. Os ofiolitos ocorrem à superfície por acção dos processos tectónicos de obducção, podendo ser encontrados afloramentos ofiolíticos a grandes altitudes, fazendo parte de cadeias montanhosas.
Oólito	Grão redondo do tamanho de areia (0,25 a 2mm), formado por precipitação química inorgânica em sedimentos de águas agitadas e com pouca deposição de material clástico. Constituído por carbonato ou sílica, precipita geralmente em camadas concêntricas em torno de um núcleo de quartzo ou de um fragmento de concha. Quando atinge dimensões de 0.5 a 1 cm designa-se pisólito.
Orogénico	Relativo ao processo de formação de montanhas
Pia	Cavidades circulares, pouco profundas, de fundo convexo ou plano, formado por alteração química das rochas ao longo de rede de fracturas.
Pelitos	Rocha detrítica cujos componentes principais são da fração argilosa e do silte e que se originam pela litificação de lamas.
Polje	Extensa depressão aplanada resultante de grandes abatimentos de origem, em geral, tectónica.
Rampa monoclinal	Estrutura geológica em que os todos os seus estratos estão inclinados na mesma



Rede hidrográfica	Conjunto formado por um rio principal e por todos os cursos de água tributários, ou seja, que directa ou indirectamente debitam as suas águas nesse rio.
Regressão	Recuo ou diminuição da área de sedimentação de uma bacia geológica para áreas mais internas, expondo, marginalmente, camadas já depositadas que ficam sujeitas aos processos erosivos sub-aéreos. A regressão resulta do recuo do mar devido a movimentos eustáticos negativos (durante períodos glaciais) ou a soerguimento da crosta por movimento isostático positivo.
Reológico	Relativo ao comportamento mecânico dos corpos que sofrem uma deformação ou um escoamento devido à acção de uma tensão de cisalhamento.
Rift	Estrutura correspondente a um vale ou depressão alongada, desenvolvida por tectónica extensiva e responsável pela formação de nova crosta oceânica.
Rifting	Processo de formação de Rift.
Setentrional	Qualificação que abrange tudo o que se refere a norte ou boreal.
Sinclinal	Dobra em que o núcleo é ocupado pelas camadas mais recentes
Subsidência	Fenómeno geológico que ocorre nas bacias sedimentares, provocando o afundimento da crosta pela deposição e acumulação de grandes quantidades de sedimentos.
Terra rossa	Material formado essencialmente por argila, sílica e óxidos de ferro de cor vermelha que fica como resíduo após a reacção do carbonato de cálcio dos calcários com águas gasocarbónicas, produzindo hidrogenocarbonato de cálcio solúvel.
Transgressão	Transgressão é o avanço da área de sedimentação de uma bacia geológica sobre as terras anteriormente expostas, como ocorre quando o nível do mar sobe, transgredindo sobre áreas continentais. A transgressão resulta da elevação do nível base de erosão, seja por movimento eustático positivo, seja por subsidência da bacia de sedimentação.
Uvala	As uvalas resultam da coalescência de duas ou mais dolinas
Vale tifónico	Um vale tifónico é um vale associado a uma estrutura diapírica. São vales formados pela erosão diferencial entre os bordos, normalmente constituídos por rochas resistentes à erosão, e o seu núcleo, normalmente constituído por rochas friáveis ou facilmente solúveis.
Variações eustáticas	Variações do nível dos oceanos devido a causas tectónicas ou meteorológicas.
Varisco	Relativo ao ciclo orogénico que decorreu entre os finais do Devónico e o Carbonífero. Também designado por ciclo Hercínico.
Xistosidade	Elemento estrutural da rocha, evidenciado pela existência de planos paralelos (<u>foliação</u>) resultantes da existência de uma forte recristalização dos minerais que a constituem. Como resultado a rocha divide-se em finas lâminas paralelas.