



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

**RECURSOS PARA O ENSINO DA GEOLOGIA NO
ALGARVE OCIDENTAL**

**CONTRIBUIÇÃO PARA A DIVULGAÇÃO E DEFESA DO
PATRIMÓNIO GEOLÓGICO DO ALGARVE**

Marília Andrez Silva

MESTRADO EM CIÊNCIAS DA TERRA

Janeiro, 2012



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra**

RECURSOS PARA O ENSINO DA GEOLOGIA NO ALGARVE OCIDENTAL

**CONTRIBUIÇÃO PARA A DIVULGAÇÃO E DEFESA DO
PATRIMÓNIO GEOLÓGICO DO ALGARVE**

Marília Andrez Silva

MESTRADO EM CIÊNCIAS DA TERRA

Orientadores científicos

Professora Doutora Celeste Romualdo Gomes, Faculdade de Ciências e Tecnologias da
Universidade de Coimbra

Professor Doutor Paulo Manuel Carvalho Fernandes, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade do Algarve

Janeiro, 2012

AGRADECIMENTOS

Aos meus Orientadores, Professora Doutora Celeste Gomes e Professor Doutor Paulo Fernandes, que se mostraram sempre disponíveis para apoiar, aconselhar e ensinar durante o período de elaboração deste trabalho, um muito obrigada.

Muito grata lhes estou por tudo isso e ainda pela confiança, pelos conhecimentos que me transmitiram e pelo incentivo das suas oportunas e sábias opiniões críticas.

O caminho trilhado em cada momento de dedicação a este projecto, foi feito a par de amigos e família a quem gostaria, igualmente, de expressar a minha gratidão por, generosamente, me terem dedicado algum do seu tempo e me acompanharem em diversas fases do desenvolvimento deste trabalho. Em especial ao meu Pai, pelo apoio na revisão do texto; ao meu irmão pela prontidão com que se dispôs a tratar de assuntos dos serviços académicos; ao meu primo José, por me acompanhar durante os meus trabalhos de reconhecimento geológico na praia da Murração e na praia do Amado; à Rita, ao Gonçalo e ao Tiago pelo encorajamento e valiosas discussões sobre diversos temas de ciência.

Aos meus pais, família e amigos pela compreensão com que lidaram com o tempo em que ficaram privados da minha companhia.

E a todos quantos contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, aqui deixo os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

O presente trabalho divulga o potencial científico e didático de três diferentes ambientes geológicos e tectónicos de reconhecido valor, na região do Algarve Ocidental. O objectivo é a sua aplicação em trabalho de campo, para alunos do ensino secundário, como estratégia de ensino e aprendizagem de temas integrantes dos programas das disciplinas da componente de Geologia deste nível de ensino. É pela rica geodiversidade das praias da Murração e do Amado, ambas na Costa Vicentina, e do Maciço Sienítico de Monchique que é valorizado o património geológico aliando a sua utilização com fins didáticos à sensibilização para atitudes sustentáveis a favor da preservação do património natural. A temática desta dissertação assenta na evolução geodinâmica da Placa Ibérica no final do Paleozóico e no Mesozóico à luz das interpretações que são feitas nos afloramentos estudados em cada um dos Locais de Interesse Geológico (LIG's). As paisagens da praia da Murração são dominadas por unidades do Paleozóico. Estes afloramentos, de reconhecido interesse tectonoestratigráfico, escondem um património fossilífero quase único em todo o Algarve, principalmente de goniatites. Na praia do Amado os estratos do início do Mesozóico, apresentam boas condições de interpretação paleoambiental e da geodinâmica associada à abertura do Atlântico Norte. Por fim, reconhece-se o ambiente ligado à intrusão do Maciço Sienítico de Monchique, de natureza marcadamente alcalina, cuja instalação aconteceu no final do período Cretácico. O docente do Ensino Secundário encontra nesta dissertação, os seguintes recursos didáticos: os principais conceitos da Tectónica de Placas, Estratigrafia, Paleontologia e interpretações Paleoambientais com o respectivo enquadramento didático devidamente contextualizado e fundamentado, para cada LIG; roteiros geológicos para três saídas de campo, segundo o modelo didático de Orion; actividades para o aluno desenvolver durante as saídas ao campo. Neste pressuposto, todos os fundamentos são apresentados de modo a auxiliar o docente de Geociências empenhado na dinamização de aulas de campo no ambiente natural próximo.

Palavras-chave: Geologia do Algarve; Geologia no ensino secundário; Maciço Alcalino de Monchique; Praia do Amado; Praia da Murração; Trabalho de Campo.

TITLE: Resources for Teaching Geology in West Algarve

Contribution to divulgation and defend geological heritage of Algarve

ABSTRACT

This research shows the scientific and educational potential of three different geological and tectonic environments of recognized value, in the region of the Western Algarve. The objective is its application by secondary school students in the work field, as a teaching and learning strategy of integral themes of the programs of the Geology related subjects of this teaching level. It is because of the rich geodiversity of the Murração and Amado Beaches (both on the Vicentina Coast) and the Monchique Syenitic Complex that the geological patrimony is valued, combining its use with educational purposes to raise awareness to sustainable attitudes in favour of preserving the natural patrimony. The thematics of this dissertation is based on the geodynamic evolution of the Iberian Plate at the end of the Paleozoic and Mesozoic periods in light of the interpretations that are made in the "outcrops" studied in each of the Sites of Geological Interest. The landscapes of the Murração beach are dominated by Paleozoic formations. These "outcrops", of recognized tectonicstratigraphic interest, hide a fossiliferous patrimony almost unique in all of the Algarve, such as goniatites. In the Amado Beach the strata at the beginning of the Mesozoic present good conditions of paleoenvironmental interpretation and of the geodynamics associated to the opening of the North Atlantic. Finally, one acknowledges the environment linked to the magmatic intrusion of the Monchique Alkaline Complex at the end of the Cretaceous. In this dissertation the secondary school teacher is able to find the following educational resources: the principal concepts of the Tectonic Plates, Stratigraphy, Paleontology and Paleoenvironmental interpretations with its educational framework accordingly contextualized and fundamented for each Site of Geological Interest; geological guide-book for three field trips, according to the educational model of Orion; activities for the student to develop during the field trips. On this assumption, all the fundamentals are presented in a manner of helping the Geoscience teacher committed in creating field classes in a close natural environment.

Key words: Amado beach; Field work; Geology in Secondary School; Geology of the Algarve; Monchique alkaline complex; Murração beach.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO.....	2
1.1 Tema e motivação	2
1.2 Objectivos e metodologia.....	4
1.3 Estrutura e organização da dissertação.....	6
2 ENQUADRAMENTO GERAL DO ALGARVE.....	8
2.1 Enquadramento geográfico e geomorfológico.....	8
2.2 Enquadramento geológico	10
2.3 Metamorfismo.....	15
2.4 Magmatismo	18
2.5 Síntese da evolução geodinâmica da Placa Ibérica	20
2.5.1 Evolução geológica da Zona Sul Portuguesa.....	20
2.5.1.1 Ciclo Varisco	20
2.5.2 Evolução geológica da Bacia Algarvia	24
2.5.2.1 Fase de Rife do Mesozóico.....	24
2.5.2.2 Ciclo Alpino	25
3 DIVULGAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO	28
3.1 Geodiversidade, Património Geológico e Geoconservação	28
3.2 Iniciativas de divulgação e conservação do Património Geológico do Algarve...30	
4 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO (LIG's) NO ALGARVE OCIDENTAL E ENQUADRAMENTO PARA EXPLORAÇÃO DIDÁCTICA.....	32
4.1 Considerações prévias	32
4.2 Caracterização dos Locais de Interesse Geológico (LIG's).....	33
4.2.1 Praia da Murração	33
4.2.1.1 Localização.....	33
4.2.1.2 Estratigrafia.....	35
4.2.1.3 Tectónica	38
4.2.2 Praia do Amado.....	41
4.2.2.1 Localização.....	41

4.2.2.2	Estratigrafia.....	42
4.2.2.3	Tectónica	44
4.2.3	Maciço Alcalino de Monchique.....	45
4.2.3.1	Localização	45
4.2.3.2	Tipos litológicos.....	45
4.2.3.3	Modelo genético.....	47
5	ROTEIROS GEOLÓGICOS PARA EXPLORAÇÃO DIDÁCTICA DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO (LIG'S).....	50
5.1	O trabalho prático e o ensino das geociências.....	50
5.1.1	O Modelo de Orion	51
5.1.2	Desenvolvimento do Modelo de Orion na exploração didáctica dos LIG's ..	52
5.2	Proposta de exploração didáctica dos LIG's	55
5.2.1	Roteiro Geológico na praia da Murração	55
5.2.1.1	Enquadramento didáctico.....	55
5.2.1.2	Itinerário e sugestão metodológica.....	56
5.2.2	Roteiro Geológico na praia do Amado	73
5.2.2.1	Enquadramento didáctico.....	73
5.2.2.2	Itinerário e sugestão metodológica.....	74
5.2.3	Roteiro geológico nas Caldas de Monchique	82
5.2.3.1	Enquadramento didáctico.....	82
5.2.3.2	Itinerário e sugestão metodológica.....	83
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
	ANEXOS e APÊNDICES	102
	ANEXO I – Carta Geológica simplificada da praia da Murração	104
	ANEXO II – Coluna litológica da praia de Murração	106
	ANEXO III – Coluna litológica dos Arenitos de Silves da praia do Amado	108
	APÊNDICE – Tabela Cronoestratigráfica	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Localização das sub-zonas geomorfológicas do Algarve descritas por Bonnet em 1850: Serra, Barrocal e Litoral	6
Figura 2:	Mapa geológico simplificado do Algarve com a localização geográfica da área do estudo: praia da Murração, concelho de Vila do Bispo; praia do Amado, concelho de Aljezur e Maciço Alcalino de Monchique, concelho de Monchique	7
Figura 3:	Zonas paleogeográficas e estruturais da Península Ibérica	8
Figura 4:	Mapa esquemático geral dos sectores da Zona Sul Portuguesa	9
Figura 5:	Mapa geológico simplificado dos Anticlinais de Aljezur e Bordeira, Sector Sudoeste da Zona Sul Portuguesa, composto pelo Grupo da Carrapateira ..	10
Figura 6:	Esquema do modelo de sedimentação de depósitos turbidíticos	11
Figura 7:	Zonamento metafórico geral na Zona Sul Portuguesa. Distinguem-se quatro bandas de intensidade de metamorfismo diferentes: zona 1 – fácies zeolítica; zona 2 e 3 – fácies prenite-pumpelite a xistos verdes inferiores; zona 4 – fácies dos xistos verdes	14
Figura 8:	Valores do poder reflector da vitrinite (%Rm) e respectivos valores de temperatura a que os sedimentos estiveram sujeitos durante a diagénese. A amostra de idade Triásico Superior foi recolhida em sedimentos da praia do Amado	15
Figura 9:	Magmatismo Alcalino do Cretácico Superior em Portugal: Sintra, Complexo Vulcânico de Lisboa, campo filoniano de Mafra, Sines e Monchique	17
Figura 10:	Reconstituição provável do Paleozóico, desde o Ordovícico até ao Carbónico, mostrando a posição das microplacas continentais da Armórica e Avalónia	19
Figura 11:	Representação esquemática do modelo tectónico da orogenia Varisca que afectou o Maciço Ibérico no Paleozóico. Em A , B e C é evidente a tensão compressiva que ocasionou o fecho do oceano <i>Rheic</i> desde o Silúrico até ao Carbónico Superior	21
Figura 12:	Filão da Messejana de natureza toleítica. Estende-se por 530 km e apresenta 5 a 300 m de espessura. Está relacionado com a fase de abertura do Atlântico Norte	23
Figura 13:	Esquema representativo da reconstrução paleogeográfica e tectónica da evolução da Ibéria desde o Carbónico Superior até ao presente	24

Figura 14:	Localização da praia da Murração, na costa Vicentina	30
Figura 15:	Fotografia da frente do carreamento visível do cimo da arriba sul da praia da Murração. É evidente a dobra deitada que afecta as rochas da Formação de Murração	32
Figura 16:	Modelo de evolução paleogeográfica e geodinâmica do Sector Sudoeste de Portugal no contexto da evolução da ZSP. A: Devónico Inferior; B: Devónico Médio e C: Devónico Superior	35
Figura 17:	Modelo de evolução paleogeográfica e geodinâmica do Sector Sudoeste de Portugal no contexto da evolução da ZSP. A: Tournaisiano a Viseano Superior	36
Figura 18:	Modelo de evolução paleogeográfica e geodinâmica do Sector Sudoeste de Portugal no contexto da evolução da ZSP. A: Viseano Superior a Bashkiriano Superior e B: Moscoviano	37
Figura 19:	Localização da praia do Amado, na Costa Vicentina	38
Figura 20:	Falha normal formada em regime tectónico distensivo. A camada guia (dolomitos) apresenta-se deslocada, o tecto desceu em relação ao muro ...	41
Figura 21:	Falha normal. Estrutura resultante da actuação de tensões distensivas	41
Figura 22:	Representação do Maciço de Monchique constituído por dois blocos topográficos (Fóia e Picota), separados por um vale tectónico	42
Figura 23:	Mapa geológico do Maciço Alcalino de Monchique. É notória a estrutura zonada grosseiramente concêntrica, distinguindo-se os diversos tipos litológicos no interior do maciço e um esquema da estrutura do encaixante paleozóico, onde está cartografada a auréola de metamorfismo de contacto	44
Figura 24:	Localização da praia da Murração e pormenor da praia com a identificação das paragens	52
Figura 25:	Esquema representativo dos tipos de estruturas sedimentares: 1- estratificação paralela; 2- estratificação entrecruzada; 3- estratificação cruzada planar; 4- granoselecção positiva	53
Figura 26:	Dobras de arrasto	54
Figura 27:	Aspecto geral da Formação de Bordalete onde predomina a alternância de níveis de granulometria fina (xistos) e grosseira (metasiltitos)	54
Figura 28:	Esquema do modelo de sedimentação profunda, associada a um talude continental	55

Figura 29:	A: Esquema da disposição dos <i>boudins</i> e dos <i>mullions</i> na charneira e nos flancos de uma dobra; B: evolução das dobras de arrasto para <i>mullions</i> ; C: fotografia de dobra de arrasto e D: nódulo elipsóidal de metasiltito achatado durante a deformação (<i>mullion</i>), ambos encontrados na formação de Bordalete	56
Figura 30:	As dobras menores podem ser simétricas (M ou W) ou assimétricas (S ou Z) dependendo da sua posição dentro das dobras maiores	57
Figura 31:	Filão de rocha básica, muito alterado	57
Figura 32:	Perfil geológico da praia da Murração, onde é evidente o carreamento da Carrapateira. Os números indicam a localização das paragens	59
Figura 33:	Dobras verticais	59
Figura 34:	Corte geológico da arriba virada ao mar, onde se observa o carreamento da Carrapateira	60
Figura 35:	Fotografia de pistas verticais em forma de U (<i>Diplocraterion</i>) em xistos negros e nos argilitos da Formação de Bordalete. Estes icnofósseis fazem parte da <i>icnofácies</i> dos Skolithos	61
Figura 36:	Esquema da bioturbação. Pistas e tubos da habitação de organismos bentónicos (ou seja, organismos que vivem nos fundos lodosos de zonas aquáticas)	61
Figura 37:	Nódulo de pirite diagenético da Formação de Bordalete	62
Figura 38:	A: Camada de calcários da Formação de Murração (Membro de Vale Figueira) com fósseis de Crinóides; B: pormenores dos ossículos crinóides.	64
Figura 39:	A: goniatites; B: pormenor de um fóssil de goniatite; C: corais; D: lumachela de goniatites; E: cavidades de tipo <i>tafoni</i> (ou cavidades em favo de mel); F: geóide preenchido com pequenos cristais de calcite	64
Figura 40:	Fósseis de trilobites. A, B e C são exemplares de pigídios de trilobites do final do Carbónico	65
Figura 41:	Sombras de pressão preenchidas por calcite. A: aspecto geral dos xistos negros da Formação de Bordalete mostrando a orientação N-S; B: pormenor de um cristal de pirite e à sua volta calcite a preencher as sombras de pressão	65
Figura 42:	Fotografia da frente do carreamento da Carrapateira. É evidente a dobra deitada que afecta as rochas da Formação da Murração	67

Figura 43:	Esquema representativo de diferentes tipos de estruturas tectónicas. As tensões compressivas horizontais provocam falhas inversas, falhas de cisalhamento e dobramentos. As tensões horizontais distensivas originam falhas normais	68
Figura 44:	Localização da praia do Amado e pormenor da praia com a identificação das paragens	70
Figura 45:	Esquema de tipos de estruturas sedimentares, possíveis de encontrar na formação de Bordalete. 1- estratificação paralela; 2- estratificação cruzada; 3- estratificação cruzada planar; 4- granoselecção positiva	71
Figura 46	A: Estratificação cruzada e B: estratificação paralela na unidade dos Arenitos de Silves	72
Figura 47	Paisagem geral da praia do Amado (lado Norte)	72
Figura 48	Marcas de ondulação (<i>wave ripple marks</i>). A: esquema representativo de marcas de ondulação resultante de correntes marinhas (bidireccional); B: esquema representativo de marcas de ondulação resultante de correntes de rio (unidireccional); C: fotografia de marcas de ondulação em Grés de Silves (unidireccional)	73
Figura 49	Nódulo de redução em unidades dos Arenitos de Silves	74
Figura 50	Camadas de argilitos e de dolomitos com níveis de calcários	74
Figura 51	Falha normal formada em regime de tectónica distensiva. A camada guia (dolomitos) apresenta-se deslocada, o tecto desceu em relação ao muro ...	75
Figura 52	Filão de rocha básica	75
Figura 53	Rocha vulcânica evidenciando actividade magmática extrusiva durante a fase de <i>rifting</i> correspondente à abertura do Atlântico Norte	76
Figura 54	Exemplar de rocha vulcânica (com textura vesicular) de dimensões consideráveis, evidenciando o carácter explosivo da actividade vulcânica ...	76
Figura 55	Falha normal formada em regime tectónico distensivo	77
Figura 56	Localização das Caldas de Monchique e pormenor com a identificação das paragens	79
Figura 57	Afloramento de xisto mosqueado	81
Figura 58	Afloramento de corneanas	81
Figura 59	Afloramento de sienito nefelínico	82
Figura 60	Filão resultante de intrusões de magma lamprofírico	84
Figura 61	Aspecto geral do vale de falha das Caldas de Monchique	87

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema e motivação

O Algarve apresenta-se como uma região particularmente atractiva não só pela sua beleza paisagística mas, especialmente, pela riqueza e diversidade de características litológicas e estruturas geológicas, consideradas, por muitos, invulgares no enquadramento do país, tendo em conta a pequena área ocupada. Aqui encontramos afloramentos de inegável valor científico no contexto nacional e internacional.

A temática central do presente trabalho incide sobre o Património Geológico do Algarve Ocidental. Nele foi desenvolvido um estudo dos elementos da geodiversidade no trabalho de campo como estratégia de ensino e de aprendizagem para alunos do ensino secundário.

Os estudos deste trabalho estão limitados a três zonas distintas localizadas na parte Ocidental do Algarve. Estas zonas são representativas de diferentes ambientes geológicos e tectónicos que afectaram a região algarvia. Hierarquizadas pela idade geológica, apresentamos a primeira que corresponde à praia da Murração, no concelho de Vila do Bispo; a segunda área de trabalho diz respeito aos afloramentos das arribas da praia do Amado, no concelho de Aljezur. Elas mostram paisagens dominadas por formações do Paleozóico, que sofreram intensa deformação tectónica e onde se encontram afloramentos de elevado interesse científico que levaram à definição de estratotipos (Formação de Murração e Formação de Quebradas), mas também lá se encontra o contacto com terrenos mais recentes, do Mesozóico. Por isso, evidenciam, por exemplo, boas condições de observação e exposição dos Arenitos de Silves e do Complexo Vulcano-sedimentar. A terceira área de estudo corresponde a uma parte do perímetro envolvente do Maciço Ígneo de Monchique, cuja singularidade no contexto regional, nacional e mesmo global, é facilmente comprovada através da intensa e inesgotável actividade científica produzida sobre este batólito de sienito nefelínico, do Cretácico Superior.

Este tipo de trabalhos é de reconhecida utilidade, particularmente se neles estiverem envolvidas preocupações centradas no ensino das geociências e na divulgação e preservação do Património Geológico. Assim, através da elaboração de percursos formativos ou da identificação de locais ou sítios de interesse geológico, os professores de geociências poderão levar os alunos a aprender geologia usando exemplos próximos

e familiares dos estudantes, permitindo uma real motivação na aprendizagem da geologia e uma divulgação científica potenciadora de sucesso.

Reconhecemos que muitos dos afloramentos do Algarve Ocidental traduzem, em diferentes escalas, aspectos didáticos de elevado interesse que são potencialmente úteis no ensino das geociências. Neste contexto, consideramos de extrema importância o trabalho de campo em Geociências e preconizamos que ele se realize com a necessária frequência e empenho motivador.

A identificação prévia das dificuldades que iríamos encontrar para a elaboração desta dissertação e o reconhecimento de que existe, por parte dos professores, alguma relutância e resistência em incluir o trabalho de campo nas suas práticas lectivas, foram motivação necessária e suficiente para removermos dificuldades e nos lançarmos na elaboração deste trabalho.

Realmente, urge que se divulgue amplamente o conhecimento de locais com interesse didático e científico para os docentes da área da Geologia e se intensifique uma aprendizagem que disponibilize aos alunos os materiais didáticos de que precisam para se sentirem verdadeiramente interessados. Assim, consideramos de grande importância que continuem os incentivos à catalogação e inventariação de Geossítios em Portugal.

Para além do impacto científico dos locais escolhidos, o potencial educativo e de divulgação científica é igualmente evidente. Deste modo, como já dissemos, foi nosso objectivo construir e apresentar alguns recursos de natureza didáctica e criar algumas actividades que motivem professores e alunos a sair das salas de aula. Moveu-nos a ideia de que um currículo escolar adaptado às potencialidades do meio envolvente, estimula o trabalho de campo, desde que devidamente contextualizado e fundamentado. Para que tal aconteça é necessário investir na geologia regional, a mais próxima e familiar dos alunos.

1.2 Objectivos e metodologia

Os objectivos principais deste trabalho assentam numa descrição e caracterização do potencial científico de três afloramentos no Algarve Ocidental. Ao mesmo tempo, são apontadas estratégias de valorização do património geológico dos locais estudados.

Partindo destas ideias essenciais definiram-se os seguintes objectivos:

- i) promover a integração de conhecimentos na área das Geociências e propor métodos para o ensino;
- ii) criar métodos e ferramentas que permitam diversificar ambientes de aprendizagem, dando ênfase à realização de actividades no campo;
- iii) estabelecer a ligação entre os conteúdos programáticos e a prática de aulas de campo que motivem e facilitem a compreensão daqueles conteúdos;
- iv) estudar os locais seleccionados, utilizando metodologias próprias como a interpretação de cartas geológicas, medições (espessura de camadas, atitude dos estratos), registos (perfis geológicos, fotografias), recolhas (amostras), entre outras;
- v) contribuir para a divulgação e conservação de Locais de Interesse Geológico (LIG's), no Algarve Ocidental

Para a consecução dos objectivos referidos, a metodologia adoptada seguiu os procedimentos normais para projectos deste âmbito, nomeadamente, aqueles que aqui se indicam:

- a) Revisão bibliográfica sobre as formações geológicas existentes na região onde se situa a área estudada. Para o efeito, fez-se a recolha dos conhecimentos actuais e da sua evolução no decurso das últimas décadas, dando ênfase aos domínios litológico, tectónico, paleontológico e interpretações paleogeográficas e paleoambientais. Esta componente da investigação constituiu a base para a planificação de todo o projecto e, em particular, para a selecção das áreas com características geológicas propícias à criação de um percurso de aprendizagem abrangente, sobre a evolução geodinâmica do Sector Sudoeste da Zona Sul Portuguesa e da Bacia do Algarve. A base cartográfica usada incluiu as cartas geológicas disponíveis para a área definida, ou seja, a carta geológica de Portugal à escala de 1/200000 (folha 7) (OLIVEIRA *et al.*, 1984), a Folha 48-D – Bordeira (RIBEIRO *et al.*, 1987) e a Carta Geológica da Região do Algarve à escala de

1/100000 (folhas Ocidental e Oriental), publicadas pelos Serviços Geológicos de Portugal (MANUPPELLA *et al.*, 1992).

- b) Trabalho de campo, para uma caracterização pormenorizada dos afloramentos seleccionados, incluindo o levantamento de todas as estruturas geológicas observáveis e dos elementos necessários à sua interpretação. Com esta finalidade, fez-se, designadamente, o estudo do carreamento que afecta o Grupo da Carrapateira. Analisou-se, em pormenor, o significado da simetria das dobras menores nos flancos e na charneira das dobras maiores, a existência de uma variação litológica importante, desde os terrenos do Paleozóico e do Mesozóico, cujo conhecimento assume relevância na interpretação paleoambiental e paleogeográfica da área, os registos geológicos que testemunham a deformação das rochas em ambiente dúctil e frágil (em particular relacionadas com a Orogenia Hercínica) e as características da intrusão ígnea do Maciço Alcalino de Monchique e a relação da sua implantação com a rotação da Placa Ibérica no Cretácico Superior.
- c) Descrição e caracterização geológica dos locais de interesse geológico (LIG's), que fundamentam as interpretações apresentadas e com os quais é possível viabilizar um roteiro para apoio a visitas de estudo/aulas de campo. São referenciados objectos e processos geológicos diversificados e relevantes que permitem conhecer a geologia da área e desenvolver aprendizagens significativas.
- d) Justificação do valor patrimonial dos locais analisados, manifestando a sua existência e apelando à sua defesa e uso científico e educativo.
- e) Produção de materiais interpretativos científico-pedagógicos, que propõem diversas actividades de aprendizagem, no âmbito dos conteúdos programáticos, conducentes à explicação e compreensão de alguns exemplos no terreno.

1.3 Estrutura e organização da dissertação

A dissertação está estruturada em seis partes, cada uma constituindo um capítulo. Os primeiros capítulos são de enquadramento do trabalho (capítulo 1), de localização geográfica, caracterização geomorfológica e enquadramento geológico do Algarve dentro da evolução geológica da Placa Ibérica (capítulo 2). De seguida, apresenta-se a conceptualização das temáticas relacionadas com a conservação da geodiversidade, discutindo as iniciativas na região do Algarve (capítulo 3). Por fim, é apresentada a caracterização dos Locais de Interesse Geológico (LIG's) relevantes, integrando os conhecimentos actualmente aceites e interpretando as variações ambientais que afectaram esta região marcada, não só através das características de deposição dos sedimentos, como também através das informações dadas pelos fósseis encontrados (capítulo 4).

Em virtude dos objectivos didácticos inerentes ao trabalho, no capítulo 5 é feita a descrição das potencialidades pedagógicas dos LIG's e, também, a apresentação de propostas de valorização do trabalho de campo em geologia, enquanto estratégia didáctica. Identificam-se, ainda, os principais pressupostos e critérios estruturantes que serviram de base à selecção e organização dos locais de interesse geológico-didáctico do sector estudado. Por último, apresentam-se as conclusões gerais do trabalho, visando em particular o contributo e utilidade deste documento no domínio do ensino da Geologia (capítulo 6).

2 ENQUADRAMENTO GERAL DO ALGARVE

2.1 Enquadramento geográfico e geomorfológico

O Algarve corresponde a uma região de grande diversidade paisagística, muito apreciada pela beleza natural ímpar, cuja origem resulta, indubitavelmente, das suas especificidades geológicas e geomorfológicas.

Localizada no sul de Portugal Continental, esta região tem uma largura de norte a sul de 30 a 40 km e um comprimento de cerca de 150 km de este a oeste. No lado norte, o Algarve está limitado pelo Alentejo, a oeste e a sul é banhado pelo Atlântico e a este pelo rio Guadiana (MOURA, 1998).

A variação notável de paisagens, de norte para sul, quer ao nível do relevo e litologias, quer ao nível do clima e cobertura vegetal, levaram Bonnet, em 1850, a dividir a região em três sub-zonas: a Serra, o Barrocal e o Litoral (fig. 1) De uma forma simplificada, pode dizer-se que as rochas expostas à superfície vão sendo cada vez mais recentes quando se caminha de norte para sul, sendo exceção a esta ordem cronológica aquela que se observa na costa oeste (MOURA, 1998).

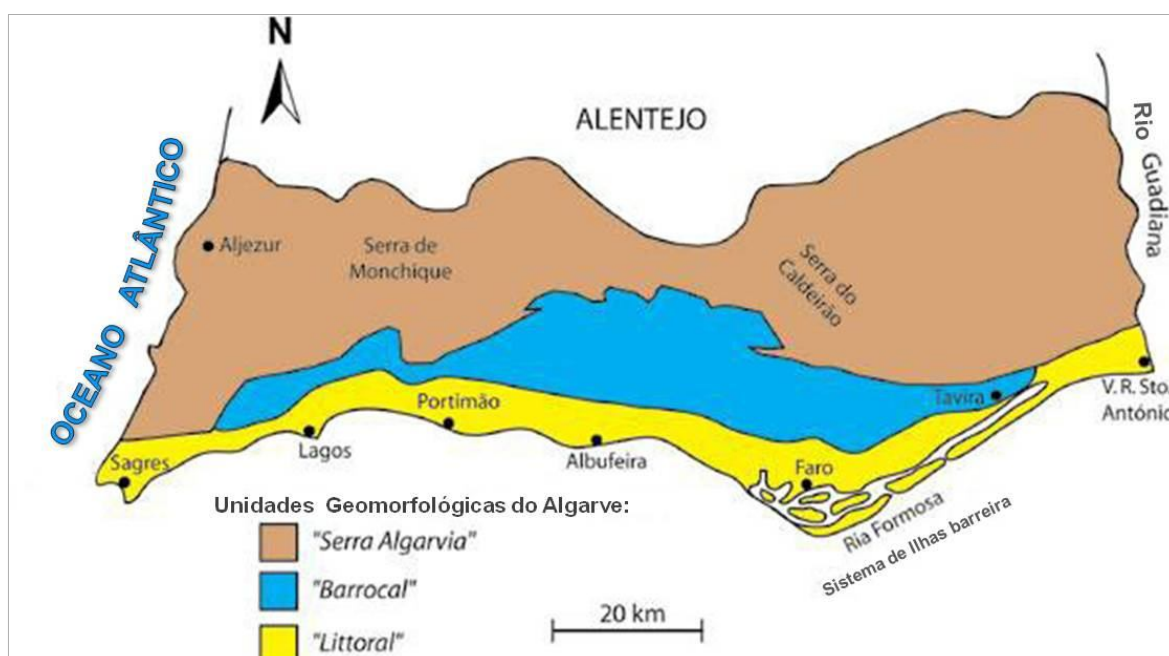


Figura 1 - Localização das sub-zonas geomorfológicas do Algarve descritas por Bonnet em 1850: Serra, Barrocal e Litoral (segundo DIAS, 2001 in FERNANDES, 2009).

Assim, na Serra Algarvia, a norte, encontram-se os terrenos mais antigos pertencentes ao Maciço Ibérico (ou Maciço Antigo). Aqui a geomorfologia é marcada, no geral, por formas geográficas com altitudes entre os 100 e os 600 m onde sobressai o relevo da Serra de Monchique que atinge os 902 m. Seguem-se, para sul e cronologicamente mais recentes do que as unidades anteriores, as litologias do Barrocal, onde existem, pontualmente, cotas da ordem dos 400 m com vales escarpados. Na extremidade sul, situa-se o Litoral, que é pouco acidentado e compreende uma faixa estreita perto da costa com uma altitude até 50 m, onde afloram as rochas mais recentes do Algarve (FEIO, 1949). O Barrocal e o Litoral formaram-se pela deposição de sedimentos de idades e *fácies* variadas que, no seu conjunto, constituem a chamada Bacia Meso-Cenozóica Meridional ou Bacia Algarvia.

Os estudos deste trabalho incidem sobre três zonas distintas localizadas no Algarve Ocidental, nomeadamente, a praia da Murração, no concelho de Vila do Bispo, a praia do Amado, no concelho de Aljezur (ambas na costa oeste do Algarve) e, também, a zona das Caldas de Monchique, no concelho de Monchique (fig. 2).

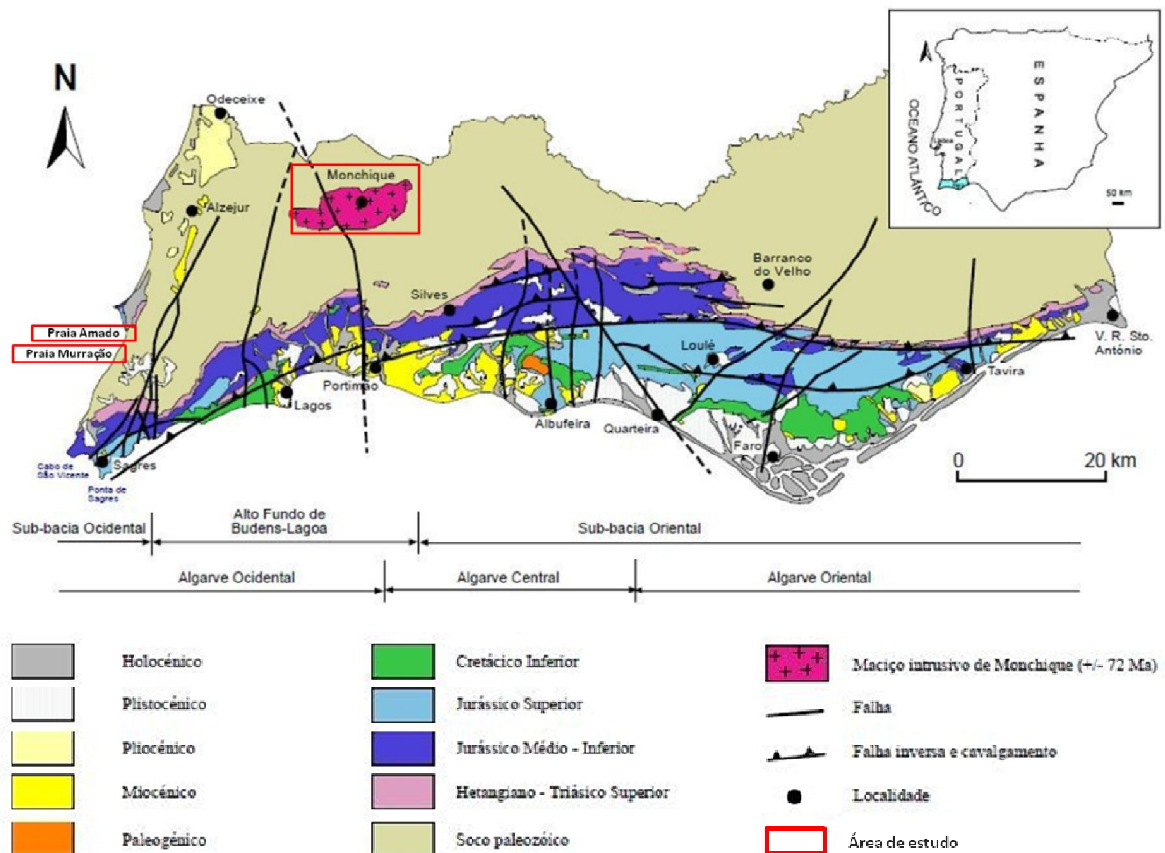


Figura 2 – Mapa geológico simplificado do Algarve com a localização geográfica da área do estudo: Praia da Murração, concelho de Vila do Bispo; Praia do Amado, concelho de Aljezur e Maciço Alcalino de Monchique, concelho de Monchique (adaptado de MANUPPELLA *et al.*, 1988; KULLBERG *et al.*, 1992; MANUPPELLA, 1992 a,b; OLIVEIRA, *et al.*, 1992; TERRINHA, 1998 *in* LOPES, 2006).

2.2 Enquadramento geológico

Do ponto de vista geológico, a região do Algarve é constituída por duas unidades morfoestruturais bem distintas: a Zona Sul Portuguesa (fig. 3), que pertence ao Maciço Ibérico, e a Bacia Meso-Cenozóica Meridional ou Bacia Algarvia (RIBEIRO *et al.*, 1983).

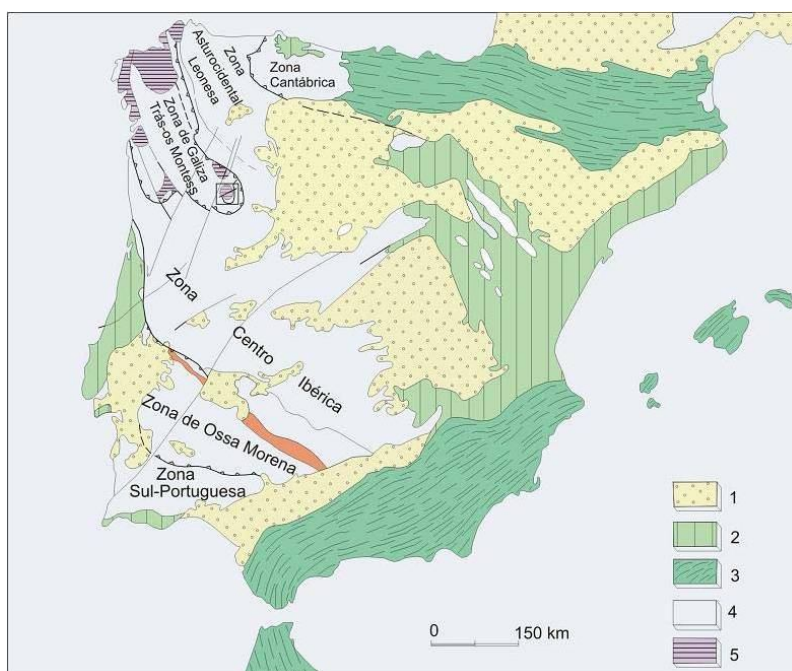


Figura 3 - Zonas paleogeográficas e estruturais da Península Ibérica (modificado de RIBEIRO & SILVA, 1983):

- 1- Bacias continentais e de margem continental, depressões do Ebro e Guadalquivir;
- 2- Orlas Meso-Cenozóicas (Bacia Lusitânica, Bacia Algarvia e Bacia Oriental);
- 3- Cordilheiras Alpinas periféricas (Pirenaica e Bética);
- 4- Maciço Ibérico;
- 5- Maciços Alóctones do NW Ibérico.

A Zona Sul Portuguesa é uma das grandes unidades paleogeográficas do Maciço Ibérico. De um modo geral, considera-se o Maciço Ibérico como o esqueleto geoestrutural da Península Ibérica. É constituído por rochas do Proterozóico e do Paleozóico. Nele se definem seis regiões com base na estratigrafia, paleogeografia, no estilo tectónico, no magmatismo e no metamorfismo. Assim, caminhando de nordeste para sudoeste, é possível encontrar: Zona Cantábrica (ZC); Zona Ocidental Astúrico-Leonesa (ZOAL); Zona de Galiza/Trás-os-Montes (ZGTM); Zona Centro-Ibérica (ZCI); Zona de Ossa-Morena (ZOM) e Zona Sul Portuguesa (ZSP) (RIBEIRO, 1979).

Importa salientar, ainda, as sub-divisões da Zona Sul Portuguesa. Ela está dividida em quatro sectores, cada um com significado paleogeográfico e tectónico próprio: a Antiforma do Pulo do Lobo, a Faixa Piritosa, o Grupo do Flysch do Baixo Alentejo e o Sector Sudoeste (OLIVEIRA, 1990) (fig. 4).

Na praia da Murração, um dos locais estudados, as rochas são de *fácies* marinha e fazem parte das litologias do Sector Sudoeste e do Grupo do Flysch do Baixo Alentejo; a norte desta, na praia do Amado, podem ser encontrados os mesmos grupos litológicos e, também, rochas sedimentares de idade Meso-Cenozóica do denominado afloramento Mesozóico da Carrapateira (Carrapateira Outlier) (RIBEIRO, 1979). A existência deste afloramento é considerada uma prova da extensão da bacia Algarvia para norte.

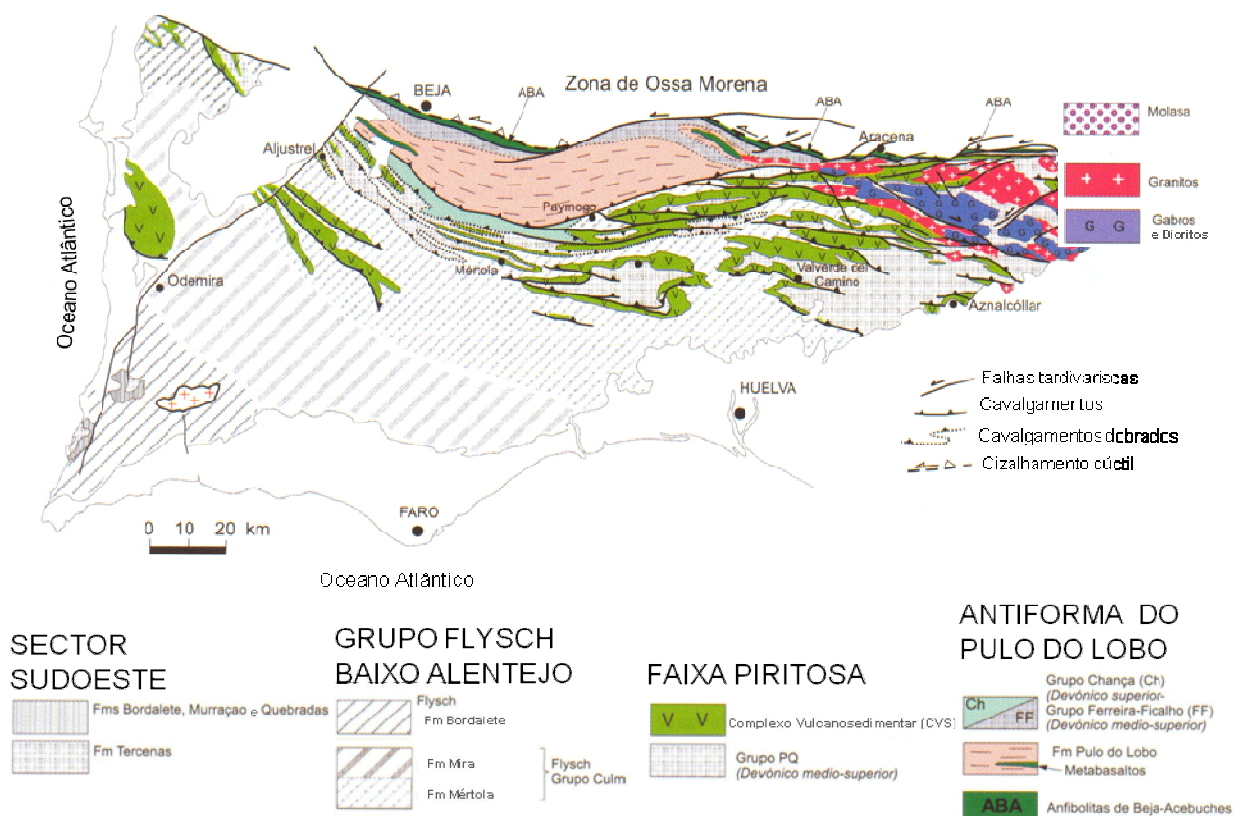


Figura 4 - Mapa esquemático geral dos sectores da Zona Sul Portuguesa (modificado de VERA *et al.*, 2004).

Sector Sudoeste:

- Formação Bordalete, Murração e Quebradas

Grupo do Flysch Baixo Alentejo:

- Formação Mértola (Carbónico Inferior), Formação Mira (Carbónico Médio), Formação Brejeira (Carbónico Superior)

Faixa Piritosa:

- Complexo Vulcano Sedimentar (Devónico)

Antiforma do Pulo do Lobo:

- Formação Pulo do Lobo (Devónico)

SECTOR SUDOESTE

A geologia do Sector Sudoeste (fig. 5) está dominada por unidades estratigráficas sequenciadas e bem diferenciadas: a base consiste num substrato detrítico que forma a Formação de Tercenas, sobreposto pela sequência pelítico-carbonatada do Grupo da Carrapateira. Este grupo é composto pelas Formações de Bordaleta, Murração e Quebradas, de idade Tournaisiano, Viseano-Serpukoviano e Serpukoviano-Bashkiriano, respectivamente. Na região estudada, no âmbito deste trabalho, só não afloram rochas da Formação de Tercenas. Quanto ao Grupo da Carrapateira, no seu conjunto, é constituído por uma sequência de xistos argilosos, calcários margosos, calcários dolomíticos e xistos negros piritosos (RIBEIRO, 1987; OLIVEIRA, 1990).

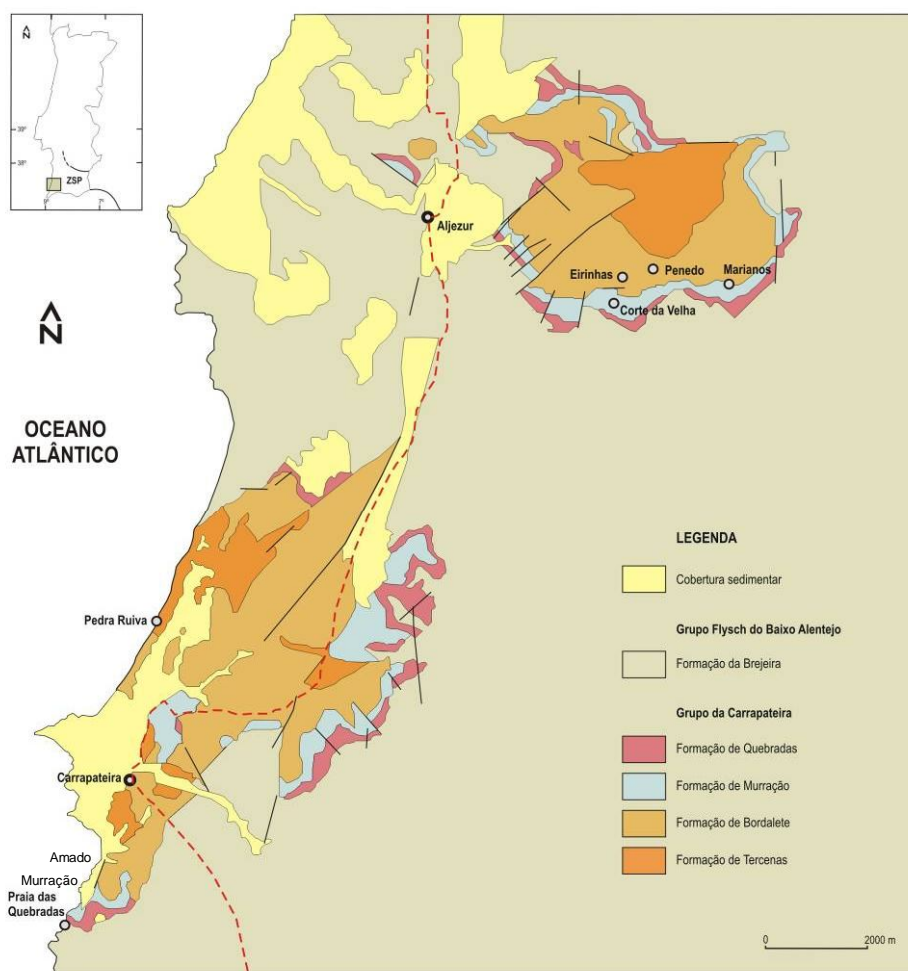


Figura 5 – Mapa geológico simplificado dos Anticlinais de Aljezur e Bordeira, Sector Sudoeste da Zona Sul Portuguesa, composto pelo Grupo da Carrapateira (adaptado de OLIVEIRA *et al.*, 1984 *in* OLIVEIRA, 2006).

GRUPO DO FLYSCH DO BAIXO ALENTEJO

São três as unidades litoestratigráficas que compõem o Flysch do Baixo Alentejo: Formação de Mértola, Formação de Mira e Formação da Brejeira. As idades são, respectivamente, Viseano superior, Serpukoviano a Bashkiriano inferior e Bashkiriano superior a Moscoviano. As litologias das três formações apresentam características sedimentológicas típicas de depósitos turbidíticos (fig. 6). Assim, encontramos grauvaques mostrando as divisões da sequência de Bouma, xistos argilosos e alguns conglomerados intercalados. A relação verificada entre a sedimentação turbidítica e a deformação da Zona Sul Portuguesa sugere a deposição numa bacia de tipo *foreland* para este grupo (OLIVEIRA *et al.*, 1979; OLIVEIRA, 1990).

Nos locais estudados afloram apenas rochas pertencentes à Formação de Brejeira.

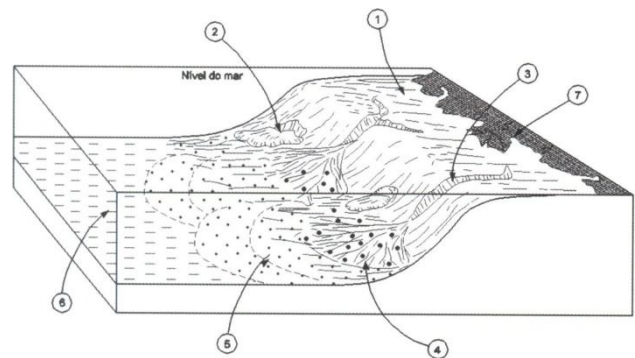


Figura 6 - Esquema do modelo de sedimentação de depósitos turbidíticos (adaptado de SELLEY, 1976 *in* RAMALHO, 2003).

- 1- Sedimentos transportados por correntes ao longo da plataforma continental;
- 2- Escorregamentos dos sedimentos;
- 3- Canhão ou vale submarino;
- 4- Leque submarino formado por sedimentos turbidíticos transportados pelo canhão submarino, de fácies proximais (mais grosseiras);
- 5- Fácies distais (mais finas) do leque submarino;
- 6- Vasas pelágicas das planícies abissais;
- 7- Continente emerso e sua rede fluvial que lança na plataforma continental os sedimentos detríticos.

BACIA SEDIMENTAR MESO-CENOZÓICA MERIDIONAL

A Bacia Algarvia corresponde à Orla Sedimentar Meridional de Portugal, onde se descobrem formações sedimentares de idade Meso-Cenozóica. Localiza-se entre a Costa Vicentina e o rio Guadiana, orientada de este para oeste numa extensão de 150 km e largura, relativamente pequena, que varia entre 13 km e 30 km e cujo preenchimento sedimentar se estima ter cerca de 3 km de espessura (MANUPPELLA *et al.*, 1988). A composição litológica que a preenche e a sua forma reflectem, em geral, as características geodinâmicas das margens que as alimentaram com sedimentos. Na maior parte da Bacia do Algarve ainda existem os sedimentos mais antigos do

Mesozóico, de natureza continental. Estes têm sido estudados e descritos desde 1887 por CHOFFAT, aos quais atribuiu a designação Grés de Silves, e mais tarde por PALAIN (1976). Mais recentemente, em 1992, MANUPPELLA dividiu esta unidade litológica nas seguintes sub-unidades: Arenitos de Silves, Complexo Pelítico-Carbonato-Evaporítico de Silves e o Complexo Vulcano Sedimentar (MANUPPELLA *et al.*, 1992 e AZERÊDO, 2003).

O Grés de Silves *sensu lato*, datado do Triásico Superior a Jurássico Inferior (Hetangiano), assenta em discordância angular sobre a Formação de Brejeira, marcando um hiato de, aproximadamente, 70 Ma. A base da unidade é constituída por conglomerados, microconglomerados, arenitos e argilitos de cor avermelhada que formam o Arenito de Silves. No topo, ocorrem fácies mais argilosas intercaladas com dolomitos primários e evaporitos que constituem o Complexo Pelítico Carbonato-Evaporítico de Silves. Esta fase sedimentar termina com o Complexo Vulcano Sedimentar, representado por basaltos de carácter toleítico, (marcando a primeira fase de *rifting* do Oceano Atlântico), brechas, tufos vulcânicos e dolomitos (MANUPPELLA, 1988; AZERÊDO *et al.*, 2003). A partir da base do Jurássico até ao Cretácico Superior formaram-se rochas essencialmente carbonatadas, com carácter dolomítico ou margoso (OLIVEIRA *et al.*, 1984). Salientam-se várias alterações de fácies de sedimentação, relacionadas com o processo de formação do Oceano Atlântico Central e Norte e as suas fases de *rifting*, associadas a transgressões e regressões marinhas (MANUPPELLA *et al.*, 1988; AZERÊDO *et al.*, 2003).

O Cretácico Superior é caracterizado por uma actividade magmática importante relacionada com a intrusão do maciço de Monchique, instalando-se, também, vários filões de rochas básicas, na bacia sedimentar.

A sedimentação no Cenozóico originou litologias detrítico-carbonatadas, arenitos, argilitos e margas, pertencentes a várias unidades: Formação de Lagos-Portimão, Areias de Olhos de Água, Espongolitos de Mem Moniz e Areias e Siltes de Cacela Velha. Todas estas unidades litológicas são do Miocénico (MOURA, 1998). Os depósitos mais recentes atribuídos ao Plio-Quaternário são formados por cascalheiras, terraços fluviais, alguns tufos calcários, areias de dunas consolidadas, depósitos de praias antigas, areias de dunas, aluviões e areias de praias actuais (MANUPPELLA *et al.*, 1992).

Nas áreas estudadas, incluídas na bacia sedimentar, afloram unidades litológicas atribuídas ao Triásico Superior e à base do Jurássico e alguns depósitos de areias do Quaternário.

DEFORMAÇÃO DA ZONA SUL PORTUGUESA

No que respeita à arquitectura geral de deformação, aceita-se actualmente, para a Zona Sul Portuguesa (ZSP) uma evolução distinta num sector mais a norte, fora do âmbito deste trabalho e no sector mais a sul, área onde se localiza a praia da Murração e a praia do Amado. Segundo OLIVEIRA (1984), o limite entre a ZSP e a Zona de Ossa Morena (ZOM), a norte, sofreu uma geodinâmica complexa. Em traços gerais, no período que se seguiu ao Devónico, instaurou-se um regime tectónico distensivo, responsável por uma compartimentação da zona nordeste da ZSP e no bordo meridional da ZOM. Neste contexto tectónico houve a formação de rochas vulcânicas e subvulcânicas, o que explica a formação dos depósitos de sulfuretos maciços da Faixa Piritosa Ibérica. Por outro lado, no extremo SW da ZSP, aparentemente, o regime distensivo não o afectou e aqui manteve-se uma sedimentação em plataforma estável (OLIVEIRA, 1990). A partir do Viséano médio a deformação passa a um regime compressivo no limite entre ZSP e a ZOM, mantendo-se até ao final do Carbónico. Esta deformação propagou-se para SW, por toda a Zona Sul Portuguesa e originou um sistema de dobras e carreamentos, como é o caso do importante carreamento da Carrapateira, cuja análise está desenvolvida mais à frente, neste trabalho.

2.3 Metamorfismo

A Zona Sul Portuguesa mostra uma zonação com quatro bandas de intensidade de metamorfismo diferente (fig. 7). Os estudos indicam as seguintes variações de gradientes (MUNHÁ, 1983; ABAD *et al.* 2001): no extremo sul estão as rochas com baixo grau de metamorfismo, dentro da fácies zeolítica (zona 1), aumentando suavemente, para norte, os regimes metamórficos passam a graus mais elevados dentro da fácies prenite-pumpelite/xistos verdes inferiores na Faixa Piritosa (zonas 2 e 3), até à fácies dos xistos verdes na Formação de Pulo do Lobo (zona 4). Estes gradientes coincidem, não só com as variações de intensidade da deformação, resultantes da orogenia Varisca, crescente para norte, como também com a variação de idade das rochas – mais recentes no extremo sudoeste de Portugal e mais antigas no extremo noroeste.

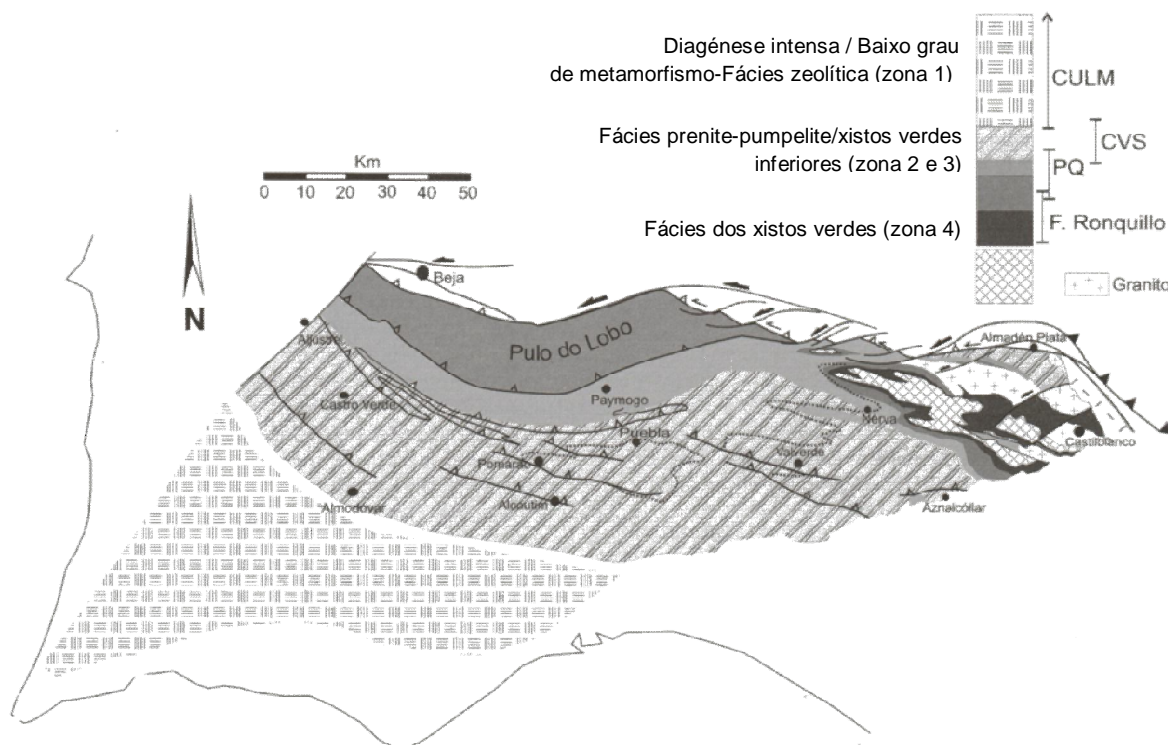


Figura 7 – Zonamento metafórfico geral na Zona Sul Portuguesa. Distinguem-se quatro bandas de intensidade de metamorfismo diferentes: zona 1 – fácies zeolítica; zona 2 e 3 – fácies prenite-pumpelite a xistos verdes inferiores; zona 4 – fácies dos xistos verdes (ABAD, 2001 *in* VERA, 2004).

Na área abrangida por este trabalho, afloram rochas afectadas pelo regime de metamorfismo regional de baixa temperatura, (zona 1, de *fácies* zeolítica) e metamorfismo de contacto, por isso, de grau mais elevado, nas zonas adjacentes da intrusão do Maciço Ígneo de Monchique e, pontualmente, pela intrusão de redes filonianas.

O metamorfismo regional de baixo grau é evidenciado nas formações pertencentes ao Grupo do Flysch do Baixo Alentejo (McCORMACK *et al.*, 2007).

O metamorfismo de contacto, provocado pela intrusão do maciço sienítico de Monchique, afectou as rochas encaixantes pertencentes à Formação de Brejeira, originando uma orla de rochas metamórficas com uma espessura na ordem dos 200 m à volta do maciço (GONZÁLEZ-CLAVIJO & VALADARES, 2003). Não é, no entanto, uniforme devido à alternância de camadas de xistos argilosos e metagrauvaques e à susceptibilidade das rochas à acção do contacto. As corneanas são as rochas que envolvem a intrusão ígnea, formadas, portanto, pela acção térmica directa da bolsa magmática. Porém, em certos locais, aparecem, também, xistos mosqueados onde a Formação de Brejeira é mais rica em xistos argilosos.

Na Bacia do Algarve, a sucessão sedimentar Meso-Cenozóica, apenas se encontra afectada por processos de natureza diagenética. Os acontecimentos de metamorfismo estão limitados a metamorfismo térmico resultante de intrusões filonianas, principalmente de idade cretácica.

Estudos recentes sobre a maturação orgânica da Bacia Algarvia vêm indicar uma sucessão estratigráfica distinta entre vários sectores da bacia. O grau de maturação dos estratos sedimentares foi avaliado recorrendo a estudos do poder reflector da vitrinite, correlacionados com indicadores geoquímicos de forma a identificar as fases de maturação dos componentes orgânicos e a possível geração de hidrocarbonetos (FERNANDES *et al.*, 2010). A aplicação desta metodologia mostra, claramente, valores de temperatura baixos e, por isso, fora do ambiente de metamorfismo (fig. 8) tanto no sector ocidental, no qual se analisaram amostras recolhidas entre Sagres e Lagos (incluindo sedimentos do Trásico Superior da praia do Amado), como no sector central, com amostras recolhidas a leste de Lagos (FERNANDES *et al.*, 2010).

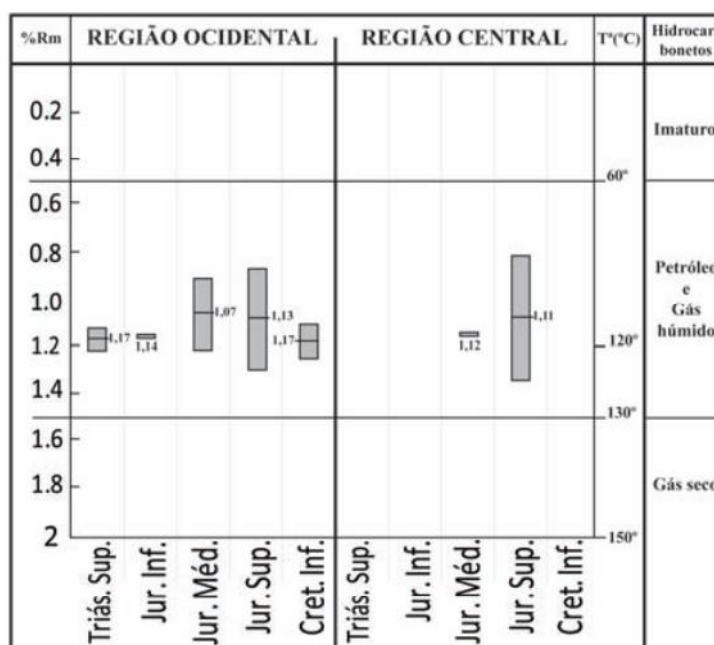


Figura 8 – Valores do poder reflector da vitrinite (%Rm) e respectivos valores de temperatura a que os sedimentos estiveram sujeitos durante a diagénese. A amostra do Triásico Superior foi recolhida em sedimentos da praia do Amado (FERNANDES *et al.*, 2010).

Estes resultados estão de acordo com a estratigrafia descrita por MANNUPELLA (1988), que sugere o preenchimento da bacia como resultado das várias fases de abertura do Oceano Atlântico Central e Norte, após a fracturação do supercontinente Pangeia. Neste contexto geotectónico, formou-se uma margem continental passiva limitada por falhas de direcção E-W. A bacia de sedimentação recém criada sofreu ainda a actuação das falhas regionais activas de orientação N-S, resultando na delimitação de

sub-bacias. A história da subsidência de cada sub-bacia foi diferenciada, identificando-se variações laterais de *fácies* ao longo da Bacia Algarvia (MANNUPELLA *et al.*, 1988).

2.4 Magmatismo

Os locais em estudo neste trabalho mostram evidências de episódios de actividade magmática dignos de referência. Cronologicamente destacam-se acontecimentos de magmatismo no Jurássico Inferior e no Cretácico Superior.

O magmatismo do Jurássico, na Bacia Algarvia, está associado aos primeiros pulsos de *rifting* da Pangeia, iniciados no Jurássico Inferior. Estes episódios deram origem a uma vasta área de rochas ígneas, incluídas na *Central Atlantic Magmatic Province* (CAMP), das quais há evidências nas margens da América do Norte e do Sul, NE de África e SE da Europa, continentes que estavam, nessa altura, unidos (MACHONE & PUFFER, 2000 *in* TERRINHA, 1998). Estes episódios magmáticos foram, não só intrusivos, formando filões e diques, mas também extrusivos, dando origem a piroclastos e escoadas lávicas. Actualmente, as rochas com esta origem, no Algarve, são bem identificadas em afloramentos de este a oeste, quase contínuos, aparecendo interestratificados nos sedimentos da base do Jurássico. A idade $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para este magmatismo, segundo VERATI (*in* ROQUE & TERRINHA, 2006), é de 198 Ma e a duração destes acontecimentos foi cerca de 8 Ma. A continuação da evolução da Bacia Algarvia prossegue sem eventos magmáticos no intervalo de tempo entre os 190 Ma e os 72 Ma.

Após esta calma eruptiva, volta, segundo MARTINS (*in* ROQUE & TERRINHA *et al.*, 2006) uma nova fase de magmatismo no Cretácico Superior, há cerca de 72 Ma, dividida em dois grandes grupos: instalação do Complexo Alcalino de Monchique (ROCK, 1978), no seio das formações Paleozóicas da Zona Sul Portuguesa (ZSP), e intensa actividade ígnea explosiva, contemporânea deste batólito e representada por um vasto conjunto de produtos vulcânicos como diques, soleiras, pequenas escoadas lávicas, chaminés vulcânicas, depósitos de piroclastos e brechas dispersas no interior da bacia (GONZÁLEZ-CLAVIJO & VALADARES, 2003).

Por ser um dos locais seleccionados neste estudo, o Complexo Alcalino de Monchique é desenvolvido mais à frente.

Segundo investigação de vários autores atribui-se a causa desta actividade ígnea, provavelmente, a mudanças geodinâmicas na evolução da Ibéria, tais como o alastramento do fundo oceânico a oeste e, principalmente, à abertura do Golfo da Biscaia com conseqüente rotação da Ibéria no sentido contrário aos ponteiros do relógio (MIRANDA *et al.*, 2009).

Segundo ROCK, (1982) esta actividade ígnea apresenta uma composição alcalina e faz parte da Província Alcalina do Cretácico Superior que se instalou na Ibéria. Outras ocorrências contemporâneas em Portugal são (fig. 9): os maciços eruptivos de Sintra, de Sines e do Monte Ormonde (Banco de Goringe), o campo filoniano de Mafra e o Complexo Vulcânico de Lisboa (ROQUE & TERRINHA *et al.*, 2006).

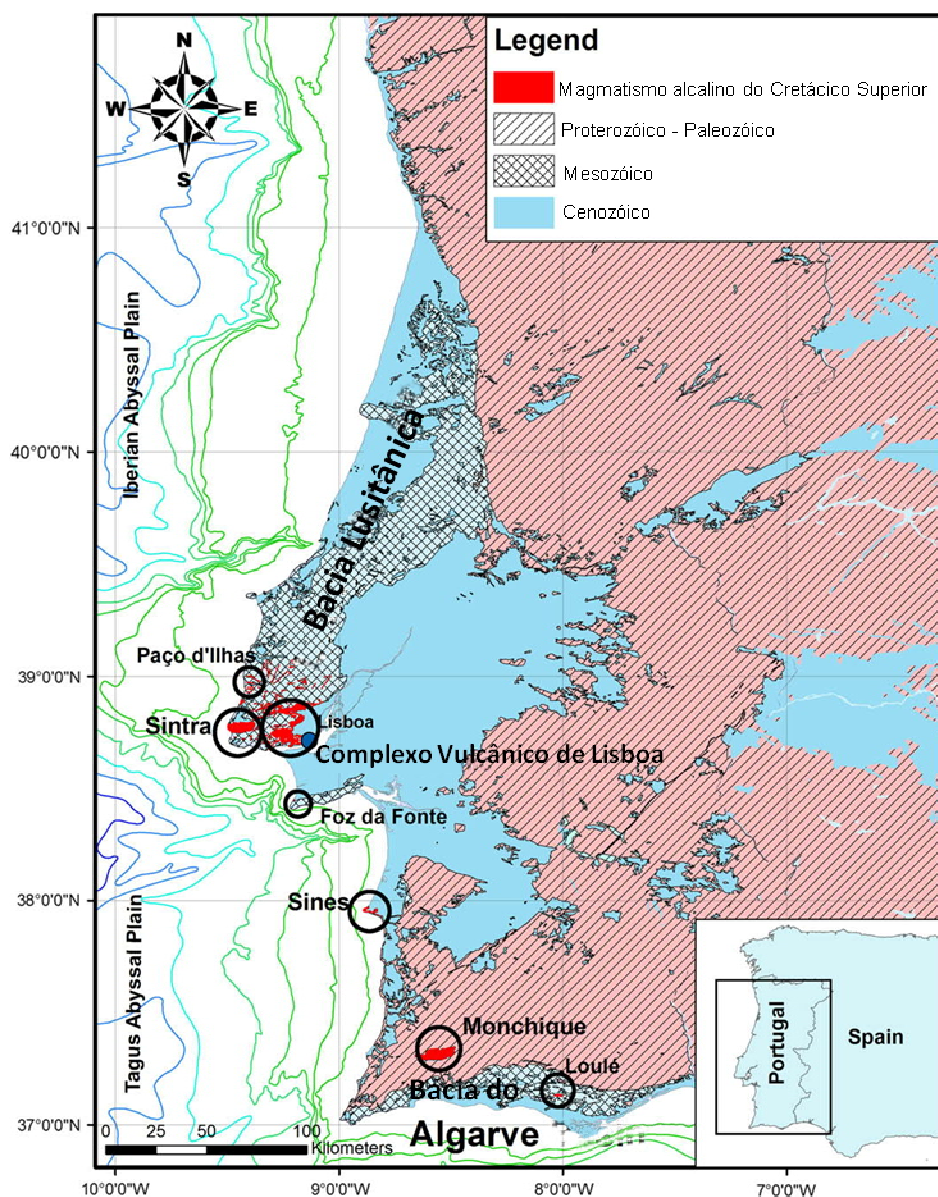


Figura 9 - Magmatismo Alcalino do Cretácico Superior em Portugal: Sintra, Complexo Vulcânico de Lisboa, campo filoniano de Mafra, Sines e Monchique (MIRANDA, 2009).

2.5 Síntese da evolução geodinâmica da Placa Ibérica

2.5.1 Evolução geológica da Zona Sul Portuguesa

2.5.1.1 Ciclo Varisco

Na Zona Sul Portuguesa existem evidências da deformação que afectou a Ibéria no Carbónico Superior, a orogenia Varisca, considerada a primeira grande fase da sua evolução. As tensões criadas nesta fase condicionaram o desenvolvimento de deformações principalmente em regime dúctil, das quais resultaram os grandes dobramentos que a caracterizam (JABALOY *et al.*, 2002).

Importa agora compreender, através de uma visão global da geodinâmica, como se teria vindo a formar o orógeno Varisco, no final do Paleozóico. Para AZOR *et al.*, (2004), à luz da teoria da Tectónica de Placas, a grande Cordilheira Varisca resultou da convergência e colisão de dois continentes maiores, *Laurussia* (ou Euro-America) e *Gondwana*, com o conseqüente fecho de algumas bacias oceânicas entre as quais existiam massas continentais de menor tamanho, como a Avalónia e Armórica (fig. 10). Estas são aqui salientadas por se tratar das porções continentais que estão na origem da Ibéria, (PÉREZ-ESTAÚN *et al.*, 2004 com base em MATTE & RIBEIRO, 1975; BRUN & BURG, 1982; MATTE, 1986 e 2001).

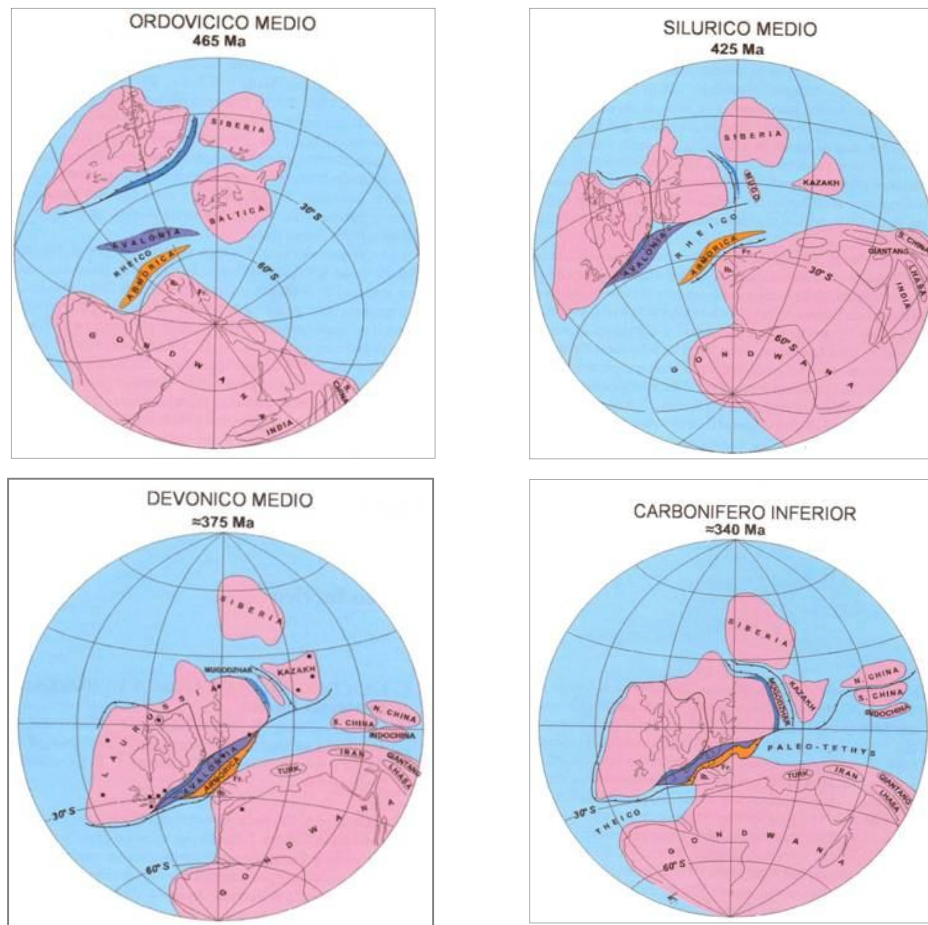


Figura 10- Reconstituição provável do Paleozóico, desde o Ordovícico até ao Carbónico, mostrando a posição das microplacas continentais da Armórica e Avalónia (modificado de VERA *et al.*, 2004).

Todas as reconstituições paleogeográficas situam a maior parte do Maciço Ibérico (Zona Cantábrica, Zona Asturocidental-Leonesa e Zona Centro-Ibérica) na bordadura do *Gondwana* com excepção, provável, da Zona de Ossa Morena, que poderá ter pertencido ao micro continente Armórica, próximo do *Gondwana* (CROWLEY *et al.*, 2000 e MATTE, 2001, citados em AZOR *et al.*, 2004). Sobre a Zona Sul Portuguesa (ZSP), apesar das litologias do Paleozóico Inferior serem desconhecidas, todas as investigações levam a crer que fazia parte de outro microcontinente, a Avalónia, separado do *Gondwana* no Paleozóico Inferior (TAIT *et al.*, 1997 e NYSEATHER *et al.*, 2002, citados em AZOR *et al.*, 2004).

Com base em AZOR (2004) apresentamos, abaixo, uma síntese dos acontecimentos geodinâmicos do Paleozóico:

- o Câmbrio Inferior esteve marcado pelo início de um período de tectónica distensiva (*rifting* continental). As sucessões estratigráficas iniciam-se com depósitos siliciclásticos, característicos de meios de transição para oceano, até à passagem gradual para uma sedimentação carbonatada de plataforma. Estas características foram similares em, praticamente, todo o Maciço Ibérico;

- ainda no período Câmbrio existiram, no Maciço Ibérico, grandes formações de rocha vulcânica, presumivelmente, relacionadas com a extensão associada ao *rifting* continental, com posterior formação do oceano *Rheic*;

- no Ordovícico e Silúrico, continuou a sedimentação marinha em todo o Maciço Ibérico.

- a partir do Devónico Médio, o regime tectónico terá passado de distensivo a compressivo, dando origem ao fecho do oceano *Rheic* (fig. 11). Os sedimentos, entretanto depositados, terão sofrido metamorfismo regional e transformaram-se, maioritariamente, em xistos e quartzitos, enquanto os continentes se aproximavam, acabando por formar o grande orógeno Varisco (ou Cadeia Hercínica). Nesta altura da história da Terra, todas as massas continentais estavam “aglutinadas” num único supercontinente: a *Pangeia*. A formação da grande Cadeia Varisca foi responsável pela instalação de batólitos graníticos dominantes no norte e noroeste de Portugal Continental. No Sul, porém, destaca-se a formação dos diferentes sectores da ZSP, nomeadamente, a Faixa Piritosa Ibérica (cujos depósitos tiveram origem no vulcanismo subaquático, no Devónico Superior), o Complexo Ofiolítico Beja-Acebuches (indicativo do processo de fecho do Oceano *Rheic*, de idade Devónica-Carbónico) (fig. 11) e a Serra Algarvia, cujos xistos argilosos e metagrauvaques do Carbónico terão resultado do metamorfismo de baixo grau dos sedimentos areno-argilosos de carácter turbidítico, os quais teriam sido depositados nas margens do bloco continental correspondente à ZSP.

- durante o Pérmico, ter-se-á assistido a processos predominantemente erosivos, relacionados com uma tendência dominante de soerguimento. Estes processos condicionaram a destruição do grande orógeno Varisco e justificam a ausência de rochas deste período nos terrenos de Portugal Continental.

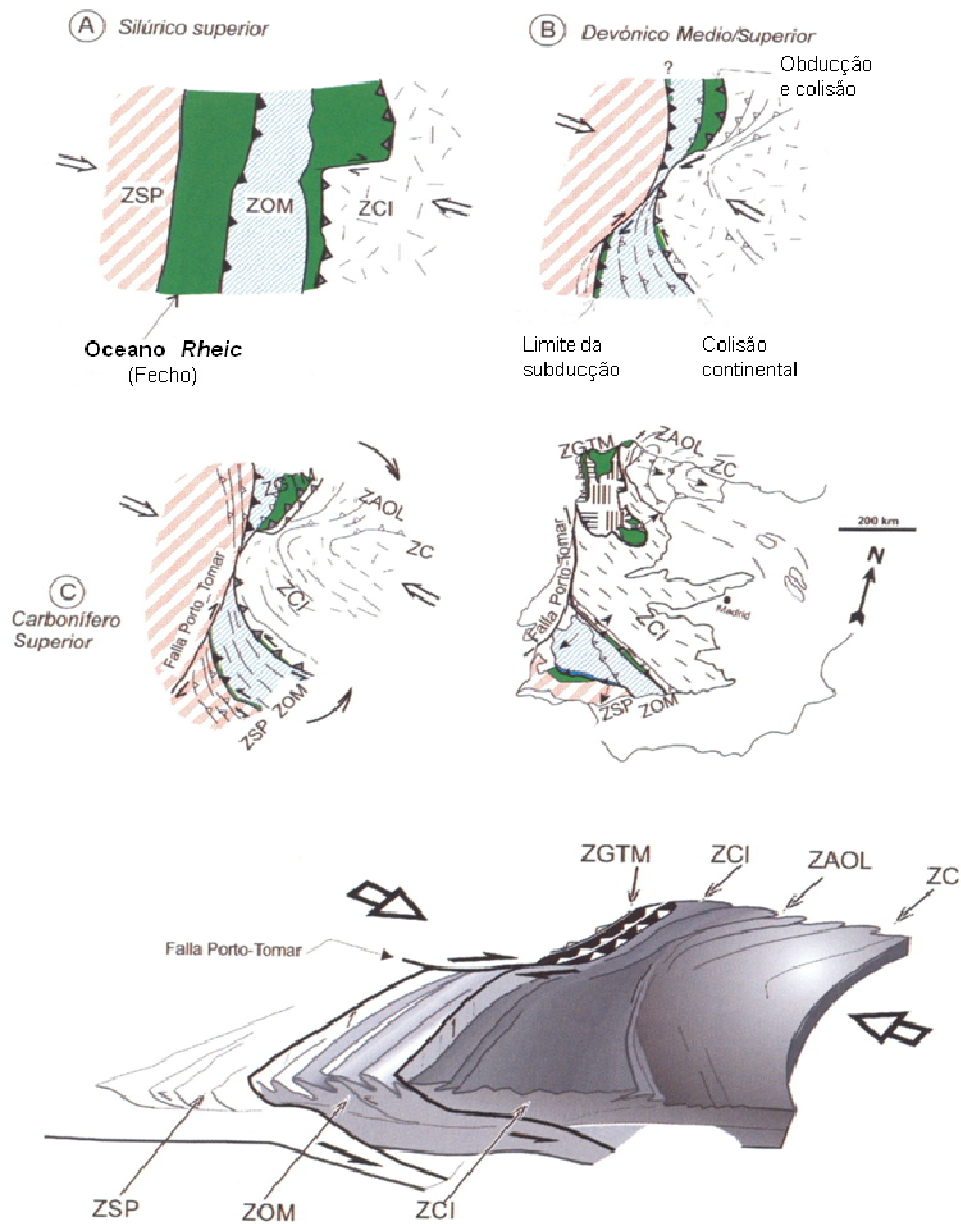


Figura 11 – Representação esquemática do modelo tectónico da orogenia Varisca que afectou o Maciço Ibérico no Paleozóico. Em **A**, **B** e **C** é evidente a tensão compressiva que ocasionou o fecho do oceano *Rheic* desde o Silúrico até ao Carbónico Superior (modificado de SIMANCAS *et al.*, 2002 *in* VERA *et al.*, 2004).

2.5.2 Evolução geológica da Bacia Algarvia

2.5.2.1 Fase de Rifte do Mesozóico

Depois da orogenia Varisca, a Ibéria sofre diversos episódios de *rifting*, durante o Mesozóico, relacionados com a fragmentação do supercontinente Pangeia. Esta é considerada a segunda fase de evolução mais importante da Ibéria (JABALOY *et al.*, 2002). Esta fase de rifte continental, instalada desde o Pérmico Médio até ao Cretácico Inferior, molda o Maciço Ibérico formando as bacias sedimentares meso-cenozóicas: a Bacia do Algarve e a Bacia Lusitana em Portugal (JABALOY *et al.*, 2002).

Situada no canto sudoeste da placa continental Eurásia, a Bacia do Algarve funcionou como uma margem continental limítrofe de dois importantes oceanos, o Atlântico e o Neo-Tétis (ou Tétis ocidental). O desaparecimento deste último resultou da colisão do orógeno Alpino e consequente formação de uma zona de subducção que consumiu este pequeno oceano (TERRINHA & KULLBERG, 2006).

A integração do conhecimento geológico e geofísico mais actualizado sobre a Margem Continental Sul Portuguesa, sobre a Ibéria e os limites das placas litosféricas Africana e Americana, explica que a Bacia Mesozóica do Algarve se desenvolveu num regime tectónico de estiramento e adelgaçamento litosféricos, associados com a abertura do Atlântico Central e, eventualmente, com a formação de crosta oceânica na parte ocidental do Mar de Tétis, entre o Algarve e o norte de África (TERRINHA & KULLBERG, 2006; JABALOY *et al.*, 2002).

A fase de *rifting* Mesozóico foi polifásica, tendo incluído três episódios principais:

- desde o Pérmico Inferior ao Triásico Superior, a fase de *rifting* originou a formação de grabens, que formaram bacias sedimentares, preenchidas com depósitos continentais, cujo alongamento preferencial identificado foi NE-SW para E-W;

- do Jurássico Inferior ao Jurássico Médio, ocorreu nova fase de *rifting* que separou parte do continente *Laurásia* do *Gondwana*. Esta extensão permitiu, não só a formação do oceano Tétis Ocidental, como a criação da margem sul da Ibéria com o Atlântico Central.

- do Jurássico Superior ao Cretácico Inferior, em resultado de outra fase de *rifting*, a Ibéria ficou separada da América do Norte e da Europa. As margens oeste e norte resultaram do sistema de grabens gerado e da instalação de actividade magmática de natureza básica. Segundo SCHERMERHORN (1978, *in* JABALOY *et al.*, 2002) foi nesta

altura que se instalou o filão dolerítico de Messejana-Plasencia, marcando, provavelmente, o início desta fase de rifte (TEIXEIRA, 1981) (fig. 12).

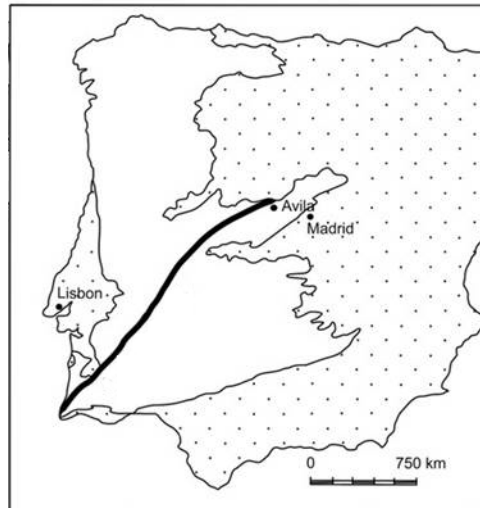


Figura 12 – Filão da Messejana de natureza toleítica. Estende-se por 530 km e apresenta 5 a 300 m de espessura. Está relacionado com a fase de abertura do Atlântico Norte (modificado de MARTINS *et al.*, 2008).

2.5.2.2 Ciclo Alpino

A terceira maior fase de evolução da Península Ibérica deu-se durante o ciclo Alpino, com a colisão da Europa, Ibéria e África. A partir do Cretácico Superior, a África começa a colidir com a Europa, causando o progressivo fecho do mar de Tétis. Nova fase de deformação se inicia com a colisão entre a Ibéria e a Europa, durante o Paleogénico, seguida da colisão entre a África e a Ibérica, desde o Neogénico até ao presente (JABALOY *et al.*, 2002).

A singularidade da posição da Bacia do Algarve e, claro, da Ibéria, confere algumas peculiaridades tectonostratigráficas relacionadas com as fases de *rifting*, cuidadosamente identificadas na arriba da praia do Amado, que serão descritas no capítulo 4.

Em conclusão, apresenta-se a sequência de esquemas representativos da evolução peleogeográfica e tectónica da evolução da Península Ibérica desde o Carbónico Superior até ao presente (fig. 13).

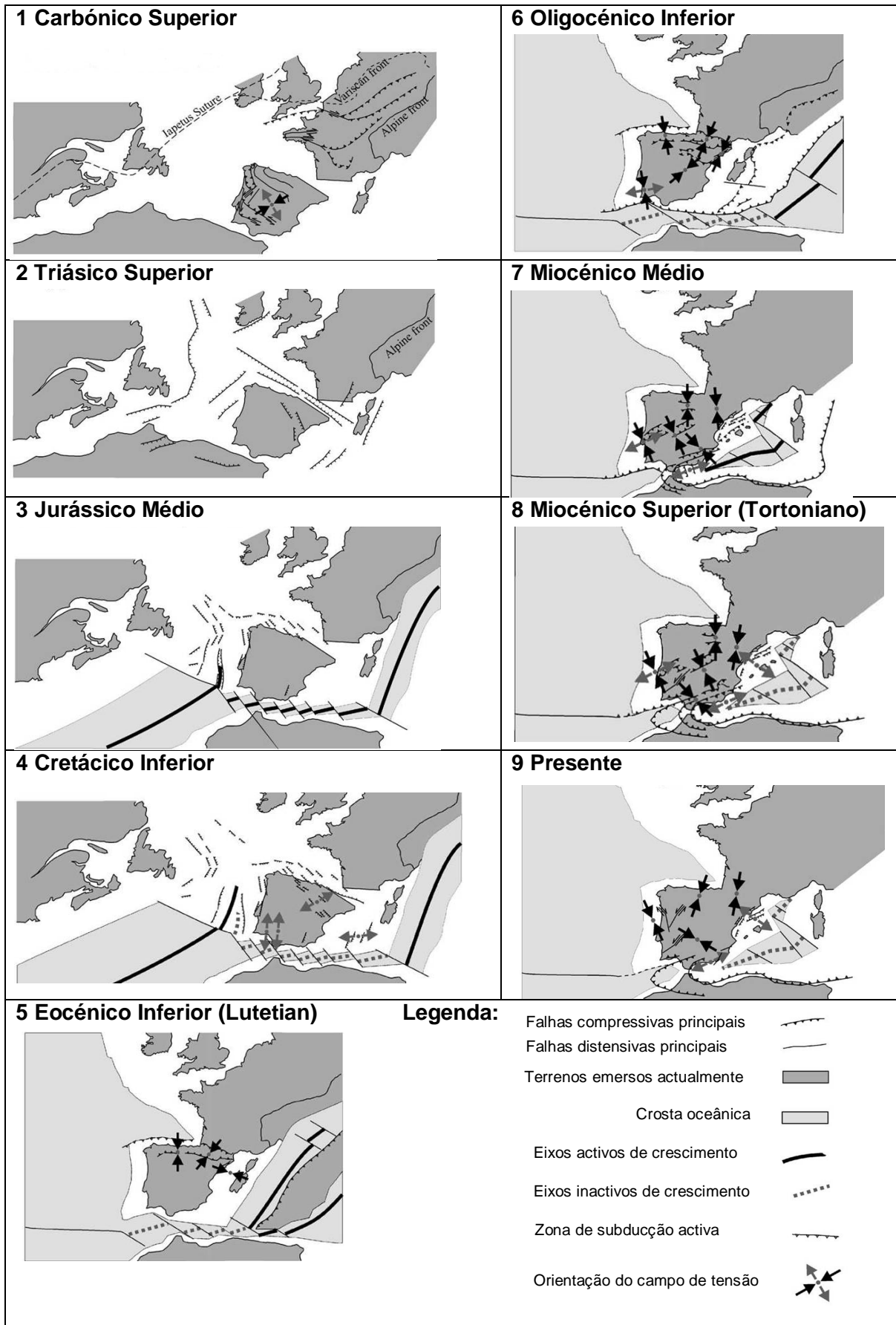


Figura 13 – Esquema representativo da reconstrução paleogeográfica e tectónica da evolução da Ibéria desde o Carbónico Superior até ao presente (adaptado de JABALOY *et al.*, 2002).

3 DIVULGAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO

3.1 Geodiversidade, Património Geológico e Geoconservação

Foi a partir da década de noventa que surgiu a utilização do termo *geodiversidade* em artigos e congressos. Começou no meio científico australiano e inglês tendo sido logo adoptado no círculo das geociências de muitos outros países (GRAY 2004 e 2005 *in* BRILHA, 2005). O termo foi aos poucos dando lugar à formulação de um conceito que descreve a variedade do meio abiótico, à semelhança do seu homólogo no campo da Biologia – biodiversidade. Nos anos que se seguiram, vários autores tiveram uma participação na evolução deste novo conceito. Foi na Royal Society for Nature Conservation do Reino Unido que surgiu a definição adoptada neste trabalho:

“A geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos activos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra” (BRILHA, 2005: p.17).

Por ser um conceito recente, o seu reconhecimento por parte da sociedade só agora começa a dar os primeiros passos, enquanto a comunidade científica avança para uma nova consciencialização do poder legislativo e decisor sobre a necessidade de proteger a geodiversidade, justificando com o inegável valor intrínseco, cultural, estético, económico, funcional, científico e educativo (BRILHA, 2005).

Deste modo, à preservação do património geológico atribui-se a designação de *geoconservação* e aos valores da geodiversidade, *património geológico*. Segundo SHARPLES (2002), geoconservação é uma preocupação com a gestão da conservação das rochas, paisagens e solos, que reconhece na geodiversidade valores na conservação da Natureza. Para o autor, a geoconservação tem como objectivo preservar a diversidade natural abiótica, isto é, a geodiversidade de aspectos geológicos (substrato), geomorfológicos (paisagem) e do solo, mantendo a evolução e intensidade naturais de mudança desses aspectos e processos. Assim, os objectivos da geoconservação são:

- a manutenção da geodiversidade;
- a manutenção da evolução e intensidades naturais de mudança.

Por sua vez, GRAY (2004) afirma que a geodiversidade deve ser conservada por duas razões: a geodiversidade é valiosa e estimada de inúmeras formas e é ameaçada por uma enorme variedade de actividades humanas.

A geoconservação começa, finalmente, a ser levada a sério porque é impossível ter uma estratégia sensata de ordenamento do território que ignore os aspectos físicos do ambiente – topografia, solo, processos físicos (GRAY, 2004). A conservação da geodiversidade está, por isso, na base da nossa sobrevivência.

3.2 Iniciativas de divulgação e conservação do Património Geológico do Algarve

Várias iniciativas têm sido desenvolvidas na área da divulgação e conservação do Património Geológico do Algarve, principalmente, durante a última década.

Na maioria dos casos estas acções têm vindo a acontecer de forma pontual, estando relacionadas com a elaboração de dissertações e teses universitárias ou com actividades de docentes e investigadores, em particular da Universidade do Algarve. Exemplos são as publicações esporádicas, seja em artigos científicos, seja em obras, como é o caso da “*Carta Geológica Simplificada da Ria Formosa*” elaborada com o objectivo de divulgação científica direccionada ao público em geral. Este livro foi o resultado de um trabalho conjunto entre o Instituto Nacional de Energia Tecnologia e Inovação (INETI) e a Universidade do Algarve (UAAlg), financiado pela CUF – Minas de Salgema de Loulé. Ainda se salientam as publicações sobre sítios de interesse geológico disponíveis na página *web* do INETI, um importante trabalho de divulgação do Património Geológico de Portugal. De entre os vários locais seleccionados em todo o país, estão descritos vinte e um sítios de interesse geológico no Algarve.

Outras iniciativas revestem-se de grande importância e eficácia pela sua actuação consertada que envolve a colaboração de entidades várias. Destacamos as actividades da Associação para a Defesa do Património Geológico do Alentejo e Algarve (DPGA), seja pelo seu contributo na actualização dos conhecimentos dos docentes, ao nível da Geologia, seja pelas acções de formação que promovem com frequência. Estas fornecem conteúdos teóricos e práticos actualizados e ajustados aos temas que compõem o elenco das disciplinas dos níveis do Ensino Básico e Secundário; promovem, ainda, outras iniciativas de carácter mais geral para ensinar Geologia a todos. Foi o caso da organização de um curso de dois dias sobre a Geologia local, encarada na vertente turística. Tal iniciativa resultou de uma parceria entre a DPGA e a organização ALMARGEM, uma Associação de Defesa do Património Cultural e Ambiental do Algarve.

Salientamos, igualmente, a parceria notável entre a Direcção Regional de Educação do Algarve (DREAlg) e entidades como os Centros Ciência Viva, organismos públicos ligados à investigação e ensino universitário, ao turismo, às autarquias e empresas regionais no projecto “Contos do Mago – Narrativas e Percursos Geológicos”. Este projecto inclui-se no 5º ciclo temático do Programa Regional de Educação Ambiental pela Arte (PREAA), uma iniciativa da DREAlg (TAPADINHAS, 2002) para escolas de todos os níveis de ensino, da região do Algarve. Os “Contos do Mago” são um livro e um projecto

sobre a mitologia da criação geológica do Algarve, onde dez contos literários, da autoria de TAPADINHAS (2009), são acompanhados de um comentário científico e de actividades para serem realizadas ao longo dos percursos geológicos a que cada conto alude. Este projecto, principalmente regional, teve uma forte projecção nacional e internacional pois beneficiou do alto patrocínio da UNESCO, durante o Ano Internacional do Planeta Terra (AIPT), em 2009 e 2010.

Reconhecemos a elevada importância deste projecto, mais ainda por termos estado envolvidos nele em vários domínios, entre eles a coordenação e a formação de professores dinamizadores na área científica das geociências. No nosso entendimento, o 5º ciclo temático do PREAA foi pedra basilar na divulgação e preservação do Património Geológico do Algarve, pois contribuiu para a ampliação da cultura científica e cultural dos alunos, motivando-os para a preservação do património natural. Realmente, quando o aluno se habitua a compreender o que existe no ambiente à sua volta, trata os objectos e realidades pelos nomes e deseja preservá-los.

Todos estes trabalhos se revestem de uma indubitável qualidade e importância na ampliação e divulgação do conhecimento científico da rica geodiversidade do sul de Portugal. Entendemos, no entanto, que outros caminhos podem ser traçados, nomeadamente a criação de um geoparque onde se incluam os Locais de Interesse Geológico descritos neste trabalho, visto que eles apresentam especial relevância científica, estética e de raridade, além de estarem associados a um património histórico, cultural e ecológico.

Consideramos esta, uma importante visão de estratégia integrada e consertada para a região, eficaz para o desenvolvimento regional, conservação e divulgação do Património Natural do Algarve, com vantagens sociais e económicas associadas. Na verdade, a criação de um geoparque da UNESCO, promoveria as seguintes características: a conservação sustentável do património geológico; a educação do público em geral e dos alunos em particular sobre os temas geológicos e ambientais; também a investigação científica lucrativa com a existência de um geoparque.

4 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO (LIG's) NO ALGARVE OCIDENTAL E ENQUADRAMENTO PARA EXPLORAÇÃO DIDÁCTICA

4.1 Considerações prévias

Embora a selecção dos três LIG's que propomos para a zona em estudo, não tenha como finalidade corresponder a um determinado alinhamento ou percurso formativo, eles são representativos de diferentes ambientes geológicos e tectónicos que afectaram a evolução do Algarve e que se incluem nas temáticas da geologia geral do ensino secundário. Por isso, cada LIG é enquadrado, do ponto de vista didáctico, nos conteúdos programáticos mais adequados.

A estruturação dos textos tem em conta considerações gerais sobre o local em estudo, onde é geralmente efectuada uma descrição, caracterização e interpretação dos aspectos de natureza geológica que nos permitem justificar o valor científico e de património natural merecedor de divulgação e preservação.

4.2 Caracterização dos Locais de Interesse Geológico (LIG's)

4.2.1 Praia da Murração

4.2.1.1 Localização

A praia da Murração situa-se na costa oeste do Algarve. Englobada na área do Parque Natural da Costa Vicentina, esta é a última praia a norte, do concelho de Vila do Bispo. A acessibilidade à praia é boa apesar de ser em caminho de terra batida com cerca de 4,6 km a partir da estrada principal. Este cruzamento está a 4 km de Vila do Bispo depois de se deixar esta vila em direcção ao norte (fig.14).



Figura 14 – Localização da praia da Murração, na costa Vicentina (imagens modificadas de *ViaMichelin*).

Em termos geológicos, é na praia da Murração que encontramos a melhor exposição das unidades do Grupo da Carrapateira: Formação de Bordalete, Formação de Murração e Formação de Quebradas. A definição dos estratotipos das Formações de Murração e de Quebradas foi feita nas arribas desta praia (OLIVEIRA *et al.*, 1985). O elevado interesse científico deste sector advém do facto de ser a única secção da parte portuguesa da Zona Sul Portuguesa (ZSP) onde quase todo o andar Tournaisiano está representado (PEREIRA *et al.*, 1994; PEREIRA, 1999).

A partir do estudo tectónico-estratigráfico deste local, e em correlação com o conhecimento de outras áreas da ZSP, conseguimos interpretar a evolução paleogeográfica e paleoambiental deste território durante o Paleozóico Superior. As estruturas desta área são resultado directo de diferentes fases da orogenia varisca. A análise de perfis de reflexão sísmica profunda mostra que o sistema de carreamentos que caracteriza a deformação da ZSP está enraizado na crosta média (SIMANCAS *et al.*, 2003 *in* VERA 2004). Nos mesmos estudos ainda se sugere (com as devidas reservas) que a frente do orógeno pode ter estado um pouco além do extremo sudoeste de Portugal, numa área que agora se encontra submersa pelo Atlântico, impedindo estudos de pormenor (RIBEIRO & SILVA, 1983 *in* OLIVEIRA, 1984 e SIMANCAS, 2004 *in* VERA 2004).

Nas arribas da praia da Murração está exposta uma importante estrutura tectónica relacionada com a deformação varisca, o designado carreamento da Carrapateira. Estima-se que a velocidade média de avanço da deformação varisca, no Moscoviano, terá sido de 4 mm/ano provocando uma deslocação do manto da Carrapateira que pode ser de 10 a 20 km, ou mesmo superior (RIBEIRO, 1983 *in* OLIVEIRA, 1984) (fig. 15).

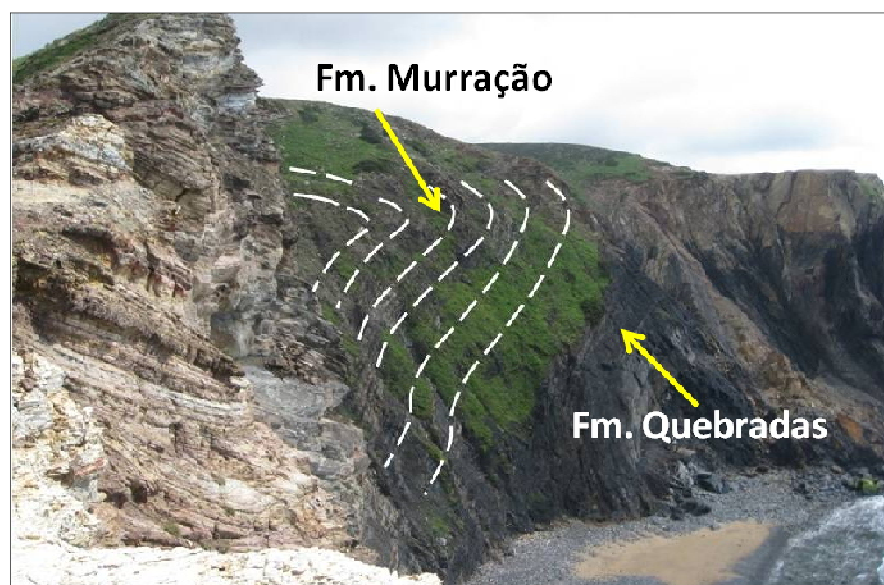


Figura 15 - Fotografia da frente do carreamento visível do cimo da arriba sul da praia da Murração. É evidente a dobra deitada que afecta as rochas da Formação da Murração.

4.2.1.2 Estratigrafia

A estratigrafia das arribas da praia da Murração corresponde às unidades do Grupo da Carrapateira e à Formação de Brejeira, todas do Paleozóico Superior (Carbónico) e pertencentes ao sector sudoeste da ZSP (ANEXO II - Coluna litológica da praia de Murração). Estudos recentes de paleontologia de goniatites (KORN, 1997) e de palinologia (PEREIRA *et al.*, 2008) foram aplicados nestas formações, complementando dados já existentes e aperfeiçoando outros.

GRUPO DA CARRAPATEIRA:

Formação de Bordalete

Esta formação constitui uma sucessão de xistos argilosos escuros piritosos e níveis centimétricos de siltitos com estratificação paralela e, mais raramente, estratificação cruzada. Estas rochas sugerem sedimentação num ambiente marinho calmo, pouco oxigenado e, supõe-se, não terá tido uma profundidade superior a 200 metros. São muito frequentes, em todos os níveis desta formação, nódulos calcisiltíticos e fosfatados de origem diagenética, alguns dos quais chegam a atingir dimensões métricas. Também aparecem alguns nódulos de pirite (OLIVEIRA *et al.*, 1984).

Os macrofósseis são raros nesta formação, sendo mais frequentes pistas fósseis do icnogénero *Skolithos*. Também podem ser encontrados fósseis de goniatites, estes indicam uma idade Tournaisiano inferior a médio (KORN, 1997). Todavia, os estudos de palinologia apontam que todo o andar Tournaisiano está representado na Formação de Bordalete, pois foram identificadas todas as biozonas deste andar (PEREIRA, 1999).

Formação de Murração

A Formação de Murração apresenta dois membros com características distintas: o Membro Pedra das Safias na base e o Membro Vale Figueira no topo. O Membro Pedra das Safias é composto por alternâncias de calcários dolomíticos e margas; o Membro Vale Figueira é mais argiloso e constituído por camadas de xistos negros com intercalações de calcários.

O conteúdo fóssilífero desta formação é constituído por fósseis de goniatites, trilobites, crinóides, corais e *Posidonia becheri*. A idade da formação é Viseano inferior a Serpukoviano (OLIVEIRA *et al.*, 1984, 2006 e OLIVEIRA *et al.*, 1985; KORN, 1997 *in* FERNANDES, 2009)

Formação de Quebradas

A Formação de Quebradas é composta por uma sucessão de xistos negros piritosos com intercalações de carbonatos, bancadas ricas em ferro e magnésio e horizontes com nódulos fosfatados na parte superior. A excelente correlação entre os dados, fornecidos pelas goniatites e esporos, aponta para idades entre Serpukoviano superior e o Bashkiriano (PEREIRA, 1999).

As características mais relevantes desta formação são as seguintes: na base, os xistos negros (tomam esta coloração por serem ricos em matéria orgânica) pela acção da alteração meteórica adquirem uma cor esbranquiçada. Contudo, os níveis de xistos mais carbonosos tomam o aspecto de cor cré. A percentagem elevada de pirite aponta para que os sedimentos se tenham depositado em meios marinhos calmos e redutores, de águas, talvez moderadamente profundas e associadas a um importante evento transgressivo. Foi na pequena baía da praia de Quebradas, contígua à praia da Murração, a sul, que se definiu o estratótipo desta unidade.

Formação de Brejeira

A Formação de Brejeira constitui a unidade estratigráfica mais recente do Grupo do Flysch do Baixo Alentejo. É essencialmente constituída por turbiditos clássicos com características sedimentológicas variáveis de nordeste para sudoeste. Assim, a nordeste, no limite com a Formação de Mira, a base apresenta uma sucessão de quartzitos impuros e quartzovaques alternando com xistos argilosos; para sudoeste, os xistos vão sendo progressivamente dominantes em relação aos grauvaques. Os fósseis de goniatites e de esporos conferem-lhe a idade de Bashkiriano inferior, nos afloramentos de nordeste e Moscoviano superior a sudoeste (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Note-se que as várias formações da Zona Sul Portuguesa que acabaram de ser descritas, foram depositadas numa bacia marinha cujas condições, ambientais e paleogeográficas, se modificaram em função da evolução tectónica varisca, que a seguir se descreve de forma sucinta.

4.2.1.3 Tectónica

A Zona Sul Portuguesa, no Paleozóico, correspondia a uma bacia sedimentar onde se poderiam distinguir duas áreas: o extremo sudoeste da bacia que abrange a praia da Murração e a área nordeste. Esta última está fora do âmbito geográfico deste trabalho. Porém, dela se faz uma breve referência, necessária para melhor se entender o seu enquadramento geodinâmico (fig. 16).

Com base nas investigações mais recentes, disponíveis para a Zona Sul Portuguesa e sua posição no Orógeno Varisco Ibérico, expõe-se, de seguida, um ensaio da evolução paleogeográfica e geodinâmica do Sector Sudoeste desde o Devónico Inferior até ao Carbónico. As orientações geográficas das várias unidades têm como referência as coordenadas actuais (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Segundo OLIVEIRA, *et al.* (2006), desde o Devónico Superior até ao final do Bashkiriano, a sedimentação no extremo SW de Portugal aconteceu em regime de plataforma pouco profunda.

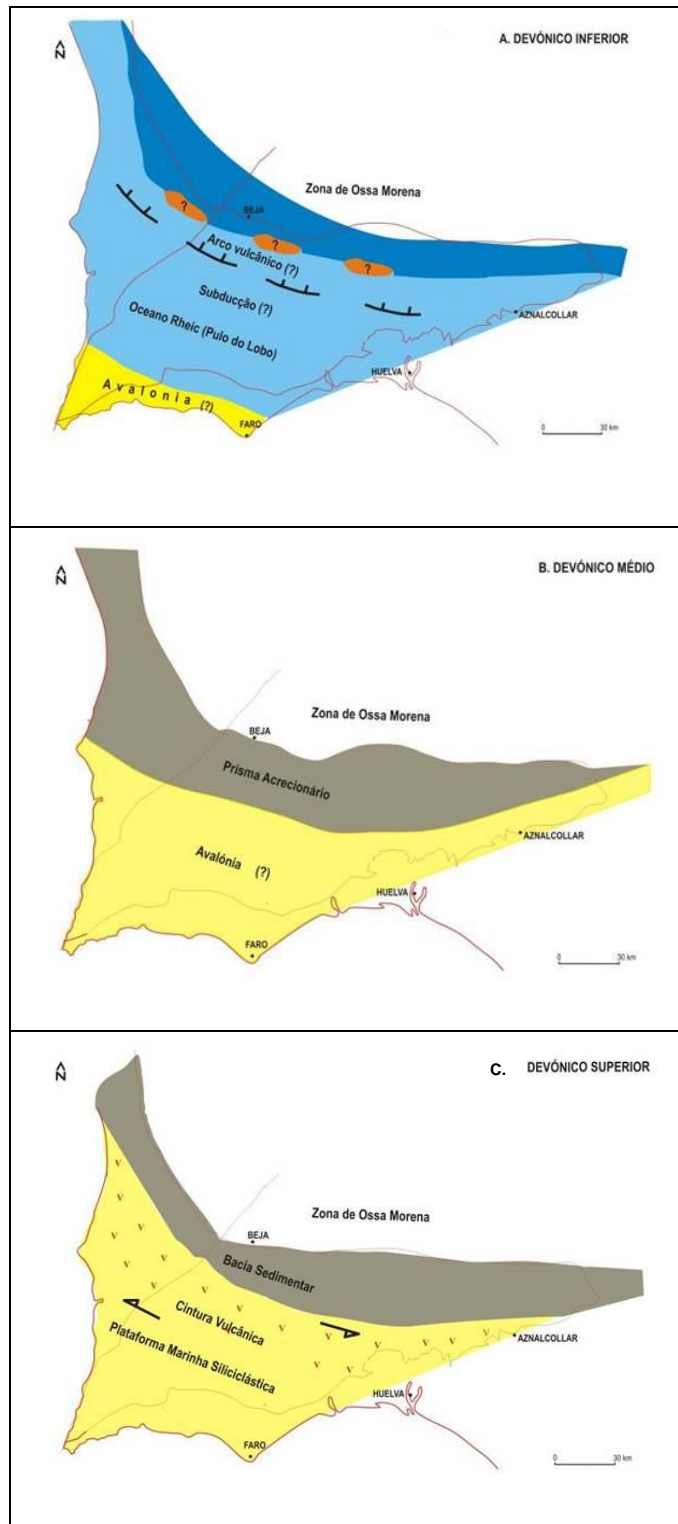


Figura 16 - Modelo de evolução paleogeográfica e geodinâmica do Sector Sudoeste de Portugal no contexto da evolução da ZSP. **A:** Devónico Inferior; **B:** Devónico Médio e **C:** Devónico Superior (segundo OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Neste ambiente, depositaram-se camadas alternadas de sedimentos, com granulometrias distintas, que constituem a Formação de Tercenas. Trata-se de uma repetição rítmica de xistos cinzentos, siltitos, arenitos bioturbados e quartzitos (OLIVEIRA *et al.*, 1984; 1990). Seguiu-se a deposição de uma sequência de sedimentos terrígenos, que constituem a Formação de Bordalete (Tournaisiano) e, numa terceira fase, as características litológicas apontam para a passagem a fácies de plataforma mista argilo-carbonatada, que deu origem às Formações de Murração e de Quebradas (fig. 17).

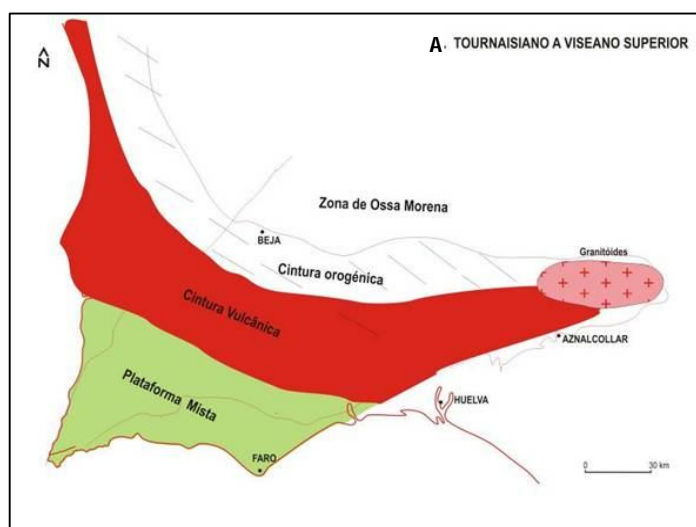


Figura 17 - Modelo de evolução paleogeográfica e geodinâmica do Sector Sudoeste de Portugal no contexto da evolução da ZSP. **A:** Tournaisiano a Viseano superior (segundo OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Durante o Mississipiano não há, no Sector Sudoeste, vestígios apreciáveis da tectónica de carácter extensional que assolava a região nordeste da ZSP, marcada pelo desenvolvimento de um período distensivo que provocou os acontecimentos seguintes: a fragmentação de uma plataforma detrítica do Devónico Superior; abundante magmatismo bimodal; e um elevado gradiente térmico na crosta superior. São estas as características geotectónicas que estão na origem da formação dos grandes depósitos de sulfuretos maciços que caracterizam a Faixa Piritosa Ibérica.

A partir do Viseano superior, identifica-se, para esta área, uma inversão do regime tectónico, ou seja, há uma deformação compressiva associada ao início da sedimentação turbidítica, do Grupo do Flysch do Baixo Alentejo (GFBA). A compressão progrediu progressivamente, no tempo e no espaço, para sudoeste, de tal modo que só no Bashkiriano superior a plataforma mista argilo-carbonatada se viu incorporada na bacia do GFBA (fig. 18 **A**). Durante o Moscoviano (fig. 18 **B**), a bacia terá continuado a progredir para SW, com o afundamento da plataforma mista argilo-carbonatada e a sua

cobertura pelos turbiditos da Formação de Brejeira, com idade do Moscoviano superior (PEREIRA, 2006).

A deformação foi muito mais intensa e complexa a norte, comparando com o extremo sudoeste de Portugal, como fica indicado pelas seguintes características: vergência sul das dobras e carreamentos; diminuição da complexidade e intensidade da deformação

nessa direcção e a idade progressivamente mais jovem dos depósitos turbidíticos do GFBA para sul (SCHERMERHÖRN, 1971; OLIVEIRA *et al.* 1979 *in* VERA, 2004). Como foi referido anteriormente, apesar de ser difícil quantificar o encurtamento geral da ZSP durante este regime compressivo, os conhecimentos sobre os valores de deformação, o estilo das dobras e o salto estimado para os cavalgamentos e carreamentos, permitem ser razoável supor-se um encurtamento global próximo dos 50% e uma velocidade média de avanço da deformação na ordem dos 4 mm/ano (RIBEIRO, 1983 *in* OLIVEIRA, 1984)

Pelo exposto se conclui que a bacia da ZSP constitui um modelo de interrelação entre tectónica, magmatismo e sedimentação.

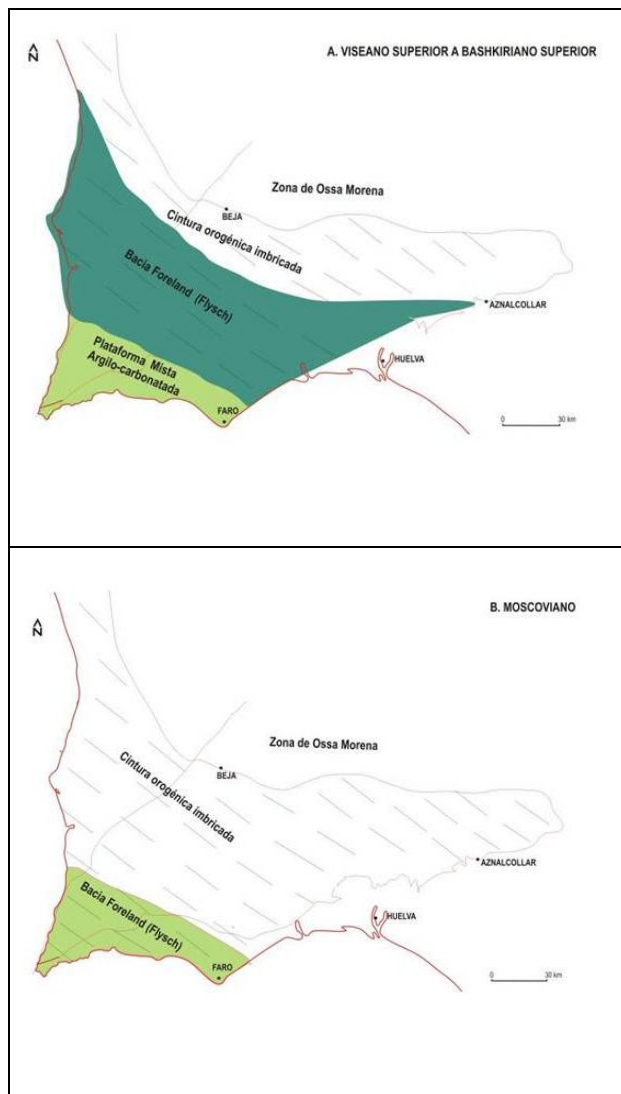


Figura 18 - Modelo de evolução paleogeográfica e geodinâmica do Sector Sudoeste de Portugal no contexto da evolução da ZSP. **A:** Viseano superior a Bashkiriano superior e **B:** Moscoviano (segundo OLIVEIRA *et al.*, 2006).

4.2.2 Praia do Amado

4.2.2.1 Localização

A praia do Amado está situada, na costa oeste do Algarve, a cerca de 2 km da aldeia da Carrapateira, no concelho de Aljezur (fig. 19). Está inserida no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina.

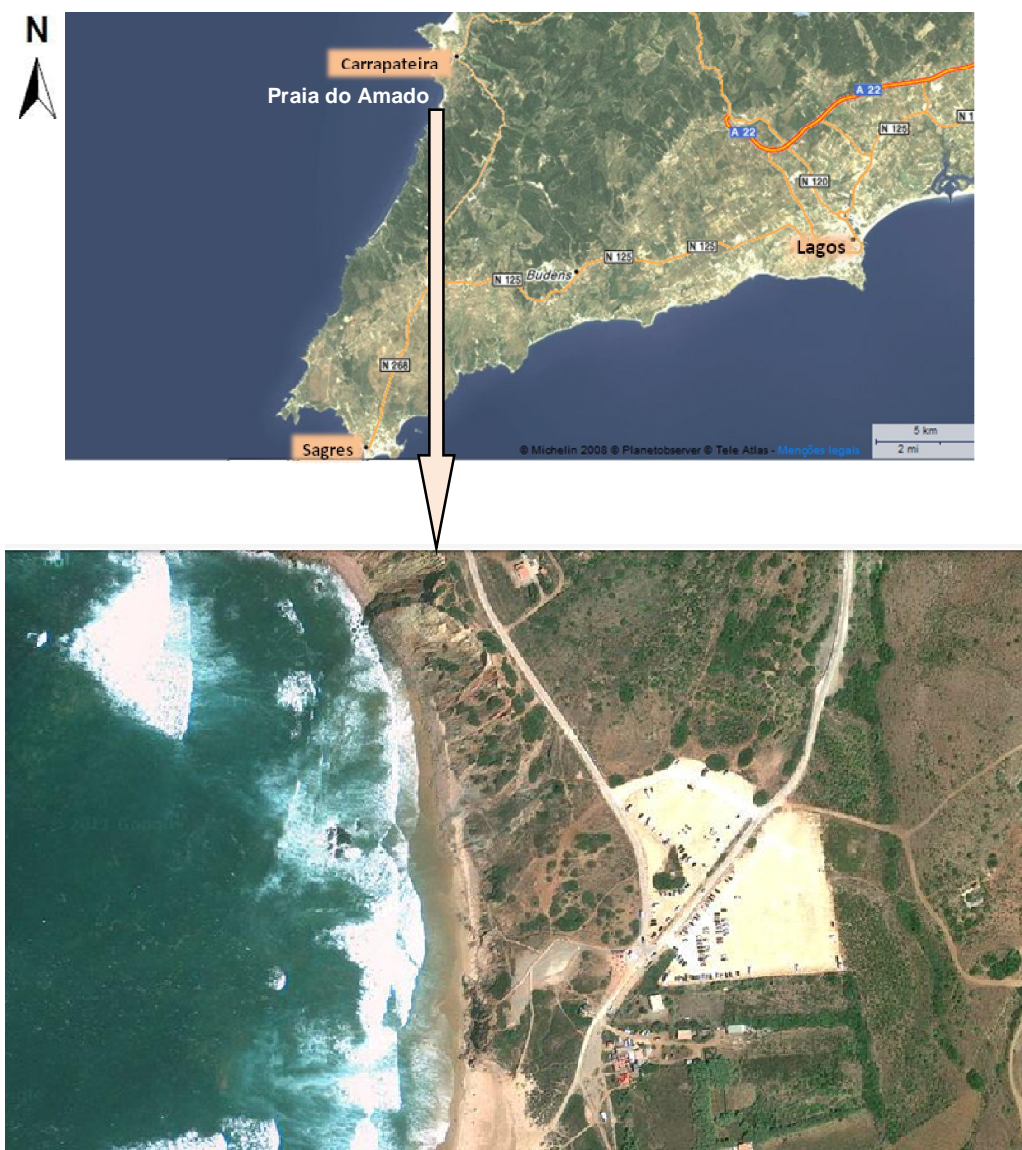


Figura 19 – Localização da praia do Amado, na Costa Vicentina (modificado de Google Earth).

4.2.2.2 Estratigrafia

Na praia do Amado podem encontrar-se os primeiros episódios de deposição de sedimentos do Mesozóico. O seu estudo faz, ainda, prova das perspectivas mais actualizadas da abertura e evolução dos Oceanos Atlântico e Tétis Ocidental e a evolução da Margem Continental Sul e Sudoeste Portuguesas. É na sequência de estratos da arriba do lado norte da praia que encontramos algumas peculiaridades tectonostratigráficas, consequência da importante localização e evolução da Bacia do Algarve, no contexto geodinâmico da Península Ibérica, marcada pela orogenia Alpina, desde o Mesozóico (TERRINHA *et al.*, 2006). Assim, as condições de sedimentação, ao longo desta era, foram variando em todo o Maciço Ibérico, pela geodinâmica interna e externa, resultado de uma variação climática bem marcada, nomeadamente, a predominância de um clima quente e seco durante o Triásico e quente e húmido durante o Jurássico e o Cretácico (TERRINHA, 1998).

É actualmente aceite que, durante a era Mesozóica terá ocorrido, na Bacia Algarvia, sedimentação detrítica associada a cursos de água de carácter efémero durante o Triásico Superior, dando origem à denominada Formação dos Arenitos de Silves, muito bem representados na praia do Amado (ANEXO III - Coluna litológica dos Arenitos de Silves da praia do Amado). Estes são, genericamente, constituídos por um membro basal de conglomerados, com clastos mais ou menos angulosos, seguidos de depósitos avermelhados de arenitos, lutitos e argilitos ferruginosos, e terminando com intercalações de pelitos e arenitos (FERNANDES, 2009 a). Denunciam uma deposição de larga escala, resultante de condições de tectónica activa e erosão em ambiente aluvionar, interpretados como de origem torrencial ou fluvial. Sabemos hoje que, tais arenitos avermelhados, só podem ter resultado de climas marcadamente áridos com uma sazonalidade bem expressa do regime de precipitação. A sua coloração resultou da oxidação dos minerais de ferro em contacto com o ar atmosférico (AZERÊDO *et al.*, 2003).

Neste sentido, a reconstrução paleogeográfica referente à passagem do Triásico para o Jurássico, vem ajudar na compreensão destas características climáticas, pois a porção da actual Ibéria que estava, no Triásico Superior, localizada na faixa climática quente com estação seca predominante, migrou para uma localização intertropical, ainda de clima quente mas húmido. No Jurássico Médio, a latitude seria cerca de 20° a 30° N (DERCOURT *et al.*, 1985, 1993 citado em AZERÊDO *et al.*, 2003). A combinação de características climáticas e topográficas esteve, provavelmente, na origem de condições climáticas típicas dos desertos actuais.

No Jurássico Inferior ter-se-á assistido a processos de vulcanismo subaquático e subaéreo que terão originado escoadas basálticas e deposição de camadas de piroclastos, constituindo-se, genericamente, o chamado Complexo Vulcano-Sedimentar.

Após este episódio de vulcanismo, ainda durante o Jurássico Inferior, ter-se-á verificado uma transgressão marinha, durante a qual se terão depositado calcários, os quais sofreram, posteriormente, dolomitização.

Seguiu-se um episódio regressivo marinho, no Jurássico Médio, durante o qual se terão depositado, na Bacia Algarvia, os calcários margosos e as margas que caracterizam esta época. O final do Jurássico Médio e o início do Superior caracterizam-se por um importante episódio tectónico em toda a Ibéria, originando um importante episódio erosivo.

No Jurássico Superior ocorreu, possivelmente, uma nova transgressão, caracterizada pela deposição de calcários de plataforma. Os calcários, formados a cerca de 20 a 100 metros de profundidade, e os calcários margosos respeitantes a este período, contêm bastantes fósseis de braquiópodes, bivalves, equinodermes, corais e gastrópodes. Estas litologias encontram-se associadas a mares tropicais calmos, por vezes afectados por tempestades, límpidos, pouco profundos e quentes (OLIVEIRA, 1984)

Durante o Cretácico Inferior verificou-se a deposição de calcários, calcarenitos e arenitos em virtude de diversos movimentos transgressivos e regressivos. Desde o final do período Cretácico ao Miocénico existe um hiato deposicional na Bacia do Algarve (OLIVEIRA, 1984).

A partir do Miocénico estabeleceram-se novamente condições propícias à sedimentação. Esta é, maioritariamente, de carácter marinho, é uma época caracterizada pela presença de calcarenitos muito fossilíferos (MOURA, 1998).

No final do Neogénico e início do Quaternário observa-se uma mudança na sedimentação, passando esta a ser essencialmente continental detrítica de características fluviais (MOURA, 1998).

4.2.2.3 Tectónica

Na praia do Amado, as principais características estruturais resultam de um basculamento das camadas para norte. Encontram-se uma série de falhas normais (fig. 20) e, em menor número, falhas inversas, muitas das quais preenchidas por rochas ígneas. Esta sucessão termina, na parte norte da praia, com uma importante falha normal (fig. 21). Nesta falha há estruturas que permitem concluir sobre o seu movimento, como arrepios (*drag folds*) que afectam as camadas de argilitos vermelhos e dolomitos. O movimento de fricção dos blocos ao longo do plano da falha deu origem a uma caixa de falha, com cerca de 20-30 cm de espessura, preenchida por uma brecha constituída por fragmentos de rochas (FERNANDES, 2009). Segundo RAMALHO & RIBEIRO (1985), as idades das formações nos dois blocos da falha, Kimeridgiano no tecto e Triásico-Hetangiano no muro, parecem indicar que se trata de uma falha regional importante, cujo movimento relativo dos blocos terá omitido todo o Jurássico Inferior e Médio. Porém, estas interpretações são baseadas apenas em relações geológicas por faltarem elementos comuns no tecto e no muro da falha, que permitiriam conclusões com maior precisão.



Figura 20 – Falha normal formada em regime tectónico distensivo. A camada guia (dolomitos) apresenta-se deslocada, o tecto desceu em relação ao muro.



Figura 21 – Falha normal. Estrutura resultante da actuação de tensões distensivas.

4.2.3 Maciço Alcalino de Monchique

4.2.3.1 Localização

A Serra de Monchique localiza-se no Algarve Ocidental, a cerca de 23 km de Portimão. A vila de Monchique situa-se num vale, a 455 metros de altitude, entre os blocos da Fóia e da Picota (GONÇALVES, 1967).

Com uma forma aproximadamente elíptica, o Maciço de Monchique, abrange uma área de 63 km², sendo o eixo maior de cerca de 16 km e com direcção WSW-ENE; enquanto o eixo menor tem aproximadamente 6 km. Este maciço apresenta dois grandes blocos estruturais que correspondem aos pontos mais elevados da serra: o bloco da Fóia, cujo pico principal tem uma altitude de 902 m, e o bloco da Picota com o cume a 774 m de altitude (fig. 22). Estes dois blocos encontram-se separados por um grande vale de fractura, relacionado com a existência da Falha Monchique-Portimão (VALADARES *et al.*, 2004).

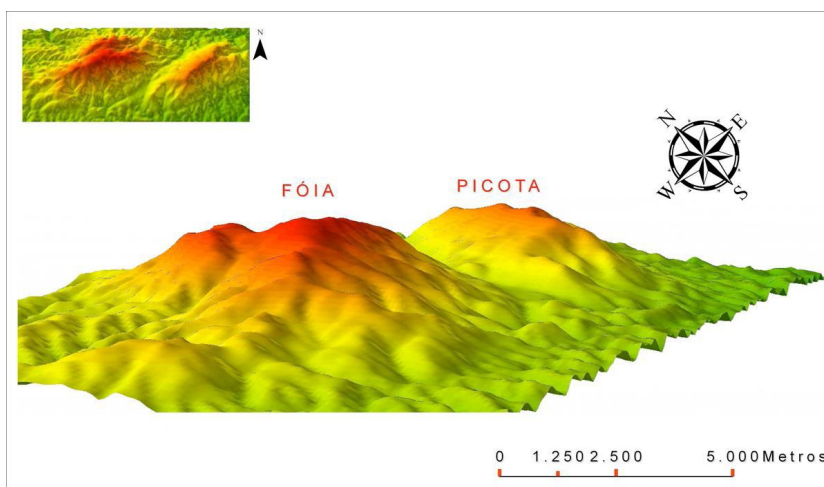


Figura 22 – Representação do Maciço de Monchique constituído por dois blocos topográficos (Fóia e Picota), separados por um vale tectónico (modificado de VALADARES *et al.*, 2004).

4.2.3.2 Tipos litológicos

São quatro os principais grupos de litologias que se podem distinguir em todo o Complexo Alcalino de Monchique. A variação da sua distribuição mostra uma estrutura interna zonada e concêntrica posta em evidência pelos trabalhos de cartografia apresentados por GONZÁLEZ-CLAVIJO & VALADARES (2003).

No centro encontra-se sienito nefelínico homogêneo, *unidade sienítico nefelínica central*; à sua volta distingue-se um anel descontínuo de sienitos nefelínicos

heterogéneos, designado por *unidade de sienito nefelínico de bordo*; os restantes grupos litológicos acentuam a zonação do maciço e correspondem aos corpos de *rochas ultramáficas, máficas e intermédias*; e, por último, temos as *formações brechóides* (fig. 23).

1) Unidade de sienito nefelínico central

O sienito nefelínico desta unidade ocupa mais de metade da área total do maciço, cerca de 60%, e mostra uma textura homogénea e granulariedade grosseira. A nefelina que caracteriza esta rocha aparece nesta unidade em percentagens superiores a 20% atingindo, pontualmente, 40%. Para além da nefelina, a biotite, o feldspato alcalino, a piroxena e a esfena constituem os componentes mineralógicos principais deste sienito.

2) Unidade de sienito nefelínico de bordo

Esta unidade localiza-se perifericamente em relação à anterior e ocupa cerca de 40% da área aflorante do Maciço de Monchique. A textura da rocha é variável apresentando, igualmente, uma granulometria heterogénea (varia de muito fina a pegmatítica).

É caracterizada por conter um teor de nefelina inferior a 10%, ainda que nalguns locais atinja os 20%, sendo a restante composição mineralógica semelhante à da unidade central. Contudo, tem maiores quantidades de biotite e esfena, além de apresentar anfíbola (ausente na unidade anterior).

Outra característica distintiva é o grau de fracturação superior ao do sienito da unidade central e a presença, no seu interior, de grandes encraves de corneanas.

3) Rochas ultramáficas, máficas e intermédias

Este grupo de rochas foi cartografado em oito zonas distintas. Apresenta-se sucintamente a sua localização em relação às unidades do sienito nefelínico: i) cinco grupos situam-se no contacto entre as duas unidades de sienito nefelínico; ii) os outros três conjuntos localizam-se no interior da unidade de bordo, próximos do contacto com a unidade central.

4) Formações brechóides

Associada à intrusão de complexos ígneos é comum a formação de brechas. Aqui as formações brechóides perfazem 5% do Complexo Alcalino de Monchique e a sua constituição é maioritariamente de clastos angulosos, principalmente de rochas básicas

com matriz sienítica. Porém, são encontradas brechas com a dimensão dos clastos, o arredondamento e a natureza lítica distintas, sendo comum exibirem bordos de reacções com o magma que arrastou estes clastos.

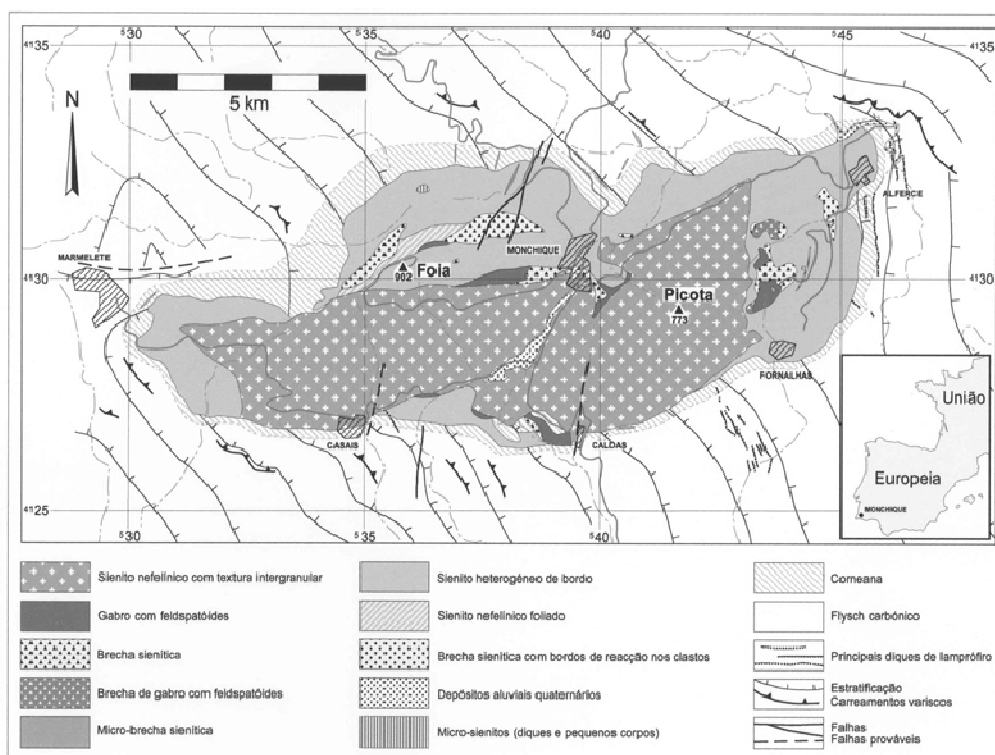


Figura 23 - Mapa geológico do Maciço Alcalino de Monchique. É notória a estrutura zonada grosseiramente concêntrica, distinguindo-se os diversos tipos litológicos no interior do maciço e um esquema da estrutura do encaixante paleozóico, onde está cartografada a auréola de metamorfismo de contacto (segundo GONZÁLES-CLAVIJO & VALADARES, 2003).

4.2.3.3 Modelo genético

O magmatismo do Cretácico Superior que originou as rochas plutónicas e subvulcânicas do Complexo Ígneo de Monchique, distingue-se de anteriores ciclos magmáticos do Mesozóico pela sua natureza geoquímica e ambiente geodinâmico.

Este maciço é marcadamente alcalino e está relacionado com a fase de actividade magmática, em ambiente pós-rift e duração aproximada de 22 Ma (94 a 72 Ma), que assolou a Ibéria. Os ciclos magmáticos anteriores tinham sido de natureza toleítica, cerca dos 200 Ma, e de composição de transição para magma alcalino entre os 130-135 Ma (MIRANDA *et al.*, 2009).

O modelo tectónico actualmente aceite para explicar a formação deste batólito, resultou da integração dos novos dados de cartografia e geologia (GONZÁLEZ-CLAVIJO & VALADARES, 2003 e VALADARES *et al*, 2004). As interpretações daí resultantes definem a existência de duas fases de pulsos de actividade magmática. A primeira fase aconteceu entre 94 Ma a 88 Ma durante a abertura do Golfo da Biscaia e consequente rotação da Península Ibérica. A segunda fase aconteceu entre 75 Ma e 72 Ma. Esta fase final de actividade magmática ocorreu durante o início da orogenia Alpina na Ibéria e foi responsável pela formação dos Pirinéus da Cadeia Bética e da inversão tectónica nas bacias Mesozóicas (MIRANDA *et al*, 2009).

Considera-se, inicialmente, a instalação de um magma de composição básica, ao longo de falhas com orientação ENE-WSW. Aceita-se uma actividade magmática em sucessivos pulsos de magma. Assim, os corpos de sienito nefelínico intruídos adquiriram formas ovóides irregulares, de textura e mineralogia heterogéneas e, ainda, a presença de diques e filões abundantes nas zonas de contacto mais exteriores. Conservam, também, no seu interior encraves de corneanas.

As formações brechóides atrás referidas resultaram dos diversos pulsos magmáticos que arrastaram fragmentos de rochas básicas e outras encaixantes. A segunda fase de actividade magmática correspondeu a um volume muito maior de magma que ocupa uma posição central e cuja *fácies* tem características distintas da unidade de bordo (MIRANDA *et al*, 2009).

5 ROTEIROS GEOLÓGICOS PARA EXPLORAÇÃO DIDÁCTICA DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO (LIG'S)

5.1 O trabalho prático e o ensino das geociências

O ensino das geociências encontra, nas múltiplas vertentes do trabalho prático, um importante recurso didáctico, imprescindível ao desenvolvimento e aprofundamento de conhecimentos, atitudes e procedimentos dos alunos.

Segundo vários autores (FREITAS, 2000; LEITE, 2000 e 2001), o conceito de trabalho prático integra, para além do trabalho experimental (TE), o trabalho de campo (TC) e o trabalho laboratorial (TL). É, pois, neste sentido que julgamos conveniente entender e aplicar as propostas do programa do ensino secundário no campo de acção das geociências. É importante ter em consideração certas observações, como a da *Scottish Natural Heritage* (BRILHA, 2005), afirmando que os alunos retêm 10% do que escutam, 30% do que lêem, 50% do que observam e 90% do que fazem. Por isso, acreditamos que a aposta no trabalho prático é fulcral.

DOURADO (2001) admite que as saídas de campo em geologia, como trabalho prático, quando bem planeadas e exploradas, são um modo altamente eficaz para despertar o interesse dos alunos e activar a sua participação, envolvendo-os nos domínios psicomotor, cognitivo e afectivo.

A leccionação da Geologia no campo apresenta-se como uma perspectiva diferente e complementar do trabalho na sala de aula ao revelar os conteúdos geológicos no seu “laboratório natural”. Pelas suas características, estas visitas ao “laboratório natural” potenciam a aprendizagem dos alunos. Na verdade, elas permitem a implementação de metodologias diversificadas: observações e interpretações, formulação e confrontação de hipóteses, manuseamento de instrumentos, contacto com a realidade envolvente, etc. (ORION & HOFSTEIN, 1994). Adicionalmente, e considerando que para o cidadão comum é mais fácil respeitar grandes monumentos do passado do que a paisagem natural que o viu nascer ou na qual vive (GUIMARÃES, 1993 *in* ROCHA, 2004), o trabalho de campo desenvolvido numa determinada área poderá potenciar o elo afectivo essencial no âmbito da Geoconservação.

Pensamos, por isso, que o trabalho prático é um recurso didáctico importante para os professores de ciências e que integra uma diversidade de actividades, de cariz experimental ou não. Uma das vertentes privilegiadas do trabalho prático no ensino da

Geologia é, sem dúvida, o permitir atingir a compreensão da dimensão temporal de alguns processos complexos que ocorrem no interior do planeta, fora do alcance visual directo. Por tal motivo, as observações no terreno são insubstituíveis porque permitem observar e analisar processos actuais, e compará-los com registos do passado.

5.1.1 O Modelo de Orion

Nos últimos anos surgiram várias linhas de investigação com o objectivo de legitimar e justificar a implementação do trabalho de campo como prática corrente no ensino das Ciências em geral, e das Geociências em particular.

No presente trabalho, foi adoptado o modelo proposto por ORION (1993) que sugere a existência de três fases, a saber:

- *Fase 1*: preparação das actividades para clarificação de conceitos, ensaio de técnicas, manuseamento de aparelhos, apresentação detalhada do percurso, actividades a realizar no campo, observação e interpretação de mapas, de fotografias da área a visitar, etc.;
- *Fase 2*: concretização do trabalho de campo;
- *Fase 3*: tratamento, análise e interpretação de dados recolhidos.

O modelo apresenta um desenvolvimento tridimensional do ciclo de aprendizagem. Observa uma hierarquização dos conceitos, do concreto para o abstracto, válida para a organização da aula de campo e para o trabalho a desenvolver em cada fase. O professor deverá combinar experiências concretas de aprendizagem com outras de níveis mais avançados do ponto de vista cognitivo, permitindo que os alunos façam uma passagem espontânea do concreto para o abstracto (ORION, 1993).

Um conceito importante a trabalhar na primeira fase de implementação da actividade, segundo ORION (1989), é o de *novelty space*, isto é, o grau de novidade que o ambiente de campo transporta consigo. Realmente, se o ambiente é novo, o aluno só se concentrará no trabalho a desenvolver e, conseqüentemente, no processo de aprendizagem depois de o explorar e de se familiarizar com ele (ROCHA, 2004). Ainda segundo ORION (2001), é necessário que os professores tenham em conta, na fase de preparação da saída, os factores cognitivos (conhecimentos prévios), os psicológicos

(experiências prévias de campo) e os geográficos (informações acerca da região em estudo). Deste modo, minimizam o efeito negativo que o *novelty space* pode ter na aprendizagem e potenciam as actividades propostas para o campo.

A ida ao campo, (*fase 2*) constitui a unidade fulcral do módulo. Assim, é essencial o recurso a uma estratégia orientada para o processo, em vez de orientada para o produto. Isto subentende uma interacção constante entre o aluno e o meio, de maneira a que o conhecimento seja construído pelo estudante e não absorvido do professor (ROCHA, 2004).

Na última etapa (*fase 3*), pós-saída, os conceitos que envolvem um maior grau de abstracção e as questões que ficaram em aberto no campo são recuperadas e discutidas à luz de uma construção estruturada dos conhecimentos e informações obtidas. É também nesta fase que deve ser feita a avaliação qualitativa dos alunos, no domínio de competências como as atitudes e as aprendizagens individuais, entre outras (MORGADO *et al.*, 2003).

5.1.2 Desenvolvimento do Modelo de Orion na exploração didáctica dos LIG's

Os aspectos geológicos observáveis nas três áreas que este trabalho abrange são um excelente recurso didáctico para os conteúdos da Geologia do ensino secundário, em particular para o 11º ano, da disciplina de Biologia e Geologia e 12º de Geologia, definidos pelo Ministério da Educação (ME). É pelo trabalho de campo que nos propomos levar o aluno a compreender e a desenvolver uma atitude construtiva relativamente a estes conteúdos. Para isso, a sugestão metodológica aqui aplicada é o modelo de ORION (1993) que sugere a existência de três fases, como foi referido anteriormente. A primeira é a *pré-saída de campo*, em sala de aula; a segunda é a aula no campo, estruturada através de um itinerário a seguir e, por último, a terceira fase abrangendo actividades pós-saída de campo (em sala de aula ou no laboratório).

Fase 1 - Pré-saída de campo

Sugere-se a apresentação do problema inicial que será o orientador dos processos de ensino e de aprendizagem dos diversos conteúdos e o ponto de partida para a discussão da questão integradora:

- “*Quais as interpretações que podemos fazer sobre processos geológicos regionais e globais da história da Terra, estudando pequenos afloramentos?*”

A análise e identificação dos elementos constitutivos da questão-problema deverão conduzir o aluno à reflexão sobre questões da sua região, através da discussão em turma. Esta discussão há-de levar os alunos ao exercício do pensar e, como consequência, a compreender a dinâmica e a evolução geológica da região. Deste modo, os alunos também se apercebem que a ciência e o conhecimento vão-se construindo, utilizando ou refutando conhecimentos anteriores interligados com outros conhecimentos novos.

Para esta construção do saber, e tendo em vista o sucesso do trabalho de campo a realizar nos Locais de Interesse Geológico (LIG's) descritos nesta dissertação, a fase *pré-saída de campo* deve ser planeada pelo docente de forma a incluir os seguintes pontos fundamentais para reduzir o efeito do *novelty space*:

- apresentação detalhada do percurso e das actividades a realizar no campo;
- ensaio de técnicas de manuseamento da bússola;
- observação e interpretação de mapas e da carta geológica da área (Folha 48-D – Borda (RIBEIRO *et al.*, 1987) e Carta Geológica da Região do Algarve à escala 1/100000 Folha Ocidental) (MANUPPELLA, 1992);
- observação de fotografias da área a visitar;
- reflexão sobre atitudes e valores inerentes ao trabalho de campo.

Devem ainda ser exploradas as seguintes noções e conceitos geológicos: i) formação, enquanto unidade fundamental da litostratigrafia; ii) princípios fundamentais da estratigrafia (sobreposição, identidade paleontológica, continuidade lateral, horizontalidade, intersecção e inclusão); iii) Biozona, enquanto unidade bioestratigráfica fundamental; iv) métodos de datação relativa e radiométrica.

Fase 2 – Aula de campo

Na aula de campo, os alunos realizam as actividades propostas que se encontram no *Roteiro Geológico*, o qual serve de base ao professor, (sub-capítulo 5.2), de modo a permitir uma visita semidirigida.

As propostas de solução às questões a que o aluno deve responder encontram-se desenvolvidas no *Roteiro Geológico*, apresentado ao professor, para cada LIG. Desta forma, propõe-se ajudar o docente a identificar alguns pressupostos que o aluno tem de compreender, antes da ida ao campo. Tal ajudá-lo-á na observação e compreensão das informações significativas existentes nos afloramentos.

Ao longo destes roteiros são apresentadas diversas fotografias associadas a esquemas interpretativos que facilitam o processo de aprendizagem e compreensão dos conteúdos científicos uma vez que reduzem a abstracção do discurso verbal. Segundo PARREIRAL (2011), as representações pictóricas (tabelas, cartas geológicas, fotografias, esquemas e outras) poderão contribuir para a eficácia das aulas de campo, melhorando os resultados de aprendizagem dos alunos.

3ª Fase - Pós-saída de campo

Na sala de aula, propõe-se o tratamento, análise e interpretação de dados recolhidos e registados, para assimilação dos conceitos teóricos. As tarefas a desenvolver devem resumir as aprendizagens realizadas no campo, por exemplo, através da aplicação de actividades experimentais de estudo de amostras recolhidas; problematização e formulação de hipóteses. Deve, ainda, levar o aluno a assumir, no futuro, atitudes de defesa do património geológico.

Este resumo acabará por consubstanciar uma autoavaliação, uma vez que os alunos verificarão, na tranquilidade da sala de aula e num ambiente mais normativo, se as tarefas foram correctamente realizadas, como poderão melhorar a sua prestação numa outra saída, o que correu bem e o que poderia ter corrido melhor.

5.2 Proposta de exploração didáctica dos LIG's

5.2.1 Roteiro Geológico na praia da Murração

5.2.1.1 Enquadramento didáctico

O roteiro geológico que se propõe para a praia da Murração pode ser enquadrado tanto na disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano, como na disciplina de Geologia do 12º ano de escolaridade. Os docentes poderão adaptar as propostas do percurso, segundo as necessidades de aplicação a um ou outro nível de ensino.

Para a disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano, o enquadramento far-se-á no contexto do Tema 2 – *“Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres”*; e sub-temas – *“Rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra, Reconstituição de Paleoambientes e Escala do tempo geológico”*.

Na disciplina de Geologia do 12º ano, o roteiro geológico enquadra-se no tema II – *“A história da Terra e da Vida”* e no subtema – *“A história geológica de uma região”*.

5.2.1.2 Itinerário e sugestão metodológica

1ª Paragem (P1) – Lado Norte da praia da Murração

Tempo previsto: 30 minutos

Introdução

A primeira paragem é na arriba do lado norte, à entrada da praia da Murração (fig. 24). No início do percurso, o professor deve utilizar a carta geológica de Portugal à escala de 1/50000 folha 48-D (Bordeira) (RIBEIRO, 1987) para localizar geograficamente a praia e indicar as diferentes unidades estratigráficas que aí existem e a idade a que pertencem (Era e Período), tendo em conta as cores na carta geológica (ANEXO I - Carta Geológica, simplificada, da praia da Murração).



Figura 24 - Localização da praia da Murração e pormenor da praia com a identificação das paragens (imagens modificadas de www.ViaMichelin.pt).

Questão inicial:

- *Quais terão sido as condições de formação das rochas encontradas na praia da Murração?*

Actividades propostas aos alunos (P1):

1 - Identifica a rocha do afloramento?

As rochas deste afloramento são xistos.

2 – Observa e analisa as rochas do afloramento. Como caracterizas estas rochas quanto ao tamanho do grão?

Estas rochas apresentam uma variação entre um grão muito fino e um grão mais grosseiro.

3 - Existe alternância de granulometrias?

Sim, é bem marcada a alternância no tamanho dos grãos.

4 - A deposição dos diferentes sedimentos depende da energia do agente transportador. Com base nesta informação, e nas observações feitas anteriormente, o que concluis acerca da energia do agente transportador?

Houve episódios deposicionais de velocidade baixa e, pontualmente, de maior velocidade.

5 - No esquema da figura 25 estão representados diferentes tipos de estratificação.

5.1 - Descobre a existência de tipos de estratificação no afloramento.

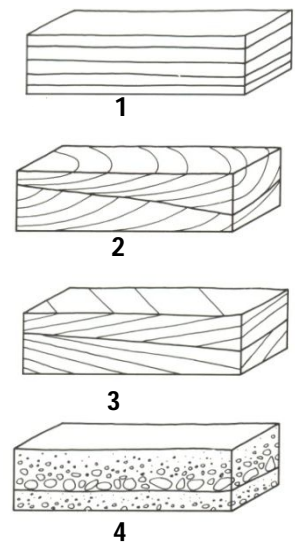


Figura 25 – Esquema representativo dos tipos de estruturas sedimentares:

1- estratificação paralela; 2- estratificação entrecruzada; 3- estratificação cruzada planar; 4- granoselecção positiva (modificado de: SIMÓN, 1998).

6 - Desloca-te um pouco para encontrares estruturas de deformação como a que está representada na figura 26.

6.1 – Esta estrutura formou-se em regime frágil ou dúctil?

As pequenas dobras identificadas formaram-se em regime dúctil.

7 - Tira fotografias, em pormenor e gerais, do afloramento. Utiliza escalas adequadas.



Figura 26 – Dobras de arrasto.

Sugestão metodológica

Propõe-se que os alunos observem a predominância de níveis diferentes, uns com grãos de tamanho fino (xistos argilosos) e outros com grãos mais grosseiros, os metasiltitos.

É importante que o grupo registre que esta sucessão de xistos argilosos, escuros e piritosos pertencem à Formação de Bordalete (fig. 27).

A observação atenta pode levar à descoberta de estratificações finas, principalmente paralelas mas identifica-se, também, estratificação cruzada.

O professor deverá acrescentar que estas características sugerem sedimentação de argilas e siltes num ambiente marinho calmo, mas com algumas correntes tractivas (fig. 28), pouco oxigenado e com profundidade que não terá sido



Figura 27 – Aspecto geral da Formação de Bordalete onde predomina a alternância de níveis de granulometria fina (xistos) e grosseira (metasiltitos).

superior a 200 metros, correspondente, por exemplo, a uma plataforma de mar epicontinental, ou, na parte superior de um talude sujeito, por essa razão, a pequenas correntes turbidíticas, pois encontram-se estratificações entrecruzadas. São raros os

macrofósseis encontrados nesta formação. Aqueles que aqui aparecem são fósseis de goniatites que permitiram datar a formação no Tournaisiano inferior a médio.

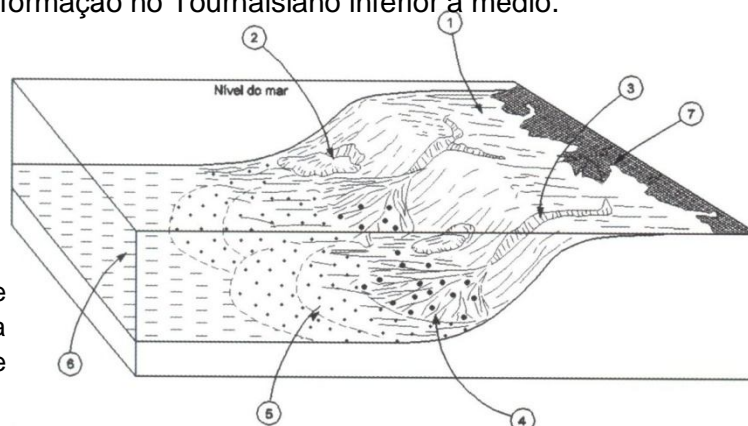


Figura 28 - Esquema do modelo de sedimentação profunda, associada a um talude continental (adaptado de SELLEY, 1976 in RAMALHO, 2003).

1- Sedimentos transportados por correntes ao longo da plataforma continental; 2- escorregamentos dos sedimentos; 3- cânhamo ou vale submarino; 4- leque submarino formado por sedimentos turbiditicos transportados pelo cânhamo submarino, de fácies próximas (mais grosseiras); 5- fácies distais (mais finas) do leque submarino; 6- vasas pelágicas das planícies abissais; 7- continente emerso e sua rede fluvial que lança na plataforma continental os sedimentos detriticos.

O professor segue a explicação recordando que a Formação em estudo alterna entre os xistos argilosos escuros e os metasiltitos. Esta variação no tipo de sedimentos confere um comportamento reológico diferente, ou seja, competências distintas à deformação. Quando estes sedimentos foram sujeitos a tensões compressivas ou distensivas, os siltes apresentaram um comportamento frágil e as argilas um comportamento dúctil. Neste caso, designam-se por camadas com contraste reológico. É ainda de notar o aparecimento frequente de nódulos de silte com dimensões variadas, alguns dos quais chegam a atingir dimensões métricas, no seio destes xistos (fig. 29 D). Eles formaram-se durante a diagénese em consequência do contraste reológico, mais tarde, a deformação levou ao seu achatamento.

A observação de pequenas dobras aqui encontradas requer que o professor lembre conteúdos sobre os elementos geométricos caracterizadores de uma dobra, incluídos no programa do 11º ano, tais como: zona de charneira, flancos da dobra, eixo da dobra e plano axial.

Em dobras com flancos fortemente comprimidos, os estratos mais competentes tendem a separar-se em corpos achatados e alongados (fig. 29).

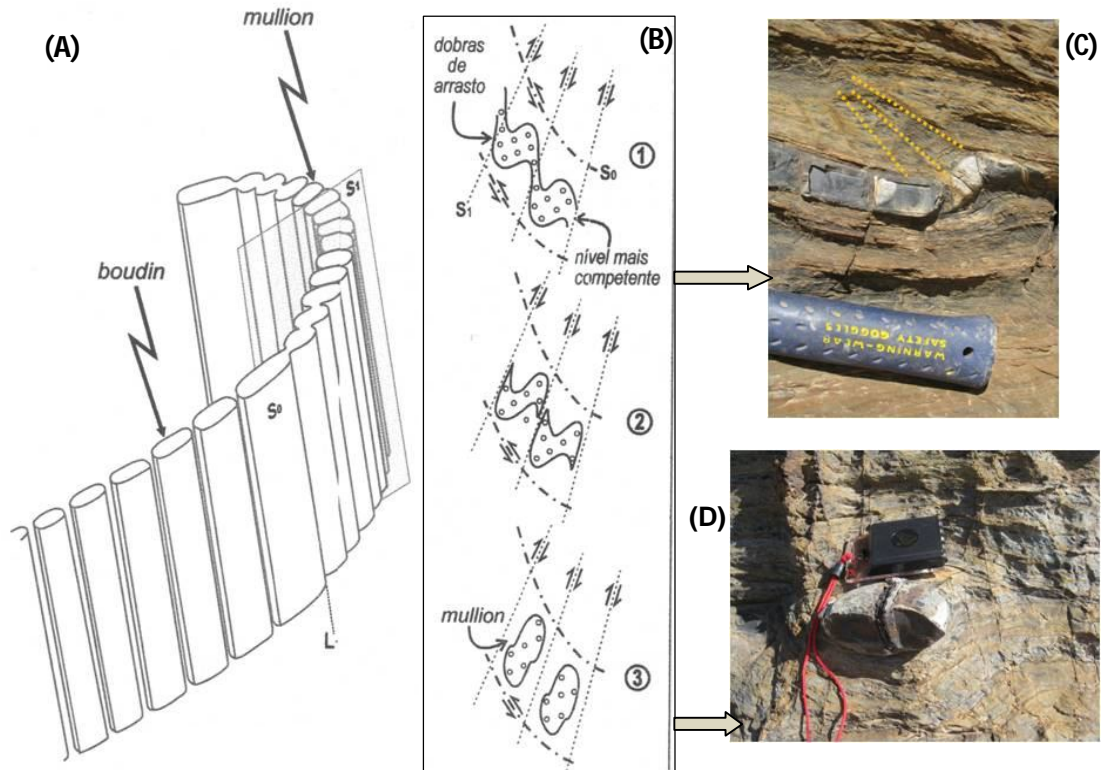


Figura 29 - **A**: Esquema da disposição dos *boudins* e dos *mullions* na charneira e nos flancos de uma dobra; **B**: evolução das dobras de arrasto para *mullions* (adaptado de McCLAY,1987); **C**: fotografia de dobra de arrasto e **D**: nódulo elipsóidal de metasiltito achatado durante a deformação (*mullion*), ambos encontrados na formação de Bordalete (escala: martelo e bússola de geólogo).

Este processo (fig. 29) é designado por ***boudinage*** e aos fragmentos resultantes dá-se o nome de ***boudins*** (RAMSAY & HUBER, 1983). Mais próximo da charneira, a deformação acentuada resultante da movimentação dos planos de clivagem origina dobras de escala microscópica ou mesoscópica (dobras de arrasto) que evoluem para formas sigmóidais (em S ou Z) ou até para formas cilíndricas designadas por ***mullions*** (fig. 29 **B**).

Completando o que atrás foi dito, o professor poderá, agora, alertar o grupo para a extrema importância das estruturas tectónicas produzidas a pequena escala, como as dobras de arrasto. Estas permitem precisar, de forma imediata, a posição do plano axial do dobramento maior que afectou a região, neste caso, a formação do carreamento aqui existente. Assim, nos flancos da dobra maior aparecem dobras de arrasto assimétricas e podem “desenhar” um Z ou um S. Nas zonas de charneira apresentam-se simétricas e podem aparecer dobras em M ou em W, conforme mostra o esquema (fig.30).

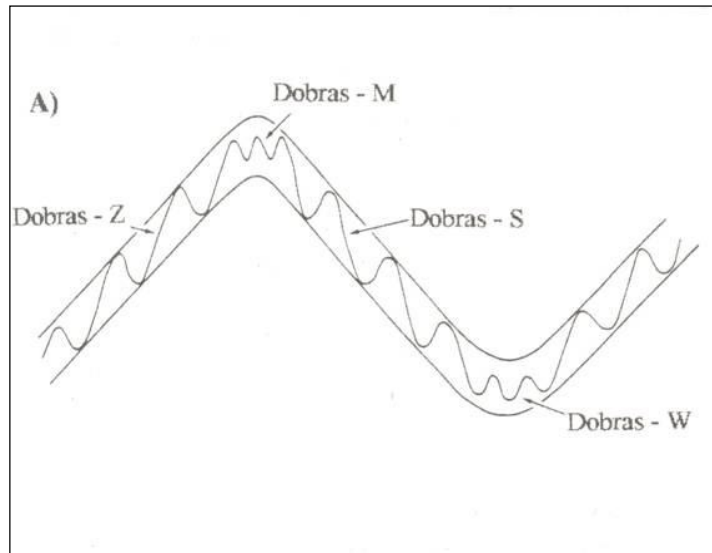


Figura 30 - As dobras menores podem ser simétricas (M ou W) ou assimétricas (S ou Z), dependendo da sua posição dentro das dobras maiores (modificado BELL, 1981 e TWISS & MOORES, 1992 in BERNARDO, 1997).

8 – Encontra um filão semelhante ao da figura (fig. 31)

8.1 – Indica a idade relativa do filão.

O filão é mais recente do que as rochas encaixantes.

8.2 – Qual o Princípio da Estratigrafia Física usado para responder à questão anterior?

Princípio da Intersecção.

9 - Observa em pormenor e distingue a textura da rocha deste filão, na zona de bordo e no interior.

9.1 - Em que local encontras uma textura afanítica (agranular)?

A rocha apresenta uma textura afanítica na faixa mais próxima do contacto com a rocha encaixante.

9.2 - Em que local encontras uma textura fanerítica (granular)?

A rocha apresenta uma textura fanerítica na zona mais interna do filão.



Figura 31 - Filão de rocha básica, muito alterado (escala: martelo de geólogo).

9.3 - Propõe uma explicação que justifique esta diferença na textura.

A textura afanítica está relacionada com a margem de arrefecimento rápido por contacto com a rocha encaixante mais fria, enquanto a textura fanerítica resultou de um arrefecimento mais lento.

10. Fotografa a arriba com o filão

Sugestão metodológica

A área em apreço nesta primeira paragem, ainda permite que o professor explore, com os seus alunos, conceitos do princípio da intersecção, porque neste sítio existem vários filões, muitos deles mostrando um alinhamento ao longo da praia e todos relacionados com uma fase importante da geodinâmica do Mesozóico. Será fácil encontrar o exemplo da fotografia (fig. 31). Ela mostra um filão que intruiu uma falha quase vertical. O filão tem espessura inferior a 1 metro e é constituído por uma rocha básica muito meteorizada.

Em observação de pormenor, distingue-se uma margem de arrefecimento rápido, em que os minerais têm textura afanítica (paralela ao contacto) e uma faixa de arrefecimento mais lento (no interior). Nesta os minerais são de textura fanerítica. É, ainda, normal encontrarem-se vesículas da libertação de gás. Isto significa que a carga de estratos superiores, ao tempo da intrusão, não seria muito elevada, (supõe-se que poderia ter sido da ordem dos 1000 m). Assim, devido às diferentes pressões, os gases separam-se das fases sólida e líquida e sobem até serem libertados.

Ao longo da praia poderão estudar-se outros exemplos de filões intrusivos.

2ª PARAGEM (P2) – Lado sul da praia da Murração

Tempo previsto: 15 minutos

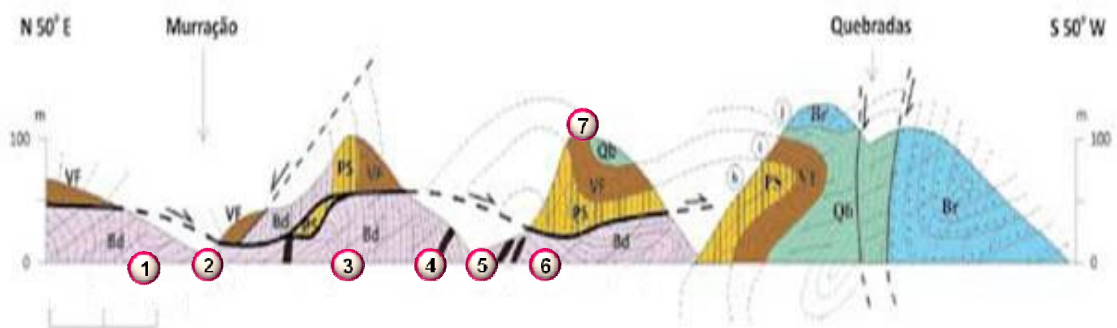


Figura 32 - Perfil geológico da praia da Murração, onde é evidente o carreamento da Carrapateira (segundo FERNANDES, 2009 b). Os números indicam a localização das paragens.

Neste ponto, o professor pode recordar os procedimentos sobre a utilização da bússola de geólogo para determinação da atitude das camadas (direcção e inclinação).

Actividades (P2):

1 - Mede a direcção e a inclinação da camada utilizando uma bússola de geólogo.

Sugestão metodológica

Esta segunda paragem dará ocasião a que se proceda à medição da direcção e inclinação das camadas, (deverá dar valores próximos de $N66^{\circ} E$ e pendor: $40^{\circ} SE$); permite a interpretação da existência de uma falha que condicionou a evolução geomorfológica de um vale. Neste local, ainda se deve pedir a atenção dos alunos para descobrirem a simetria das dobras menores (dobras de arrasto) nas camadas de metasiltito, que aqui já mostram uma simetria de dobra-S. Por último, poderão observar, um pouco mais à frente, que as camadas de metasiltitos têm dobras de arrasto verticais (fig. 33).



Figura 33 - Dobras verticais (escala: martelo de geólogo).

3ª PARAGEM (P3) – Ao meio da praia

Tempo previsto: 20 minutos

(P3) Actividades:

1 – No topo da arriba observa-se uma formação diferente, cuja inclinação das camadas é quase horizontal (sub-horizontal).

1.1 – Analisa o perfil geológico (fig. 34) e elabora um esquema simplificado da arriba.

2 - Faz o registo fotográfico.

Sugestão metodológica

O grupo deve afastar-se um pouco para poder ver o cimo da arriba e identificar a formação diferente aí localizada (Formação de Murração). A identificação será fácil pois descobre-se pela variação da cor escura dos xistos (Formação Bordalete) para cor castanho-creme dos calcários dolomitizados da Formação de Murração (fig. 34).

É um local excelente para se analisar e interpretar com pormenor o corte geológico da área (fig. 34).

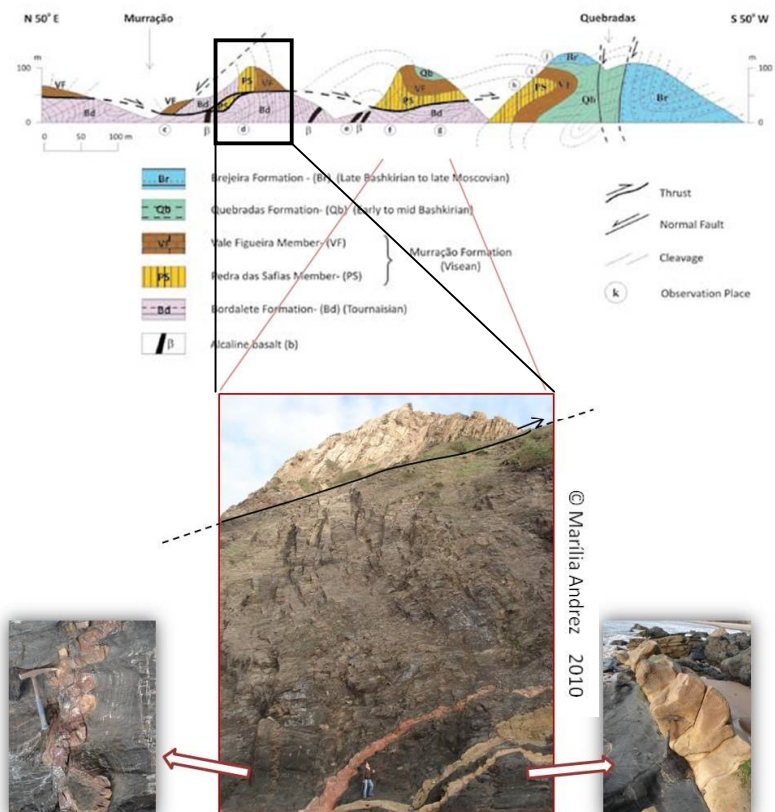


Figura 34 - Corte geológico da arriba virada ao mar, onde se observa o carreamento da Carrapateira. (adaptado RIBEIRO, 1983 in FERNANDES, 2009 b)

4ª PARAGEM - “Os fósseis e a reconstituição do passado”

Tempo previsto: 15 minutos

Actividade (P4):

1 - Define fóssil.

Os fósseis são restos de seres vivos ou vestígios da sua actividade preservados em contextos geológicos, isto é, nas rochas.

2 - Define icnofóssil.

Os icnofósseis são definidos como fósseis de vestígios de actividade vital de organismos do passado.

3 – Identifica, nas rochas que estás a pisar, estruturas semelhantes às da figura 35.

3.1 – Representam o molde interno ou externo?

Molde interno.

4. Identifica diferentes granulometrias. Procura estruturas semelhantes às da figura (fig. 35 e 36).



Figura 35 - Fotografias de pistas verticais em forma de U (*Diplocraterion*) em xistos negros e nos argilitos da Formação de Bordalete. Estes icnofósseis fazem parte da *icnofácies* dos *Skolithos* (escala: moeda de dez cêntimos).

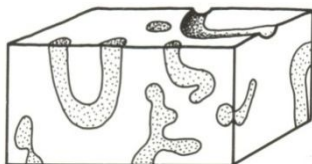


Figura 36 - Esquema da bioturbação. Pistas e tubos da habitação de organismos bentónicos (ou seja, organismos que vivem nos fundos lodosos e arenosos de zonas aquáticas) (adaptado SIMÓN, 1998).

5. Descubra nódulos de pirite como o que se encontra na figura 37.



Figura 37 – Nódulo de pirite diagenético da Formação de Bordalete (escala: moeda de dez cêntimos).

Sugestão metodológica

Neste local, os alunos examinarão os icnófosseis de *Skolithos* (fig.35) nos xistos negros e nos argilitos da formação de Bordalete. São pistas verticais em forma de U que correspondiam a galerias verticais de habitação de vermes marinhos cilíndricos. Por terem esta forma, designam-se por *Diplo craterion* e fazem parte da *icnofácies* dos *Skolithos*. Diz-se que os xistos estão bioturbados. A existência de níveis de diferentes granulometrias e com estratificação entrecruzada é interpretada como marcadora de pequenos escorregamentos gravitacionais e parece ter sido responsável pelo aporte de algum oxigénio, importante para o desenvolvimento destes organismos bentónicos.

Além deste aspecto, o professor chamará a atenção dos alunos para a existência de nódulos de pirite de dimensões que podem chegar a alguns centímetros (fig. 37), ainda na Formação de Bordalete (FERNANDES, 2009 b).

Nota: Até à próxima paragem, o caminho faz-se por cima das rochas que podem estar molhadas e com algas. O professor deve pedir para os alunos caminharem com cuidado, cumprindo as regras de segurança.

5ª PARAGEM – Fósseis do Paleozóico

Tempo previsto: 15 minutos

Actividades (P5)

1 - Observa minuciosamente os blocos de calcário para encontrares fósseis representativos do Paleozóico. Procura exemplares semelhantes aos da figura 38.

2 – Indica a Era geológica em que se formaram as rochas que contêm os fósseis de trilobites. Era Paleozóica.

2.1 – Qual o princípio da estratigrafia usado para responderes à questão anterior? Princípio da Identidade Paleontológica.

2.2 – Caracteriza o tipo de fósseis que, à semelhança das trilobites, permitem datar as rochas que os contêm. Justifica.

São fósseis de idade, fósseis-guia ou fósseis-índice. Devem apresentar as seguintes características: uma evolução rápida, uma distribuição geográfica ampla e estruturas orgânicas rígidas e resistentes que facilitem a sua fossilização.

2.3 Conclui sobre o ambiente em que se formaram os calcários da Formação de Murração.

Ambiente marinho em fácies de plataforma mista com deposição de argilas e precipitação de rochas carbonatadas.

3 - De acordo com as características que acabas de analisar, sugere o ambiente de sedimentação e formação destas rochas: (assinala a opção correcta)

(A) ... fácies continental

(B) ... fácies marinha

Resposta: Opção (B)

Sugestão metodológica

Neste ponto do percurso, podem ser descobertos diversos fósseis nos blocos de calcário caídos. Pertencem à Formação de Murração, ao membro de Vale Figueira, que se encontra inacessível no cimo da arriba. Apesar de muitos destes blocos apresentarem um grau de dolomitização elevado, este local é dos melhores em todo o Algarve para encontrarmos fósseis representativos do Paleozóico, tais como: crinóides (fig.38);

goniatites (fig. 39 **A** e **B**), muitas vezes formando uma lumachela (fig. 39 **D**); corais (fig. 39 **C**). Todos podem ser observados na Formação de Murração.

Podemos ainda ver geóides. (fig. 39 **F**) e outras morfologias, como cavidades em favo de mel (fig. 39 **E**) e pigídios de trilobites (fig. 40).

Daqui até à próxima paragem, os alunos devem ser alertados para os cuidados a ter ao caminharem em cima das rochas.



Figura 38 – **A**: Camada de calcários da Formação de Murração (Membro de Vale Figueira) com fósseis de Crinóides; **B**: pormenores dos ossículos de crinóides.



Figura 39 – **A**: goniatites; **B**: pormenor de um fóssil de goniatite; **C**: corais; **D**: lumachela de goniatites; **E**: cavidades de tipo *tafoni* (ou cavidades em favo de mel); **F**: geóide preenchido com pequenos cristais de calcite (escalas: martelo de geólogo e moeda de dez cêntimos).



Figura 40 – Fósseis de trilobites. **A**, **B** e **C** são exemplares de pigídios de trilobites do final do Carbónico (escala: moeda de dez cêntimos).

6ª PARAGEM

Tempo previsto: 15 minutos

Actividades (P6):

- 1 – Procura nódulos de pirite. Regista fazendo um esquema e fotografa (não esqueças de usar uma escala apropriada).
- 2 – Pela diagénese, os sedimentos evoluem para rochas sedimentares. Indica os processos que a diagénese inclui.

A diagénese inclui os processos de compactação e cimentação.

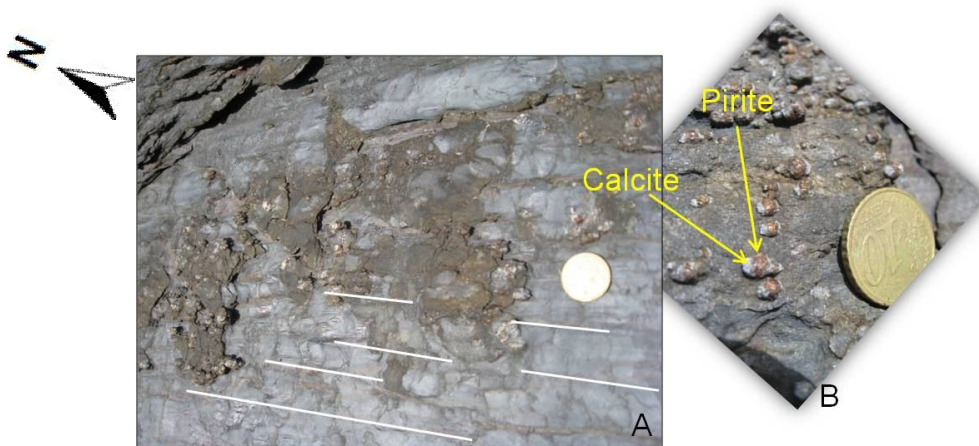


Figura 41 – Sombras de pressão preenchidas por calcite. **A**: aspecto geral dos xistos negros da Formação de Bordalete mostrando a orientação N-S; **B**: pormenor de um cristal de pirite e à sua volta calcite a preencher as sombras de pressão (escala: moeda de dez cêntimos).

Sugestão metodológica

O professor escolherá um local onde se identifiquem cristais de pirite, nas camadas da Formação de Bordaleta. Uma vez aqui, ele dará uma explicação breve sobre a origem destes cristais de pirite. Assim, referirá que os cristais de pirite são diagenéticos com os xistos que os contêm, tendo funcionado como um corpo rígido durante a deformação. Como consequência do estiramento provocado pelo carreamento, formaram-se *zonas de sombra* simétricas (sombras de pressão) à volta dos cristais de pirite. Nessas zonas de sombra (espaços vazios), precipitaram os minerais de calcite e quartzo, minerais neoformados. O sentido da assimetria das caudas assim formadas define o sentido do cisalhamento da rocha deformada (fig. 41). É notório um alinhamento, no sentido N-S, que confirma a orientação do deslocamento das formações do Paleozóico provocado pela deformação em regime dúctil (carreamento) que afectou esta região.

7ª PARAGEM (P7) – No cimo da arriba sul

Tempo previsto: 15 minutos

Nota prévia:

Para alcançar o último ponto deste percurso, o grupo terá de subir a arriba sul da praia da Murração até ao cimo ou, fazendo o percurso de carro, sair da praia e apanhar um caminho que conduz à parte superior desta colina.

Neste ponto cimeiro, pode vislumbrar-se a frente do carreamento (fig. 42). Outros aspectos podem ser analisados quando se caminha na colina: a charneira da dobra; aspectos da Formação de Murração e o afloramento do flysch, Formação de Brejeira.



Figura 42 – Fotografia da frente do carreamento da Carrapateira. É evidente a dobra deitada que afecta as rochas da Formação da Murração.

Muito importante

O local indicado para a observação deste último ponto está sujeito a processos de erosão muito acentuados. Por esta razão, não garantimos a possibilidade de acesso, tanto do professor como dos alunos. Aconselha-se, em alternativa, a análise da fotografia e do perfil geológico de forma a concluir as actividades propostas.

Actividade (P7):

1 - Identifica o plano axial da dobra, desenhando-o. Utiliza o teu caderno de campo para realizares o esquema.

2 - Classifica a dobra tendo em conta a sua orientação no espaço.

É uma dobra deitada (ou dobra neutra).

Questão integradora:

1 – Quais as interpretações que podemos fazer sobre acontecimentos geológicos regionais e globais da história da Terra, estudando pequenos afloramentos como aqueles que estudámos nas arribas da praia da Murração?

Sugestão metodológica

O professor pode acrescentar que a deformação aconteceu em regime compressivo de grande escala, durante o final do Paleozóico (Orogenia Varisca). Afectou os terrenos que viriam a dar origem ao sudoeste da Península Ibérica, numa área de vários quilómetros. Segundo os estudos actuais baseados em valores de deformação, no estilo das dobras desta região, entre outras interpretações geoestruturais, é aceitável supor-se uma velocidade média de avanço da deformação na ordem dos 4 mm/ano, apesar de ser difícil quantificar com precisão (RIBEIRO, 1983 *in* OLIVEIRA, 1984).

Concluindo, o professor poderá completar a explicação definindo carreamento e os modelos de deformação que estão na origem de falhas de carreamento bem como os contextos geológicos característicos destas estruturas (cadeias montanhosas). Assim, de uma forma simplista, e segundo os conteúdos da disciplina, define-se carreamento como sendo uma falha geológica inversa muito pouco inclinada (menos de 15°), formada em regime de tensões compressivas (fig. 43). Normalmente o seu movimento resulta num transporte de material que pode atingir dezenas de quilómetros.

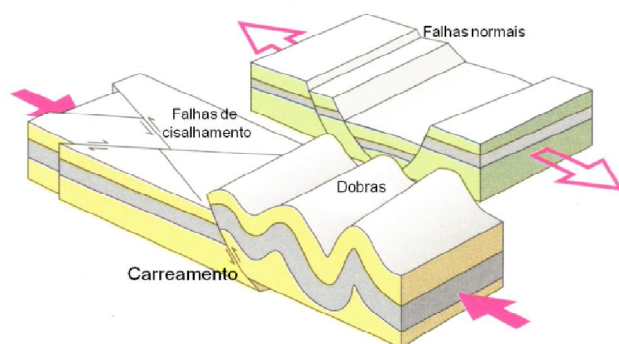


Figura 43 - Esquema representativo de diferentes tipos de estruturas tectónicas. As tensões compressivas horizontais provocam falhas inversas, falhas de cisalhamento e dobramentos. As tensões horizontais distensivas originam falhas normais (SIMÓN, 1998).

5.2.2 Roteiro Geológico na praia do Amado

5.2.2.1 Enquadramento didático

A arriba norte da praia do Amado constitui um importante afloramento onde podem ser leccionados os conteúdos programáticos da disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade, no contexto do Tema 2 – “*Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres*”; e sub-temas – “Rochas sedimentares: arquivos da história da Terra”; “Magmatismo”; “Deformação das Rochas”.

5.2.2.2 Itinerário e sugestão metodológica

1ª Paragem – Arriba do lado norte da praia do Amado

Tempo previsto: 20 minutos

Introdução

O início do percurso é na entrada da praia onde o professor deve utilizar a carta geológica de Portugal, à escala de 1/50000, folha 48-D (Bordeira) (RIBEIRO, 1987), para localizar geograficamente a praia, indicar as unidades existentes e enquadrá-las sob o ponto de vista cronostratigráfico (Era e Período) a que pertencem (fig. 44).

A leitura e análise da carta geológica deve permitir identificar as rochas das arribas do lado sul da praia: os xistos da Formação de Bordaleta, estudados na praia da Murração; localizar a praia da Murração; relembrar as características gerais desta última formação, como as litologias, estruturas de deformação, entre outras.



Figura 44 - Localização da praia do Amado e pormenor da praia com a identificação das paragens (imagens modificadas do Google Earth).

Actividades (P1):

1 – Qual o tipo de rocha que podemos observar neste afloramento?

A rocha observada é um Arenito (rocha sedimentar).

2 – Analisa a granulometria das rochas do afloramento. Como classificas o tamanho destes grãos? São grãos grosseiros.

3 – Que tipo de clastos predominam nesta rocha?

Predominam os grãos de quartzo.

4 – Qual é a cor do cimento que agrega os grãos? O cimento tem cor vermelha.

5 – Identifica o grau de arredondamento e angularidade dos grãos.

São bem arredondados e pouco angulosos.

6 – Na formação das rochas sedimentares intervêm duas etapas fundamentais, indica quais são. A sedimentogénese e a diagénese.

6.1 – Enumera os processos que acontecem em cada uma das etapas referidas na questão anterior, até à formação da rocha sedimentar.

A sedimentogénese engloba os processos de meteorização, erosão, transporte e sedimentação. A diagénese compreende a compactação e a cimentação.

7 – No esquema (fig. 45) estão representados diferentes tipos de estratificação.

Descobre a existência de tipos de estratificação no afloramento.

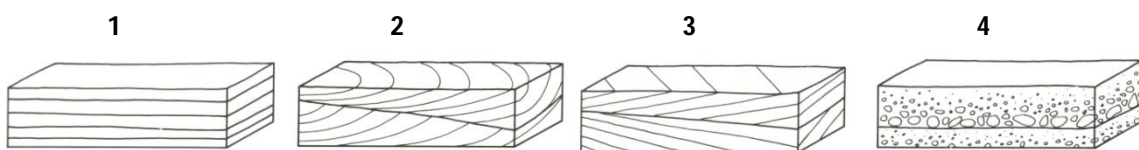


Figura 45 - Esquema de tipos de estruturas sedimentares, possíveis de encontrar na unidade dos Arenitos de Silves (adaptado SIMÓN, 1998).

- 1- estratificação paralela;
- 2- estratificação cruzada;
- 3- estratificação cruzada planar;
- 4- granoselecção positiva.

8 - O tipo de estratificação revela uma variação na intensidade e/ou na direcção do agente de transporte. Propõe qual terá sido o agente de transporte neste caso (fig.46 - A).

Supõe-se que o agente transportador terá sido a corrente de um curso de água.

9 - De acordo com as características que acabas de analisar, sugere o ambiente de sedimentação e formação destas rochas. (assinala a opção correcta)

- (A) Fácies continental
- (B) Fácies de transição (continental - marinha)
- (C) Fácies marinha

Resposta: opção (A)



Figura 46 – **A**: Estratificação entrecruzada e **B**: estratificação paralela na unidade dos Arenitos de Silves (escala: lapiseira e moeda de vinte cêntimos).

Sugestão metodológica

No início, o grupo pode observar a diversidade de litologias traduzida pela variedade de cores das arribas da praia, desde os avermelhados do Arenitos de Silves, passando pelos amarelados dos dolomitos, pelos esverdeados dos argilitos até às cores negras das rochas eruptivas (fig. 47).

É importante analisar a localização geográfica da praia do Amado, bem como da praia da Murração, onde os alunos já deveriam ter estado em visita de estudo anterior. Após esta análise, devem ser capazes de



Figura 47 - Paisagem geral da praia do Amado (lado Norte).

concluir que no lado sul da praia do Amado encontram-se xistos negros do Paleozóico da Formação de Bordalete em continuidade com a praia da Murração, enquanto que no lado norte afloram rochas do Mesozóico e alguns depósitos recentes. A visita de estudo decorrerá do lado norte da praia, iniciando-se o estudo do primeiro afloramento localizado no lado direito, logo à entrada da praia.

Neste local, deve observar-se em pormenor a unidade dos Arenitos de Silves, do Triásico Superior. Segundo FERNANDES (2010), distinguem-se, de baixo para cima, quatro ciclos de sedimentação. Na base de cada ciclo encontra-se uma camada de conglomerados com clastos constituídos principalmente por rochas típicas do Paleozóico (grauvaques e quartzo sujeitos a transporte e, por isso, aparecem bem rolados) com matriz de arenitos e argilitos que, até ao topo, passam para arenitos grosseiros a médios. O contacto, na base das camadas, apresenta-se erodido e, em alguns níveis, observam-se algumas geometrias sedimentares, por exemplo, estratificação entrecruzada, estratificação planar e tabular de larga escala e camadas com marcas de ondulação (*wave ripple marks*) (fig. 48).

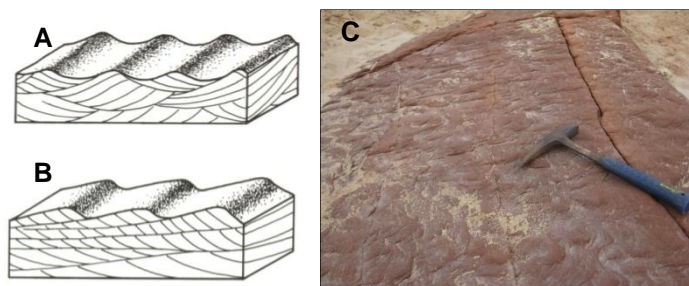


Figura 48 - Marcas de ondulação (*wave ripple marks*). **A**: esquema representativo de marcas de ondulação resultante de correntes marinhas (bidireccional); **B**: esquema representativo de marcas de ondulação resultante de correntes de rio (unidireccional); **C**: fotografia de marcas de ondulação em Grés de Silves (unidireccional) (escala: martelo de geólogo).

2ª Paragem

Tempo previsto: 15 minutos

Actividades (P2):

1 - Faz um esquema simplificado da arriba.

1.1 - Nessa sequência de estratos de rochas sedimentares, em que local identificas o estrato mais recente e o mais antigo? Indica essa informação no teu esquema.

2 - Observa em pormenor o afloramento e procura identificar estruturas semelhantes à da fotografia (fig. 49). Recorda conceitos, aprendidos nas aulas, sobre as reacções de oxidação-redução e ouve atentamente a explicação do professor.

3 - Desloca-te para norte, ao longo do afloramento, e procura identificar antigas marcas de ondulação preservadas na rocha (fig. 48).

4 – Fotografa as marcas de ondulação antigas (*wave ripple marks*).

5 - Conclui sobre as condições ambientais do passado (paleoambientes).

Podemos inferir que, no passado, as condições ambientais eram de climas quentes e secos (semelhantes aos desertos actuais).

Sugestão metodológica

Alguns metros mais à frente, os alunos devem tomar atenção para uma nova camada que aparece em contacto gradacional, ou seja, em concordância estratigráfica com os arenitos anteriores. É constituída, principalmente, por argilitos de cor vermelha que apresentam, com frequência, manchas de redução em torno de fragmentos de matéria orgânica aprisionados nos sedimentos, durante a sua deposição (fig. 49). Estas manchas, em alguns casos, podem servir como marcadores da deformação, uma vez que têm as mesmas características de resistência das rochas em que ocorrem. Além deste aspecto, existem, nos argilitos, intercalações de camadas decimétricas de dolomitos primários de cor amarelada cuja origem se atribui à precipitação em pequenos lagos temporários, ricos em Mg, em clima árido ou ambiente marinho de pouca profundidade e de linha de costa árida. Aqui, são raras as estruturas de deposição, salientando-se apenas a existência de *ripples marks* e pequenas estratificações de onda. De seguida, nesta sequência aparecem camadas de argilitos com cor esverdeada a cinzenta e com alguns níveis de calcários cinzentos a amarelos e de dolomitos (fig. 50) (FERNANDES, 2009 a).

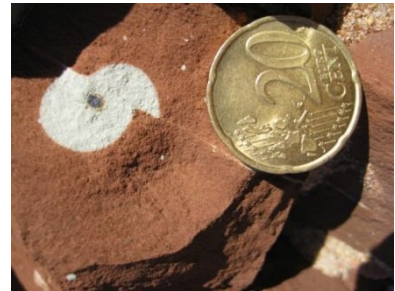


Figura 49 – Nódulo de redução na unidade dos Arenitos de Silves (escala: moeda de vinte cêntimos).



Figura 50 - Camadas de argilitos e de dolomitos com níveis de calcários (escala: lapiseira).

3ª Paragem

Tempo previsto: 20 minutos

Actividades (P3):

1 - Quase no final da praia, observa-se uma falha (fig. 51).

1.1 - Faz um esquema onde deves identificar o plano de falha, o tecto e o muro.

1.2 - Conclui sobre o tipo de tensões que deu origem a esta falha.

Esta falha resultou de tensões distensivas.

1.3 – Tira uma fotografia do afloramento geral.



Figura 51 – Falha normal formada em regime de tectónica distensiva. A camada guia (dolomitos) apresenta-se deslocada, o tecto desceu em relação ao muro (escala: lapiseira).

2 - Localiza na arriba, a existência de um filão de rocha básica (fig. 52).

2.1 – Qual a relação temporal que se pode estabelecer entre o filão e os estratos onde ele se encontra? (assinala a opção correcta)

- (A) É mais antigo que os estratos.
- (B) É mais recente que os estratos.
- (C) Tem a mesma idade que os estratos.

Resposta: opção (B)

Figura 52 – Filão de rocha básica.



3 - Desloca-te até ao afloramento de rochas escuras, no final da praia. Estas rochas são de origem magmática. Observa em pormenor o afloramento e responde:

3.1 - Classifica a rocha quanto à cor: (assinala a opção correcta)

- (A) Leucocrata
- (B) Mesocrata
- (C) Melanocrata

Resposta: opção (C)



Figura 53 – Rocha vulcânica evidenciando actividade magmática extrusiva durante a fase de *rifting* correspondente à abertura do Atlântico Norte.



Figura 54 - Exemplar de rocha vulcânica (com textura vesicular) de dimensões consideráveis, evidenciando o carácter explosivo da actividade vulcânica (escala: lapiseira).

3.2 – Classifica a rocha tendo em conta a sua

textura: (assinala a(s) opção(ões) correcta(s))

- (A) ... afanítica ou agranular (os minerais não são visíveis a olho nu).
- (B) ... Fanerítica ou granular (os minerais são visíveis a olho nu).
- (C) ... Textura vesicular (apresenta vesículas).

Resposta: opção (C)

3.3 – Identifica fragmentos de rocha de maiores dimensões no seio do afloramento.

3.3.1 – Tendo em conta as observações realizadas, como classificas o tipo de actividade vulcânica que esteve na origem deste afloramento?

Actividade vulcânica explosiva.

Questão integradora:

1 – Quais as interpretações que podemos fazer sobre acontecimentos geológicos regionais e globais da história da Terra, estudando pequenos afloramentos como aqueles que observámos nas arribas da praia do Amado?

Sugestão metodológica

Desde o afloramento da paragem anterior até este local, podemos observar várias falhas marcadamente de regime distensivo. Aqui, nesta 3ª paragem, na ponta mais a norte da praia, pretende-se que os alunos possam observar uma falha normal (fig. 51). É um local excelente para trabalhar conceitos relacionados com a caracterização de uma falha (tecto, muro, plano de falha). Poderá ainda ser estudada uma outra falha normal (fig. 55), bem visível, cujo plano de falha está marcado por depósitos de brecha de falha (fragmentos de várias rochas e argila) a preencher a caixa de falha, originados pela fricção dos dois blocos. No entanto, nesta estrutura tectónica não se encontra uma camada guia, facto que dificulta o seu estudo por parte dos alunos. Olhando para a parte superior da arriba, observamos margas e calcários margosos intersectados por filões de rochas básicas (fig. 52). Ao lado, a cerca de cinco metros, vamos encontrar rochas vulcânicas correspondentes à alteração de um aglomerado vulcânico, o qual confirma a presença de alguns episódios extrusivos nesta região, à semelhança do que acontece na Bacia Meso-Cenozóica Meridional (margem sul do Algarve).

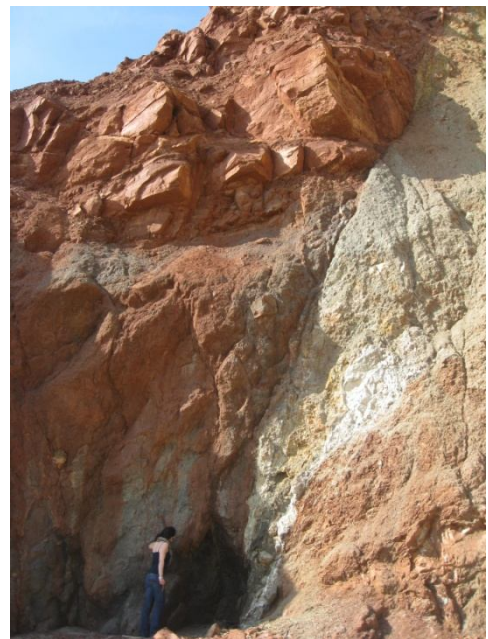


Figura 55 – Falha normal formada em regime tectónico distensivo (escala: figura humana).

O professor deve acrescentar que estes materiais foram datados do Kimeridgiano inferior, por correlação estratigráfica (FERNANDES 2009a, citando RAMALHO & RIBEIRO, 1985) (fig. 53 e 54) e correspondem à fase de *rifting* contemporânea da abertura do Atlântico Norte. Podem ainda ser exploradas as características texturais das rochas vulcânicas (textura vesicular).

5.2.3 Roteiro geológico nas Caldas de Monchique

5.2.3.1 Enquadramento didático

As Caldas de Monchique gozam de uma agradável paisagem envolvente. Além disso, são por si um excelente recurso didático em temáticas ligadas às rochas magmáticas intrusivas, metamorfismo de contacto, tectónica e recursos hidrogeológicos.

O roteiro geológico que se propõe para as Caldas de Monchique pode ser enquadrado tanto na disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano, como na disciplina de Geologia de 12º ano de escolaridade. Desta forma, sugerimos que os docentes adaptem a proposta do percurso, segundo as necessidades de aplicação a um ou outro nível de ensino.

Para a disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano, o enquadramento far-se-á no contexto do Tema 2 – *“Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres”*; e sub-temas – *“Magmatismo e Metamorfismo”*.

Na disciplina de Geologia do 12º ano, o roteiro geológico enquadra-se no tema II – *“A história da Terra e da Vida”* e no sub-tema – *A história geológica de uma região*.

Preconizamos a utilização de toda a zona das Caldas de Monchique como espaço didático, pois aqui os conteúdos a leccionar, no âmbito daqueles temas e sub-temas, permitem uma dinâmica de aprendizagem que possibilita aos alunos o desenvolvimento de estruturas cognitivas e de atitudes, as quais contribuem, decididamente, para a sua valorização pessoal.

5.2.3.2 Itinerário e sugestão metodológica

1ª Paragem – Entrada sul da Caldas de Monchique

Tempo previsto: 25 minutos

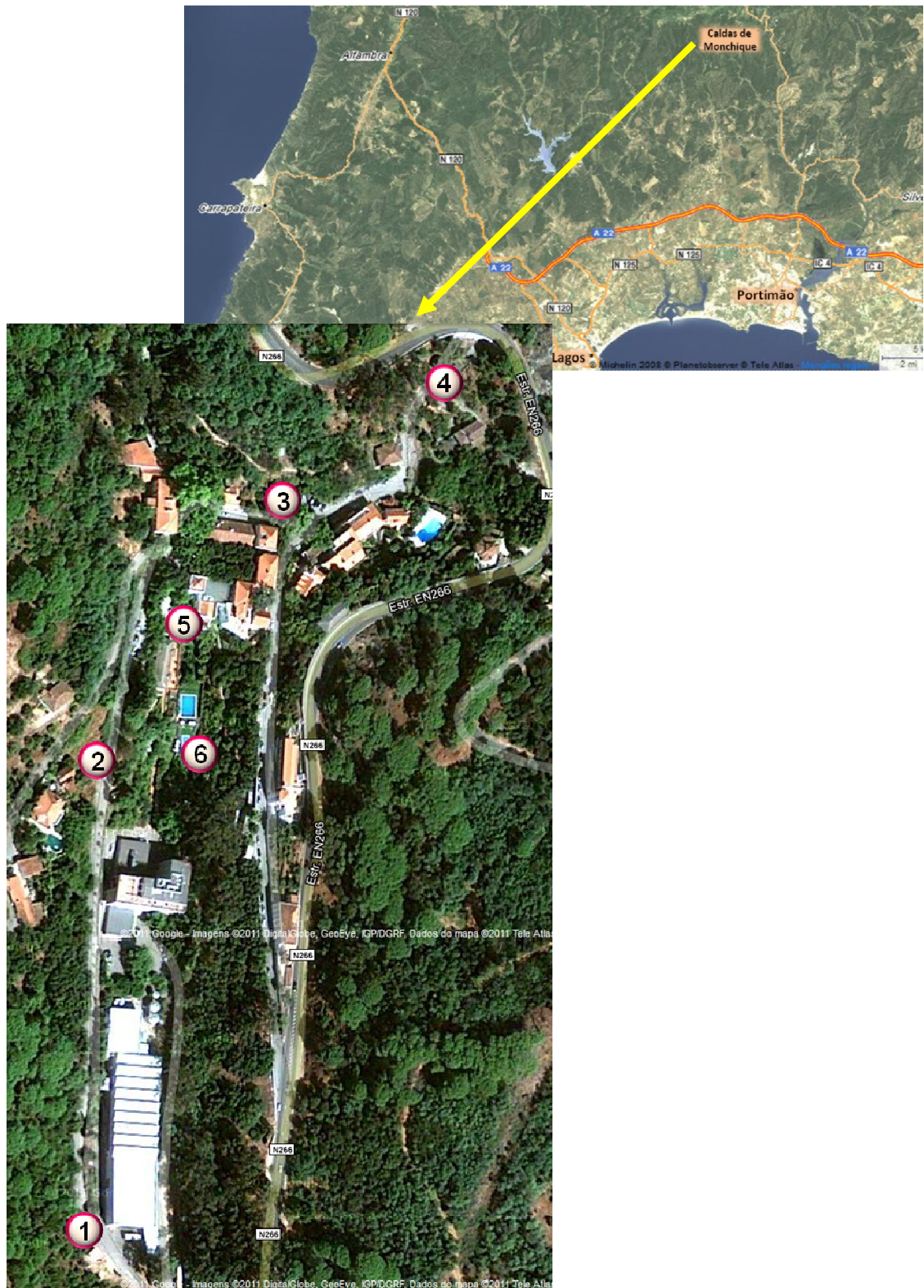


Figura 56 - Localização das Caldas de Monchique e pormenor com a identificação das paragens (imagens modificadas do Google Earth).

Actividades (P1):

1 - Identifica no afloramento as seguintes características:

- a) dimensão dos grãos
- b) camadas com alternância de granulometrias

2 - Existe alternância na granulometria do afloramento? *Sim*

3 - Como descreves o tamanho dos grãos? *Identificam-se bancadas de grão fino e bancadas de grão um pouco mais grosseiro.*

4 - Desloca-te, ao longo do afloramento, subindo a estrada e observa a variação na textura das rochas.

4.1 - Descreve as alterações texturais evidentes.

A textura das rochas torna-se mais compacta e com granulometria mais fina, descobrindo-se, a certa altura, xistos com minerais de coloração clara, minerais de neoformação, que conferem ao xisto um aspecto mosqueado.

4.2 - Tendo em conta que te encontras próximo de rochas magmáticas intrusivas, indica o principal factor que terá provocado as alterações texturais na rocha do afloramento onde te encontras?

A temperatura é o factor responsável pelas alterações texturais.

5 - Procura identificar rochas de estrutura maciça, cor negra e forte endurecimento, semelhantes às da figura 58.

5.1 - Identifica estas rochas. *São corneanas.*

5.2 - Explica como foram formadas. *As corneanas resultaram da alteração das rochas encaixantes (xistos argilosos do Paleozóico) que estiveram em contacto directo com o magma da intrusão. Em virtude do aumento da temperatura e da circulação de fluidos as rochas encaixantes sofreram metamorfismo.*

Sugestão metodológica

Neste local (fig. 56) é feito o enquadramento geológico das Caldas de Monchique utilizando a carta geológica de Portugal à escala 1/200000 – Folha 7 (OLIVEIRA, 1984), para localizar geograficamente o Maciço de Monchique, a Serra de Espinhaço de Cão e as Caldas de Monchique, tendo em conta as cores, as unidades que aí existem, a idade, o período e época a que pertencem (o Maciço Ígneo é do Cretácico Superior e as rochas encaixantes são do Paleozóico).

Logo após, propõe-se que os alunos recordem alguns conceitos como: metamorfismo de contacto e corneanas. Poderá ser feito um pequeno debate para levar os alunos a recordar que, por vezes, as rochas sofrem modificações de pressão e temperatura em relação às condições em que se formaram. Isso provoca ajustamentos na sua composição mineralógica e textural, condizente com as novas condições de pressão e temperatura. Esta transformação de uma rocha, noutra, por variação destes factores denomina-se metamorfismo.

O corte geológico, ao longo do caminho marcado para o início do percurso, revela, de forma bastante didáctica, o efeito do metamorfismo de contacto progressivo nos xistos e metagrauques da Formação de Brejeira. A auréola de metamorfismo é de cerca de 200 metros. Esta espessura é constante à volta de, praticamente, todo o maciço. Exceptua-se o sector NW onde atinge cerca de 1 km (GONZÁLES-CLAVIJO & VALADARES, 2003).

Assim, ao observar os afloramentos ao longo do caminho e subindo em direcção ao centro da localidade das Caldas, verifica-se que os xistos argilosos e metagrauques se vão tornando mais compactos e com granulometria mais fina, descobrindo-se, a certa altura, xistos com minerais de coloração clara, minerais de neoformação, que conferem ao xisto um aspecto mosqueado. O professor pode acrescentar que, nas zonas mais afastadas do contacto, a temperatura não é suficiente para fazer desaparecer a estrutura da rocha, mas pode mesmo assim, provocar a formação de novos minerais, como nos xistos mosqueados (fig. 57). Este processo é observado a poucos metros das corneanas.



Figura 57 – Afloramento de xisto mosqueado (escala: martelo de geólogo).

Subindo um pouco mais, nota-se que vai desaparecendo a estrutura em camadas dos xistos e metagrauques, até aqui bem nítida. Junto à estrada, após um muro de sustentação, agora a escassos metros do contacto com o sienito e até ao contacto com este, as rochas apresentam uma estrutura maciça, cor negra e forte endurecimento - são *corneanas* (fig. 58).



Figura 58 - Afloramento de corneanas (escala: martelo de geólogo).

Devem fazer registos fotográficos das texturas das diferentes rochas e do afloramento, utilizando escalas adequadas.

2ª Paragem – Afloramento de sienito junto ao contacto

Tempo previsto: 15 minutos

Actividades (P2):

1 - Analisa atentamente as características da rocha deste afloramento e indica:

1.1 - **A textura.** Rocha magmática de textura granular ou fanerítica.

1.2 - **A cor.** Tem cor clara, ou seja, é leucocrata.

1.3 - **Os minerais.** Identificam-se minerais de nefelina, feldspatos e biotite.

2 - Em que condições se terão formado estas rochas?

Estas rochas formaram-se a partir da cristalização do magma, na sequência de um arrefecimento lento e em profundidade.

3 - Fotografa o afloramento (duas fotografias: geral e pormenor).

Sugestão metodológica

Nesta paragem encontra-se um afloramento de sienito. É importante que o grupo analise e registe as características do sienito nefelínico deste local (fig. 59).

Devem ser identificadas as características da rocha observada: a sua textura (granular ou fanerítica; a sua cor (leucocrata) e mineralogia (nefelina, feldspatos, biotite).

Como se trata de uma rocha magmática, de textura granular, ela formou-se a partir da cristalização do magma, na sequência de um arrefecimento lento e em profundidade.



Figura 59 - Afloramento de sienito nefelínico (escala: figura humana).

Importa salientar que a nefelina é um mineral raro que se encontra nas rochas magmáticas. Pertence ao grupo dos silicatos (feldspatóides, é um silicato de sódio, potássio e alumínio). Apresenta-se sob a forma de cristais de brilho gorduroso e sem clivagem. Pode ser rosa, incolor, branca ou cinza.

É interessante fazer-se o registo fotográfico de pormenor e geral do afloramento, utilizando escalas adequadas, que servirão para análise posterior e discussão em aula.

3ª Paragem – Afloramento de sienito afastado do contacto

Tempo previsto: 20 minutos

Actividades (P3):

1 - Analisa, novamente, as características da rocha: textura, cor e minerais.

1.1 - Identifica as diferenças apresentadas, em relação ao tamanho dos cristais, comparando com o afloramento anterior.

Neste local a rocha apresenta uma granularidade bastante mais grosseira do que o sienito da paragem anterior.

2 - Propõe uma explicação que justifique a resposta anterior.

Podemos inferir que os cristais de dimensões inferiores resultaram do arrefecimento mais rápido do magma em zonas que contactaram com a rocha encaixante fria, enquanto os cristais de maiores dimensões formaram-se em zonas onde o magma arrefeceu mais lentamente, ou seja, mais distantes da rocha encaixante.

Sugestão metodológica

O local é um pequeno largo, numa curva acentuada, no centro da pequena localidade das Caldas. O professor pode pedir aos alunos para analisarem as características deste novo afloramento de sienito. Devem ser comparados os seguintes aspectos: textura, cor e minerais identificáveis.

De modo geral, a rocha observada apresenta textura granular (fanerítica), por vezes com granularidade bastante mais grosseira do que a rocha anterior, na qual os cristais de feldspatos tendem a ter uma forma tabular. No afloramento anterior os cristais eram de dimensões inferiores àquelas que encontramos aqui pelo que, podemos inferir que o magma arrefeceu mais depressa nas zonas que contactaram com a rocha encaixante, fria.

O professor deve acrescentar que esta rocha apresenta uma elevada percentagem de nefelina, geralmente superior a 20%, por isso, se designa sienito nefelínico. A

mineralogia principal deste sienito é feldspato alcalino, nefelina, piroxena, biotite e esfena. Não apresenta quartzo e é leucocrata (MANUPPELLA *et al.*, 1992).

4ª Paragem – Ponte de madeira da ribeira de Boina

Tempo previsto: 15 minutos

Actividades (P4):

1 - Identifica um filão de rocha escura. Em termos de idade, qual a relação que se pode estabelecer entre o filão e a rocha encaixante

O filão é mais recente do que a rocha encaixante.

2 - Qual o princípio utilizado para inferires a datação do filão.

Princípio da Intersecção.

Sugestão metodológica

Continuamos em direcção à ribeira de Boina (ou ribeira do Banho), pelo caminho que leva à capela das Caldas. A partir de uma pequena ponte de madeira, observa-se facilmente um filão de cor escura (fig. 60).

Note-se que os alunos já devem conhecer os princípios utilizados para datação relativa desde o 10º ano. No entanto, é provável que tenham trabalhado estes conceitos com exemplos de intrusões em rochas sedimentares. Desta forma, é normal que o professor tenha de fazer alguns esclarecimentos pontuais.

Os alunos recordarão os princípios da Intersecção e da Inclusão. Isso levá-los-á a reconhecer que os filões correspondem a episódios posteriores à formação do sienito e podem ter sido resultado de magmas de composição diferente. O afloramento é cortado por vários filões de rochas quer félsicas quer

básicas e podem incluir xenólitos (encraves) de rochas encaixantes (xistos) ou de outros sienitos.



Figura 60 - Filão resultante de intrusões de magma lamprofírico (escala: martelo de geólogo).

É interessante concluir que os encaves são mais antigos que a rocha que os contém e os filões são mais recentes que a rocha que cortam – aplicação dos Princípios da Inclusão e da Intersecção, respectivamente.

Estas relações explicam a história do processo de instalação das rochas magmáticas, que originaram os diferentes sienitos.

O professor pode continuar informando que o maciço de Monchique data do Cretácico Superior. A idade obtida pelo método radiométrico de K-Ar é de 72 +/- 2 Ma. (ROCK, 1976; MACINTYRE & BERGER, 1982 citados em GONZÁLES-CLAVIJO & VALADARES, 2003). As análises radiométricas aplicadas mais recentemente continuam a referir esta idade (método Ar-Ar 72,7 +/- 2,7 Ma e método Rb-Sr 71,5 +/- 3,6 Ma segundo MIRANDA *et al.*, 2009).

Ainda se pode acrescentar que o maciço de Monchique faz parte da Província Alcalina do Cretácico Superior que se instalou na Ibéria, em conjunto com outras ocorrências em Portugal: os maciços eruptivos de Sintra, de Sines e do Monte Ormonde (Banco de Gorringe), o campo filoniano de Mafra e o Complexo Vulcânico de Lisboa (ROQUE & TERRINHA *et al.*, 2006).

O maciço intrusivo de Monchique é considerado o maciço ígneo alcalino mais importante da Europa, situando-se, também, entre os maiores maciços de sienitos nefelínicos existentes no mundo.

5ª Paragem – Fonte termal histórica

Tempo previsto: 25 minutos

Actividade (P5):

1 - Indica a razão pela qual estas águas são captadas a uma temperatura de cerca de 30°C

Esta temperatura justifica-se pela circulação da água em profundidade, no interior do sistema de fracturas, existente no maciço, desta forma geram-se condições de aumento de pressão e conseqüente aumento da temperatura.

2 - Explica por que razão estas águas são mineralizadas.

A elevada mineralização destas águas está relacionada com a sua circulação, em profundidade, uma vez que se criam condições físico-químicas que promovem a dissolução de minerais do material rochoso.

Sugestão metodológica

A introdução feita pelo professor neste ponto deve permitir que o aluno conheça as características das águas termais aqui captadas. Se possível, os alunos serão convidados a beber a água termal.

Esta água é classificada, segundo o Instituto Geológico Mineiro, como “Água Mineral Natural”. A sua temperatura de emergência é de cerca de 30°C e mantém uma composição físico-química específica, constante ao longo do ano. Apresenta uma mineralização total igual a 335 mg/l; é bicarbonatada sódica, ligeiramente sulfúrea e com pH elevado (9,5) (*ineti.pt*).

Estas características estão relacionadas com a circulação de água, em profundidade, no interior do sistema de fracturas existente no maciço. O sistema de circulação das águas consiste, fundamentalmente, na percolação das águas infiltradas superficialmente, progredindo em profundidade para a periferia do maciço. Durante o seu percurso, no interior do maciço, as águas sofrem um aquecimento significativo, desenvolvendo reacções químicas com o material rochoso em que circulam, justificando-se assim a temperatura e a sua composição físico-química específica e constante.

6ª Paragem - Caminho pedonal ao longo do vale

Tempo previsto: 25 minutos

Actividades (P6):

1 – Observação do vale de falha.

Sugestão metodológica

A carta geológica pode voltar a ser utilizada no início desta paragem, para a identificação da falha Monchique-Portimão. A panorâmica deste local é das mais interessantes para observar a expressão de um vale de falha (fig. 61). Os alunos verificarão que o encaixe dos cursos de água é facilitado pelo esmagamento tectónico das rochas, ao longo de uma falha.

As falhas que cindem o interior do maciço de Monchique são responsáveis pelos entalhes fluviais mais profundos. Conclui-se que na formação das linhas gerais do relevo da Serra de Monchique, houve uma interacção permanente entre a tectónica e a erosão fluvial.

É de notar a ligação dos aspectos naturais com a ocupação humana.

A conclusão final deve ser feita nesta paragem, em diálogo entre os alunos e o professor, elaborando-se uma recapitulação de elementos identificados no campo e de conceitos com os quais se relacionam.



Figura 61 - Aspecto geral do vale de falha das Caldas de Monchique.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A par de um interesse didáctico único, a paisagem natural do Algarve tem um valor patrimonial inestimável. Foi nosso propósito, na elaboração deste trabalho, prestar um contributo para o conhecimento, divulgação e preservação dessa Geodiversidade. Assim, dedicámos o nosso estudo a três áreas do Algarve Ocidental.

Os locais seleccionados levantam curiosidades quanto à sua origem, formação e evolução. A praia da Murração, cuja temática central é a imponente tectónica que moldou as suas arribas, é museu aberto sobre o Paleozóico; a praia do Amado, mostra uma paisagem colorida e leve com uma heterogeneidade litológica e estrutural que desvenda a abertura do oceano Atlântico; e, por último, a Serra de Monchique, montanha única onde os sienitos nefelínicos reinam e falam da riqueza e da origem profunda do magmatismo que lhe deu origem.

Assim, a opção feita dá relevo à história geológica da Península Ibérica durante o Paleozóico e o Mesozóico, em episódios chave da geodinâmica. Em consequência, o tempo em Geologia foi conceito basilar e estruturante para a integração dos conceitos científicos.

Desta forma, o documento apresentado teve como suporte conceptual processos relacionados com a Tectónica de Placas, Estratigrafia, Paleontologia e Paleoambientes, por um lado, e com os objectivos didácticos do programa oficial de Geologia do Ensino Secundário, por outro.

Entendemos que a nossa contribuição, no âmbito do ensino da Geologia, é tornar bem visível a utilidade científica e pedagógica do património natural do Algarve Ocidental, através da apresentação de roteiros geológicos para os Locais de Interesse Geológico (LIG's) seleccionados.

Pensamos que estes materiais constituem recursos interessantes a utilizar numa prática lectiva que aproveite a geologia local, para uma observação particularmente bem fundamentada no trabalho de campo, criando alicerces cognitivos, atitudinais e comunicativos que poderão ancorar, de forma significativa, conceitos complexos associados ao tempo, ao espaço e à compreensão dos processos geológicos.

Face a esta intenção pedagógica que nos propusemos satisfazer, os materiais científico-didáticos, introduzidos no capítulo 5, são para o professor poder utilizar nas aulas, seja com a pretensão proposta nos guiões, seja para ele próprio construir outros materiais adequados à especificidade dos alunos ou à localização geográfica da escola.

Os fundamentos didáticos seguidos na organização dos roteiros foram o modelo organizativo de ORION (1993), segundo o qual são três os momentos de aprendizagem ligados ao trabalho de campo: a preparação, em sala de aula, a saída de campo e a pós-saída, novamente, em aula. Em todas estas etapas, propõe-se a utilização e a exploração de esquemas interpretativos e fotografias dos locais em estudo, de forma a melhorar a capacidade de compreensão dos processos geológicos.

Dada a extensão do trabalho realizado, não houve a tempo disponível para implementar estas propostas com alunos. Porém, garante-se a validação dos materiais pelos orientadores e, por isso, pode-se inferir sobre as suas vantagens e eficácia, que julgamos ter, no encadeamento e selecção dos conteúdos programáticos de Geologia que vigoram no Ensino Secundário.

Todavia, acrescentamos, a pertinência e o valor pedagógico dos materiais, aqui apresentados, advém do facto de terem sido construídos após a experiência profissional anterior como formadores de docentes, no âmbito da Geologia do Algarve. Na verdade, os caminhos enunciados neste documento, e trilhados quer para a praia do Amado, quer para as Caldas de Monchique, foram base de trabalho, por nós aplicada na formação de professores em diversas actividades do Programa Regional de Educação Ambiental pela Arte, no seu 5º ciclo temático “Narrativas e Percursos Geológicos”, uma iniciativa da Direcção Regional de Educação do Algarve, e na formação científica de professores promovida pela Associação de Defesa do Património Geológico do Alentejo e Algarve.

Aliado ao objectivo de divulgar o conhecimento científico, move-nos a vontade de contribuir para a preservação do Património Natural. Por isso, entendemos os roteiros como veículos de sensibilização a favor de uma sociedade sustentável, pois o aluno ao conhecer o ambiente circundante compreende e enaltece intrinsecamente o seu valor.

Em trabalhos futuros, sugerimos, a aplicação dos roteiros em saídas de campo com alunos, de forma a realizar um estudo mais concreto que inclua uma amostragem e posterior tratamento de dados e permita aferir a aplicabilidade destes produtos na actividade lectiva e as vantagens efectivamente ganhas nos domínios de competências dos alunos.

Seria também interessante desenvolver e disponibilizar outros roteiros, com conteúdos de geologia aplicados à Serra de Monchique e alargando o seu estudo às rochas Paleozóicas da Serra de Espinhaço de Cão, onde este maciço ígneo se implantou.

Ainda se considera útil alargar a cultura científica aplicando o trabalho apresentado na formação de professores do Ensino Básico e Secundário.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, I; NIETO, F. & VELILLA, N. (2001). *The phyllosilicates in diagenetic-metamorphic rocks of South Portuguese Zone, southwestern Portugal*. Can. Miner. 39, pp. 1571-1589.
- AZERÊDO, A.; DUARTE, L.; HENRIQUES, M. H.; MANUPPELLA, G. (2003). *Da dinâmica continental no Triásico aos mares do Jurássico Inferior e Médio*. Cadernos de Geologia de Portugal, IGM, Lisboa, 43 p.
- BRILHA, J. B. (2005). *Património geológico e geoconservação da Natureza na sua vertente geológica*. Palimage Editores, Viseu, 190 p.
- BONNET, C. (1850). Algarve (Portugal) – *Description géographique et géologique de cette province*. Académie Royale des Sciences de Lisbonne. Reedição (1990); Secretaria de Estado da Cultura; Delegação Regional do Sul, 189 p.
- BORGES, M.; FERNANDES, P.; OLIVEIRA, T. & PEREIRA, Z. (2009). *Palynostratigraphy contributions to understand the Southwest Portugal and Algarve Basin Geology, Portugal*. Post meeting Field-trip 23-24 September. II Joint Meeting of Spores/Pollen and Acritarch Subcommissions, 60 p.
- DIAS, R.P. (2001). *Neotectónica da região do Algarve*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, 369 p.
- DOURADO, L. (2001). *Trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental no ensino das ciências - contributo para uma clarificação de termos*. In: Ensino Experimental das Ciências, (Re) pensar o Ensino das Ciências, 3, (Coord. A. Veríssimo, A. Pedrosa, R. Ribeiro). 82 p.
- FEIO, MARIANO (1949). *Le Bas Alentejo et l'Algarve: livret-guide de l'excursion E in Congrès International de Géographie*, Lisbonne. Union Géographique Internationale, 207 p.
- FERNANDES, P. (2009a). *Geologia da Carrapateira e da Ponta do Telheiro*. III Encontro de Professores de Geociências do Alentejo e Algarve - Vila do Bispo. DPGA. 7 p.
- FERNANDES, P. (2009b). *Palynostratigraphy contributions to understand the Southwest Portugal and Algarve Basin Geology, Portugal*. II Joint Meeting of Spores/Pollen and Acritarch Subcommissions. Post meeting Field-trip 23-24 September. 60 p.
- FERNANDES, P.; RODRIGUES, B.; BORGES, M.; MATOS, V. (2010). *Maturação orgânica da Bacia Algarvia. Resultados preliminares e implicações para a prospecção de hidrocarbonetos*. GEOTIC – Soc. Geol. Port. VIII Cong. Nac. de Geo., vol. 19 nº6, 4p.
- FERNANDES, P.; OLIVEIRA, T. (2010). *Geologia de Vila do Bispo*. Folheto Informativo; Câmara Municipal de Vila do Bispo e DPGA, 2 p.

- FREDÉN, C.; KARIS, L.; LUNDQVIST, S.; RANSE, G.; SUOMINEN, V. & JOHANSSON, C. (2004). *Geosites in practice – Trans-national comparison and correlation*. In: Natural and Cultural Landscapes - The Geological Foundation, M.A. Parkes (Ed.), Dublin, Royal Irish Academy, pp. 113-116.
- FREITAS, M. (2000). *O trabalho prático (laboratorial e de campo) na promoção de áreas transversais do currículo (Área de Projecto/Projecto Tecnológico)*. In: Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências, Ed. Departamento de Metodologias da Educação e Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Braga, pp. 63-74.
- GRAY, M. (2004). *Geodiversity – valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons, Ltd. England, 434 p.
- GONZÁLEZ-CLAVIJO, E.; VALADARES, V., (2003). *O Maciço Alcalino de Monchique (SW Portugal): estrutura e modelo de instalação na crosta superior*. Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro 90, pp. 43-64.
- JABALOY, A.; GALINDO-ZALDÍVAR, J.; GONZÁLEZ-LODEIRO, F. (2002). *Palaeostress evolution of the Iberian Peninsula (Late Carboniferous to present-day)*. Departamento de Geodinâmica. Universidad de Granada, Spain, pp 159-186.
- KORN, D. (1997). *The Paleozoic ammonoites of the South Portuguese Zone*. Mem. Inst. Geol. Min. Portugal, 33, pp.1-131.
- LEITE, L. (2000). *As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos*. In: Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências, Ed. Departamento de Metodologias da Educação e Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Braga, pp. 91-108.
- LEITE, L. (2001). *Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências*. In: Cadernos Didácticos de Ciências, vol. 1, Ed. DES, Ministério da Educação, Lisboa, pp. 79-97.
- LOPES, F. (2006). *Geologia e génese do relevo da Rocha da Pena (Algarve, Portugal) e o seu enquadramento educativo*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Algarve, Faro, 114 p.
- MANUPPELLA, G. (1988). *Litoestratigrafia e Tectónica da Bacia Algarvia*. Geonovas vol. 10. Lisboa, pp 67-71.
- MANNUPPELLA, G., MARQUES, B. & ROCHA, R. B., (1988). *Evolution tectono-sédimentaire du bassin de l'Algarve pendant le Jurassique*. 2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy. Lisboa, pp. 1031-1046.
- MANUPPELLA, G. (coord.) et al. (1992). *Notícia explicativa da Carta Geológica da Região do Algarve, escala de 1/100000 - Folha Ocidental*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 77 p.

- MÉLENDEZ, G.; AURELL, M. (2004). *El Jurásico de la vertiente sur de los Pirineos* in VERA, J. A. (ed.) *Geología de España*, Sociedad Geológica de España – Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 277-279.
- McCLAY, K. R. (1987). *The mapping of geological structures*. Open University Press Milton Keynes and Halsted Press John Wiley & Sons. New York, Toronto, 161 p.
- McCORMACK, N.; Clayton, G.; Fernandes, P. (2007). *The thermal history of the Upper Palaeozoic rocks of southern Portugal*. Marine and Petroleum Geology. *Science Direct*, pp. 145-150.
- MIRANDA, R.; VALADARES, V.; TERRINHA, P.; KULLBERG, C.; RIBEIRO, C.; MATA, J.; AZEVEDO, M.; GASPAR, M. (2009). *Age constraints on the Late Cretaceous alkaline magmatism on the West Iberian Margin*. Cretaceous Research, *Science Direct*. pp. 575-586.
- MOURA, D. (1998). *Litostratigrafia do Neogénico Terminal e Plistocénico, na Bacia Centro-Algarve. Evolução Paleoambiental*. Tese de Doutoramento. Universidade do Algarve, Faro, 252 p.
- MORGADO, M.; REBELO D.; SOARES DE ANDRADE A. & MARQUES L. (2003). *Didáctica e Metodologia de Educação. Percursos e Desafios*. (Org. A. Neto), Universidade de Évora, pp 1229-1237.
- MUNHÁ, J. (1983). *Hercynian magmatism in the Iberian Pyrite Belt*. In: The Carboniferous of Portugal, eds. M. J. Lemos and J. T. Oliveira, *Mem. Serv. Geol. Portugal*, 29, pp. 39-81.
- OLIVEIRA, J. T. (coord.) (1984). *Carta Geológica de Portugal na escala 1/200000, Notícia Explicativa da Folha 7*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 77 p.
- OLIVEIRA, J., HORN, M., KULLMANN, J., PAPROTH, E. (1985). *The stratigraphy of the Upper devonian and Carboniferous sediments of Southwest Portugal*. C.R. 10e, International Congress Stratigraphy Geology Carboniferous, Madrid 1983, (1), pp.1-17.
- OLIVEIRA, J. T., HORN, M., KULLMAN, J. & PAPROTH, E., (1985). *Stratigraphy of the Upper Devonian and Carboniferous sediments of Southern Portugal*. Dixième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère. Madrid, 1983. *Compte Rendu(1)*, pp. 107-120.
- OLIVEIRA, J. T. (1990). *The South Portuguese Zone. Stratigraphy and Synsedimentary Tectonism*. In: Pre-Mesozoic Geology of Iberia - R. D. Dallmeyer e E. Martinez Garcia (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, pp. 334-347.
- OLIVEIRA, J. T.; RELVAS, J.; PEREIRA, Z.; MATOS, J.; ROSA, C; ROSA, D.; MUNHÁ, J.; FERNANDES, P.; JORGE, R.; PINTO, A. (2006). *Geologia da Zona Sul Portuguesa, com ênfase na estratigrafia, vulcanologia física, geoquímica e mineralizações da*

Faixa Piritosa. In: Geologia de Portugal no contexto da Ibéria. (Dias, R.; Araújo, A.; Terrinha, P. e Kullberg, J. Editores). Universidade de Évora. Évora, pp. 207-245.

- ORION, N. (1989). *Development of a High-School Geology Course Based on Field Trips.* Journal of Geological Education, 37. pp 13-17.
- ORION, N. (1993). *A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum.* School Science and Mathematics, 93(6). pp 325-331.
- ORION, N. & HOFSTEIN, A. (1994). *Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment.* Journal of Research in Science Teaching, 31 (10), pp. 1097-1119.
- ORION, N. (2001). *A educação em Ciências da Terra: da teoria à prática - implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem.* In: Marques, L. & Praia, J. (coord.), Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário. Universidade de Aveiro, pp. 95-114.
- PALAIN, C. (1976). *Une série détritique terrigène, les "Grès de Silves": Trias et Lias inférieur du Portugal.* Memória dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, (25), 377 p.
- PARREIRAL, R. (2011). *Representações para o Ensino e a Aprendizagem de Temas de Geologia no Ensino Básico e no Ensino Secundário.* Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 294 p.
- PARRISH, (1998). *Interpreting Pre-Quaternary Climate from the Geologic Record.* Columbia University Press, Estados Unidos da América, 338 p.
- PEREIRA, Z., CLAYTON, G., OLIVEIRA, J.T. (1994). *Palynostratigraphy of the Devonian-Carboniferous Boundary.* In: Southwest Portugal. Annales de la Société Géologique de Belgique, 117, (1), pp.189-199.
- PEREIRA, Z. (1999). *Palinoestratigrafia do Sector Sudoeste da Zona Sul Portuguesa.* Comunicações IGM, Portugal 86, pp. 25-57.
- PEREIRA, Z.; OLIVEIRA, J.T. (2006). *Recent advances on the Upper Devonian palynostratigraphy of the Pulo do Lobo Domain, South Portuguese Zone, Portugal.* In: Paleozoic Palynology in Space and Time. Bek, J., Brocke, R. Daskova J., Fatka, O. (eds). Inst. Geology, Academy of Sciences, Prague. Czech Republic, pp. 42-43.
- PEREIRA, Z.; MATOS, J.; FERNANDES, P.; OLIVEIRA, J.T. (2008). *New data on the late Famennian miospore assemblage of the Cercal Anticline (westernmost Iberian Pyrite Belt area), Portugal.* Abstract Volume, 12th International Palynological Congress (IPC-XII 2008), 8th International Organisation of Palaeobotany Conference (IOPC-VIII 2008). Joint Congress in Bonn, 2008, pp. 219-220.
- RAMALHO, M. & RIBEIRO, A., (1985). *The geology of the Mesozoic - Carrapateira outlier (W Algarve) and its relationship with the opening of the North Atlantic.* Comun. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 71(1), pp. 51-54.

- RAMALHO, M.M.; DIAS, J.A; MOURA, D.; BOSKI, T.; MANUPPELLA, G. (2003). *Carta Geológica Simplificada do Parque Natural da Ria Formosa. Reserva Natural de Castro Marim e Vila Real de Santo António e Região Envolvente*, Notícia Explicativa, Instituto Geológico e Mineiro e INETI, Universidade do Algarve, Faro, 91 p.
- RAMSAY, J. & HUBER, M. (1983). *The techniques of modern structural geology – strain analysis*. Academic Press, Inc., London, vol. 1, 307 p.
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M., FERREIRA, M., ROCHA, R., SOARES, A., ZBYSZEWSKI, G., ALMEIDA, F., CARVALHO, D. & MONTEIRO, J. (1979). *Introduction à la Géologie Générale du Portugal*. SGP. Lisboa, 113 p.
- RIBEIRO, A. & SILVA, J.B. (1983). *Structure of the South Portuguese Zone, The Carboniferous of Portugal*. Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa, 29, p.83-89.
- RIBEIRO, A. & CABRAL, J. (1987). “*The neotectonic regime of West-Iberia continental margin: a transition from passive to active?*” – EUG IV, Strasbourg, April 13-16, Terra Cognita, 7 (2-3), 120 p.
- RIBEIRO, A.; RIBEIRO, J; RAMALHO, M.; SILVA, L. (1987). *Notícia explicativa da Folha 48-D (Bordeira) da Carta Geológica de Portugal – escala 1/50000*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 30 p.
- RIBEIRO, C. & TERRINHA, P. (2006). *Formation, Deformation and Chertification of Systematic Clastic Dykes in a Differentially Lithified Carbonate Multilayer*. SW Iberia, Algarve Basin, Lower Jurassic. *Sedimentary Geology*, 15 p.
- ROCHA, P. (2004). *O trabalho de campo no processo de alfabetização científica dos cidadãos, uma investigação desenvolvida na praia de Lavadores – Vila Nova de Gaia*. Tese de Mestrado, Universidade do Porto. Porto, 109 p.
- RODRIGUES, B. (2007). *Relação entre sedimentos arenosos fluviais e costeiros: estudo dos minerais pesados das areias actuais do Algarve Ocidental*. Tese de Mestrado. Universidade do Algarve, Faro, 82p.
- ROQUE, C. & TERRINHA, P. (2006). A Bacia do Algarve: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica – Estratigrafia da Área Imersa. *In: Geologia de Portugal no Contexto da Ibéria*. (Dias, R.; Araújo, A.; Terrinha, P. & Kullberg, J. Editores). Univ. de Évora, Évora, pp. 247-310.
- ROCK, N. (1978). *Petrology and petrogenesis of the alkaline complex, southern Portugal*. *Journal of Petrology*, (19), pp. 171-214.
- ROCK, N. (1982). *The late Cretaceous alkaline igneous province in the Iberian Peninsula, and its tectonic significance*. *Lithos*, 15, pp 111-131.
- SHARPLES, C. (2002). *Concepts and Principles of Geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service, Australia, 79 p.

- SIMÓN, J. (coord.) (1998). *Guía del Parque Geológico de Aliaga*. Departamento de Geología. Universidad de Zaragoza, 155 p.
- SCHERMERHÖRN, L.; PRIEM, H.; BOELRIJK, A.; HEBEDA, E.; VERDURMEN, E.; VERSCHURE, R. (1978). *Age and origin of the Messajana Dolerite Fault-dyke System (Portugal and Spain) in the light of the opening of the North Atlantic Ocean*. Journ. Geol. 86, pp 299-309.
- TAPADINHAS, H. (2002). *Educação Ambiental pela Arte: a expressão artística como prática pedagógica e instrumento de intervenção social*. Tese de Mestrado. Universidade de Santiago de Compostela, 110 p.
- TAPADINHAS, H. (2009). *Contos do Mago - Narrativas e Percursos Geológicos*. Direcção Regional de Educação do Algarve. Faro, 213 p.
- TEIXEIRA, C. (1981). *Geologia de Portugal. Precâmbrico, Paleozóico*, vol. I, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 629 p.
- TERRINHA, P. (1998). *Structural Geology and Tectonic Evolution of Algarve Basin, South Portugal*. Ph D Thesis. Imperial College, London, 430 p.
- TERRINHA, P. & KULLBERG, J. C. (coord.) (2006). *A Bacia do Algarve: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica*. In: *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*. (Dias, R.; Araújo, A.; Terrinha, P. e Kullberg, J. Editores). Univ. de Évora, Évora, pp 247-316.
- VALADARES, V.; TERRINHA, P.; AZEVEDO, M.R. (2004). *The Monchique Alkaline Complex: new data from geochemistry and isotope geology*, European Geosciences Union, Geophysical Research Abstracts, European Geosciences Union, CD-ROM abstracts volume, 6.
- VERA, J. A. (editor) (2004). *Geologia de España*. SGE-IGME, Madrid, 890 p.

Sites Consultados

<http://e-geo.ineti.pt/> (acedido em 06/02/2010)

<http://www.associacaodpga.org/Associacao.html> (acedido em 12/10/2010)

http://www.progeo.pt/progeo_pt.htm (acedido em 18/02/2011)

<http://www.almargem.org/> (acedido em 02/08/2011)

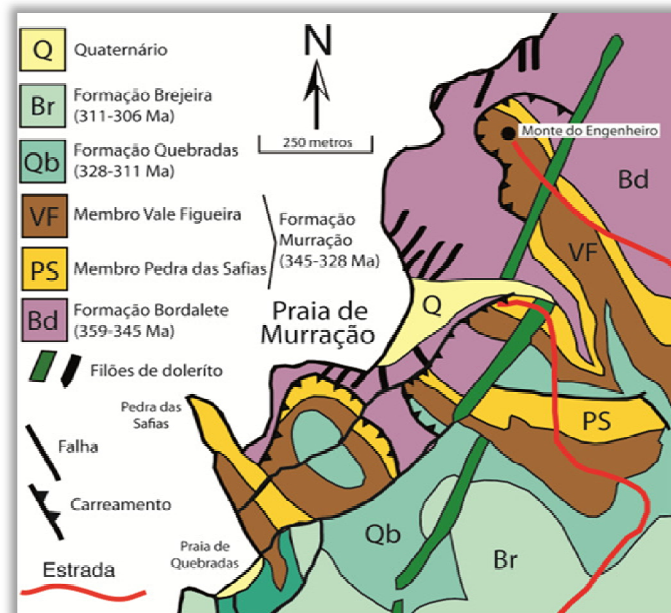
<http://maps.google.pt/> (acedido em 14/07/2011)

<http://www.stratigraphy.org/column.php?id=Chart/Time%20Scale> (acedido em 22/01/2010)

ANEXOS e APÊNDICES

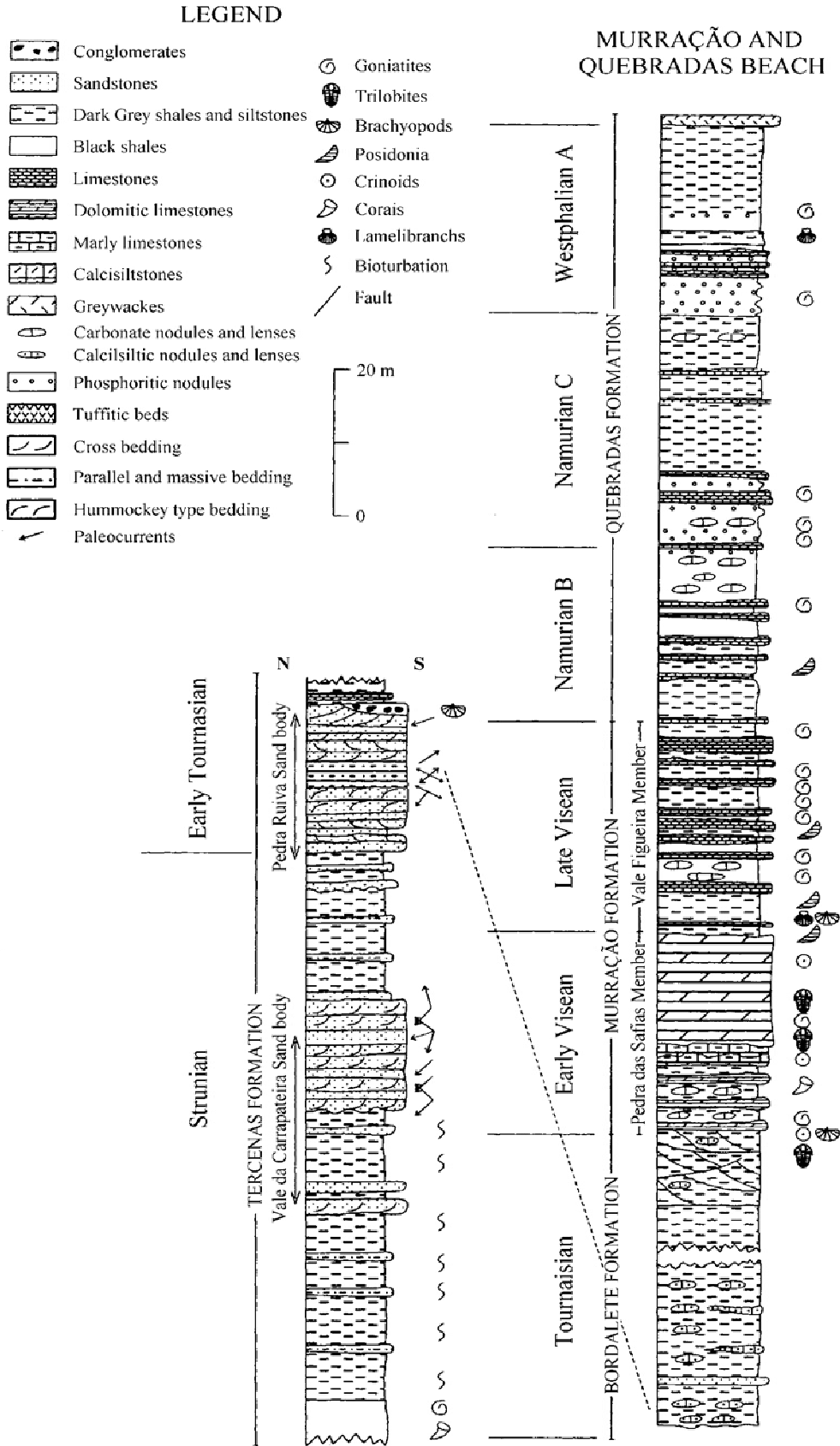
ANEXO I – Carta Geológica, simplificada, da praia da Murração

(FERNANDES *et al.*, 2010)



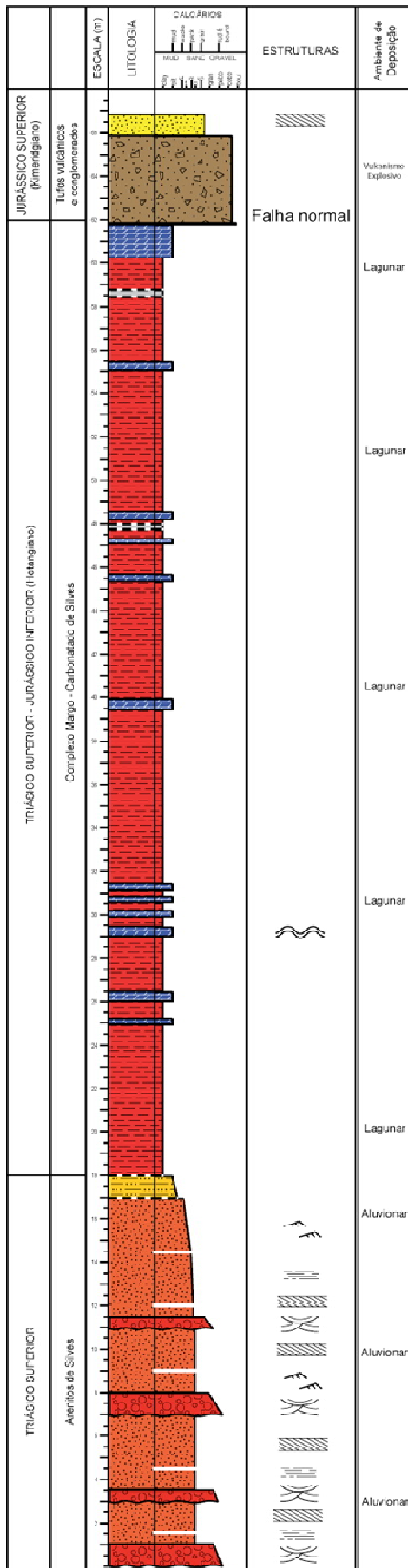
ANEXO II – Coluna litológica da praia de Murração

(BORGES *et al.*, 2009)



ANEXO III – Coluna litológica dos Arenitos de Silves da praia do Amado






(FERNANDES, 2009 a)






LITOLOGIAS

-  Conglomerado
-  Arenitos vermelhos
-  Siltitos
-  Argilitos vermelhos/esverdeados
-  Domitos
-  Argilitos cinzentos
-  Brecha vulcânica
-  Arenito

ESTRUTURAS

-  Estratificação entrecruzada ou em ventre
-  Laminação planar horizontal
-  Estratificação cruzada planar
-  Estratificação cruzada de corrente
-  Estratificação cruzada de onda

CONTACTO NA BASE DAS CAMADAS

-  Erosão
-  Brusco
-  Gradacional

APÊNDICE I – TABELA CRONOESTRATIGRÁFICA

(modificado de: International Commission on Stratigraphy – ICS e Porto Editora)

