

Universidade do Minho

Escola de Ciências

Ângela Maria Rosa Oliveira

AVALIAÇÃO E VALORIZAÇÃO DO POTENCIAL EDUCATIVO DE GEOSSÍTIOS NO GEOPARQUE TERRAS DE CAVALEIROS

Mestrado em Património Geológico e Geoconservação

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Pedro Pimenta Simões

DECLARAÇÃO

Agradecimentos

A conclusão deste trabalho não seria possível sem o apoio de várias pessoas, pelo que não podia deixar de transmitir o meu reconhecimento e gratidão a todos aqueles que de certa forma contribuíram para a sua realização. Agradeço:

Ao meu orientador, Professor Doutor Pedro Pimenta Simões por todo o acompanhamento, disponibilidade e conhecimentos transmitidos, fundamentais à concretização deste trabalho.

Ao Professor Doutor José Brilha por todo a disponibilidade, e pela cedência da bibliografia de quantificação.

Ao Professor Doutor Diamantino Ínsua Pereira e ao Professor Doutor Paulo Pereira, pelos conhecimentos transmitidos durante as saídas de campo.

Ao técnico de laboratório Sr. Saúl Sendas, pelo enorme trabalho na obtenção de lâminas das amostras recolhidas, sempre com boa disposição.

Aos Doutores Carlos Aguiar e Paulo Travassos, por toda a simpatia, pronta disponibilidade e cedência de bibliografia.

À Câmara Municipal de Macedo de Cavaleiros, pela cedência de alojamento durante as saídas de campo.

Aos meus pais, por sempre terem acreditado neste trabalho. Com todo o esforço, apoio e permanente incentivo, tornaram viável a sua realização.

Aos meus amigos e colegas de mestrado, pela constante partilha de dúvidas, conhecimentos e opiniões, companhia nas saídas de campo, bem como pelos bons momentos partilhados neste último ano.

Resumo

A elevada diversidade geológica do concelho de Macedo de Cavaleiros, bem como a enorme complexidade associada aos processos que lhe deram origem, dificultam o reconhecimento da sua importância por parte do público em geral. Neste aspeto reside a enorme necessidade de consciencializar a população geral, particularmente em idade escolar acerca da importância desta geodiversidade. Apelar à sensibilização do público sobre esta temática, é uma tarefa fundamental no sentido de alertar para a necessidade de proteção e valorização do património geológico local, e que deve ter início nas escolas, envolvendo alunos e professores. Dada a diversidade geológica da região de Macedo de Cavaleiros, é necessária a implementação de estratégias de geoconservação, com o intuito de preservar, promover e proteger o seu património.

O presente trabalho consiste na avaliação e valorização do património geológico de Macedo de Cavaleiros, quanto ao seu valor didatico. Com base nos 42 geossítios inventariados na área em estudo, procedeu-se à avaliação do potencial educativo inerente a cada um dos locais, com base numa metodologia composta por 10 critérios (potencialidade didática, diversidade geológica, condições de observação, deterioração de conteúdos, acessibilidade, segurança, infraestrutura logística, densidade populacional, associação com outros valores e beleza cénica). Apenas um geossítio possui valor educativo inferior a 50% (*Bur1 - Microgranito de Burga*, com 42,5%). Os três geossítios com valor educativo mais elevado são: *Lag1 - Gnaisses de Lagoa* (77,5%), *Pod2 - Fraga da Pegada* (75%) e Mor1 *- Gabros de Sobreda* (71,25%).

As propostas de valorização didática desenvolvidas no presente trabalho são dirigidas a alunos do ensino secundário, e consistem na realização de dois percursos geológicos, com base no trabalho de campo realizado e na avaliação do potencial didático dos geossítios analisados. As atividades propostas aos alunos, no âmbito dos percursos, foram desenvolvidas de acordo com uma metodologia, que considera que estas se devem desenrolar sequencialmente, ao longo de três etapas principais (etapa de pré-viagem, saída de campo e etapa de pós-viagem). Tendo por base a referida metodologia, foram desenvolvidos materiais que complementam as atividades práticas, e se enquadram devidamente nas suas diferentes etapas de execução. Estes materiais desenvolvidos são dirigidos a alunos e professores e destinam-se a auxiliar os vários intervenientes nas saídas de campo.

Abstract

The high geological diversity of Macedo de Cavaleiros city, as well as the enormous complexity associated to the geological processes that originated them, difficult the recognition of its meaning by the public. In this aspect resides a necessity to awareness the population, especially at schools, about the importance of this geodiversity. It's a fundamental task to appeal the sensibilisation of the population in order to warn about the importance of protection and valorization of the geological local heritage that must starts at schools, involving students and teachers. The implementation of geoconservation strategies is needed due the geological diversity of Macedo de Cavaleiros, with the intention to preserve, promote and protect its patrimony.

This work consists on the evaluation and valorization of the geological heritage of Macedo de Cavaleiros, about its didactic value. Based on the 42 geosites inventoried in the area in study we proceeded to the evaluation of the educational potential inherent to each one of the locals based on a methodology composed by 10 criteria (didactic potential; geological diversity; conditions of observing; deterioration of the contents; accessibility; security; logistic infrastructures; population density; association with other values and scenic beauty). From all the 42 geosites inventoried, only one has a educational value below 50% (*Bur1 –Burga microgranite*, with 42.5%) The three geosites with higher educational value are *Lag1 – Lagoa gneisses* (77.5%), *Pod2 - Fraga da Pegada* (75%) and *Mor1 – Sobreda gabbros* (71.25%).

The proposed didactic valorizations developed on the present work are directed to high school students and consists on the realization of two geological pathways, based on the field work performed and in the evaluation of the didactic potential of the analyzed geosites. The activities proposed to the students, on the ambit of the pathways, were developed adopting a methodology that considers that these should take place sequentially according to three main steps (preparatory unit; field-trip and summary unit). Based on the referred method were developed materials that complement the practical activities that fits properly in their different steps of execution. These developed materials are directed to students and teachers and are intended to assist the various stakeholders in the field trips.

Índice geral

Resumo	. i\
Abstract	. \
Capítulo 1. INTRODUÇÃO	
1.1. Apresentação do tema	. 1
1.2. Objetivos	. 1
1.3. Alfabetização científica em geociências – uma necessidade urgente	. 2
1.4. Público-alvo	. 3
Capítulo 2. GEODIVERSIDADE, PATRIMÓNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO	
2.1. Geodiversidade: origem, definição, valores e ameaças	. 5
2.1.1. Geodiversidade versus Biodiversidade	. 6
2.2. Património Geológico e Geoconservação	. 7
2.2.1. Geoconservação e Geoparques	. 8
2.2.2. Geoparque Terras de Cavaleiros	. 9
Capítulo 3. GEOPARQUE TERRAS DE CAVALEIROS	
3.1. Enquadramento geográfico	. 11
3.2. Enquadramento geológico	. 11
3.2.1. Maciço Ibérico	. 11
3.3. Geologia do Geoparque Terras de Cavaleiros	. 14
3.3.1. Substrato Pré-Mesozóico	. 14
3.3.2. Sedimentos do Cenozóico	. 16
3.4. Geomorfologia	. 18
Capítulo 4. O MACIÇO DE MORAIS	
4.1. Enquadramento geológico	. 21
4.1.1. Ciclo orogénico	. 21
4.1.2. Paleozóico no maciço de Morais	. 22
4.1.3. Meso-Cenozóico no Maciço de Morais	. 28
Capítulo 5. INVENTARIAÇÃO E CARATERIZAÇÃO DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO DO GTC	
5.1. Metodologia de inventariação	. 31
5.2. Caraterização dos geossítios	. 31
Capítulo 6. QUANTIFICAÇÃO DO VALOR DIDÁTICO DOS GEOSSÍTIOS DO GTC	
6.1. Metodologia	. 35
6.2. Resultados da quantificação	. 37
6.3. Seriação dos geossítios	. 42

6.4. Discussão dos resultados de quantificação e seleção de geossítios para valorização	44
Capítulo 7. VALORIZAÇÃO DIDÁTICA DOS GEOSSÍTIOS DO GTC	
7.1. O Trabalho Prático	51
7.1.1. Trabalho de Campo – importância no ensino/aprendizagem	53
7.1.2. Metodologia de Trabalho de Campo adotada	53
7.1.2.1. Etapas do Trabalho de Campo	53
7.2. Geopercurso A – "Rochas e Minerais"	56
7.2.1. Descrição das paragens	56
7.3. Geopercurso B – "Em busca do passado – Ciclo Varisco no Maciço de Morais"	80
7.3.1. Descrição das paragens	81
Capítulo 8. CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS PARA AS ATIVIDADES	
8.1. Etapa de pré-viagem	97
8.1.1. Tabela "Guia de preparação do Geopercurso"	97
8.1.2. Pósteres de introdução à geologia de Morais	105
8.1.3. História geológica do maciço de Morais – material de suporte teórico para	
professores/guias	116
8.2. Viagem ao Campo	123
8.2.1. Caderno de Campo	123
8.2.2. Livro da história geológica de Macedo de Cavaleiros	124
8.2.3. Folhetos informativos	124
8.3. Etapa de pós-viagem	129
8.3.1. Trabalho Síntese	129
Capítulo 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
ANEVOC	1 / 1

Índice de tabelas

Tabela 1.1. Principais conteúdos programáticos abordados no ensino secundário no âmbito das	
geociências (Ministério da Educação, 2001; 2003 e 2004).	3
Tabela 5.1. Principais itens e sub-itens que compõem a ficha de caraterização de geossítios (adaptado de Pereira et al., 2012).	32
	52
Tabela 5.2. Tipos de geossítios inventariados no concelho de Macedo de Cavaleiros (adaptado de	
Pereira et al., 2012).	32
Tabela 5.3. Categorias temáticas dos geossítios inventariados no Concelho de Macedo de	
Cavaleiros (adaptado de Pereira et al., 2012)	33
Tabela 5.4. Áreas classificadas no concelho de Macedo de Cavaleiros (adaptado de Pereira et al.,	
2012)	33
Tabela 5.5. Caraterização dos geossítios definidos para o geoparque Terras de Cavaleiros. (*) A	
referência do geossítio é composta por três letras relativas ao nome da freguesia e por um	
número correspondente ao número do geossítio dentro da freguesia (adaptado de Pereira et	
al., 2012)	34
Tabela 6.1. Critérios e pontuações do valor educativo (Brilha, 2014)	36
Tabela 6.2. Pesos dos critérios de avaliação do valor educativo (Brilha, 2014)	37
Tabela 6.3. Valor educativo dos geossítios do Geoparque Terras de Cavaleiros	38
Tabela 6.4. Seriação dos 42 geossítios inventariados no concelho de Macedo de Cavaleiros, de	
acordo com a quantificação efetuada	43

Índice de figuras

Figura 2.1. Esquema ilustrativo do papel da geodiversidade dentro da conservação da natureza	
(adaptado de Fraga, 2010).	8
Figura 2.2. Logotipo da Rede <i>(a)</i> Global e <i>(b)</i> Europeia de Geoparques e do <i>(c)</i> Geoparque Terras de Cavaleiros (www.cm-macedodecavaleiros.pt)	9
Figura 3.1. Enquadramento (a) regional e (b) administrativo do concelho de Macedo de Cavaleiros (modificado de Gonçalves, 2013).	11
Figura 3.2. Principais unidades morfotectónicas da Península Ibérica (modificado de Poças (2004), adaptado de Julivert et al., 1974; Ribeiro et al., 1979; Farias et al., 1987))	12
Figura 3.3. Divisão do Maciço Ibérico em unidades de primeira ordem (Terrenos) e de segunda ordem (Zonas) (modificado de Poças (2004), adaptado de Julivert et al., 1974; Ribeiro et al., 1979; Farias et al., 1987))	14
Figura 3.4. Extrato da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:200 000, com marcação dos limites concelhios de Macedo de Cavaleiros (Pereira, 2000). A legenda encontra-se em anexos (Anexo I)	17
Figura 4.1. Esboço do NW do Maciço ibérico, evidenciando os complexos alóctones e os principais conjuntos de unidades (unidades alóctones, parautóctones e autóctones) (adaptado de Martinez-Catalán et al., 1996)	22
Figura 4.2. Variação da posição geográfica dos continentes na segunda metade do Paleozóico, durante o Ciclo Varisco (modificado de Matte (2001), <i>in</i> Pereira (2006); www.cm-macedodecavaleiros.pt – Guia de Morais)	25
Figura 4.3. Geologia simplificada do Maciço de Morais, com diferenciação das unidades do Complexo Ofiolítico de Morais e do Complexo Alóctone Superior (Ribeiro et al., 2006)	29
Figura 6.1. Plantas endémicas do Monte de Morais: <i>a) semidentata (Asteraceae)</i> ; <i>b)</i> Armeria langei subsp. marizii (Plumbaginaceae)	47
Figura 7.1. Relação entre a teoria e a prática, representada pela "hipótese da lagarta" (Carneiro et al., 1993).	52
Figura 7.2. Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (adaptado de Leite, 2001).	52

Figura 7.3. Três diferentes etapas sequencionais de uma atividade de campo, segundo o	
modelo organiozacional desenvolvido por Orion 1993 (adaptado de Orion 1993)	54
Figura 7.4. Excerto da Carta Geológica 1/200.000, com localização dos geossítios que	
constituem as paragens do Geopercurso A. Cada geossítios está identificado pela respetiva	
referência adotada ao longo do presente trabalho. Legenda em anexos (Anexol)	57
Figura 7.5. Mapa do concelho de Macedo de Cavaleiros, com localização dos geossítios e do	
percurso que integram o Geopercurso A	58
Figura 7.6. Geossítio Mor 6 – Dunitos com cromite (Foto: Pedro Pimenta)	60
Figura 7.7. Geossítio Mor 6 – Cromites de Morais. A) Microfotografia em nícois paralelos; B)	
Microfotografia em nícois cruzados: 1/ Serpentina	60
Figura 7.8. Geossítio Vpc 2 – Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho: observação de dobras	
(tracejado vermelho).	62
Figura 7.9. Geossítio Vpc 2 – Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho. A) Microfotografia em	
nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: 1) Anfíbola; 2) Alteração da	
anfíbola; 3) Plagioclase	62
Figura 7.10. Geossítio Sal 3 – Calcários de Salselas, exploração artesanal de calcários	64
Figura 7.11. Geossítio Sal 3 – Calcários de Salselas. A) Microfotografia em nícois paralelos; B)	
Microfotografia em nícois cruzados: 1/ Calcite	65
Figura 7.12. Geossítio Vpc 4 – Talcos do Azibo.	67
Figura 7.13. Geossítio Vpc 4 – Talcos do Azibo. A) Microfotografia em nícois paralelos; B)	
Microfotografia em nícois cruzados: 1/Talco; 2/Clivagem de fluxo	67
Figura 7.14. Geossítio Vin 1 – Sedimentos de Castro Roupal. Afloramento em talude de	
estrada, onde se observa a estratificação cruzada em ventre	69
Figura 7.15. Geossítio Vin 1 – Sedimentos de Castro Roupal, com clastos de diferente natureza	
que compõem os depósitos (Foto: Pedro Pimenta)	70
Figura 7.16. Geossítio Mor 1 – Gabros de Sobreda. A) Cumulados máficos (Metagabros) de	
Sobreda; B) Metaflaser-gabro de Sobreda (Fotos: Pedro Pimenta)	71
Figura 7.17. Geossítio Mor 1 – Gabros de Sobreda. A) Microfotografia em nícois paralelos; B)	
Microfotografia em nícois cruzados: 1/ Plagiclase; 2/ Anfíbola	72

Figura 7.18. Geossítio Mor 1 – Gabros de Sobreda (Flaser-gabro). A) Microfotografia em nícois	
paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: 1) Esfena; 2) Anfíbola	72
Figura 7.19. Geossítio Mor 2 – Diques anfibolíticos de Paradinha, com destaque para o dique	
anfibolítico	74
Figura 7.20. Geossítio Mor 4 – Micaxistos de Lagoa. Afloramento local de filitos, com evidente clivagem de fluxo.	76
Figura 7.21. Geossítio Mor 4 – Micaxistos de Lagoa. A) Microfotografía em nícois paralelos; B)	
Microfotografia em nícois cruzados: <i>1)</i> Feldspato K; <i>2)</i> Sericite; <i>3)</i> Quartzo; <i>4)</i> Plagioclase;	
5) Clivagem de fluxo.	76
Figura 7.22. Geossítio Lag 1 – Gnaisses de Lagoa. Afloramento de gnaisse polido pela acção	
	78
Figura 7.23. Geossítio Lag 1 – Gnaisses de Lagoa. A) Microfotografia em nícois paralelos; B)	
Microfotografia em nícois cruzados: 1/ Andaluzite; 2/ Plagioclase alterada, sericitizada; 3/	
Quartzo; 4/ Moscovite	78
Figura 7.24. Excerto da Carta Geológica 1/200.000, com localização dos geossítios que	
constituem as paragens do Geopercurso A. Cada geossítios está identificado pela respetiva	
referência adotada ao longo do presente trabalho. Legenda em anexos (Anexo I)	81
Figura 7.25. Mapa do concelho de Macedo de Cavaleiros, com localização dos geossítios e do	
percurso que integram o Geopercurso B	82
Figura 7.26. Geossítio Sal 1 – Carreamento de Limãos. (Meta) Peridotitos do complexo	
ofiolítico de Morais	85
Figura 7.27. Geossítio Sal 1 – Carreamento de Limãos. A) Microfotografia em nícois paralelos;	
B) Microfotografia em nícois cruzados: 1) Anfíbola acicular; 2) Serpentina; 3) Clivagem de	
fluxo	85
Figura 7.28. Geossítio Lag 2 – Carreamento de Lagoa (Foto: retirada de Pereira et al., 2012)	92
Figura 7.29. Geossítio Lag 2 – Granulito máfico. A) Microfotografia em nícois paralelos; B)	
Microfotografia em nícois cruzados: 1) Granada; 2) Mistura fina de anfíbola, epídoto,	
quartzo, moscovite e clorite	92
Figura 7.30. Lag 3 – Carreamento da Foz do Azibo. Contacto entre gnaisses de Lagoa e	

anfibolitos (linha vermelha), do	Complexo	Ofiolítico de	e Morais	(Foto: Óscar	Miranda)	. 94

INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do tema

O presente trabalho baseia-se essencialmente no Património Geológico do concelho de Macedo de Cavaleiros.

O concelho de Macedo de Cavaleiros apresenta-se como um território altamente rico a nível do seu património histórico, cultural e ecológico, que surgem muitas vezes associados a ações que visam promover o potencial turístico da região. No entanto, talvez por não ser tão conhecido e, na maioria das vezes, não possuir grande beleza cénica associada, o seu Património Geológico não beneficia das mesmas medidas de divulgação. Posto isto, mais do que cativar a sociedade apenas para o que de "belo" e "bom" o concelho tem para oferecer, é necessário educá-la, chamando a sua atenção para a outra faceta do seu património natural, a **geologia**. Esta dissertação é vista como um passo a dar na colmatação de uma grande lacuna da nossa sociedade, dando a conhecer ao público mais jovem, o património geológico de Macedo de Cavaleiros.

Neste sentido, o presente trabalho apresenta uma quantificação do valor didático dos geossítios inventariados (Pereira et al., 2012) no concelho, bem como uma valorização didática de alguns desses locais de interesse.

1.2. Principais objetivos

O presente trabalho de dissertação, cujo tema principal é a avaliação e valorização do potencial educativo de geossítios do Geoparque Terras de Cavaleiros, pretende-se que sirva como suporte/guia para professores, de forma a que estes possam também preparar-se cognitivamente para as atividades de campo a realizar com os seus alunos na região em estudo. Os principais objetivos passam por:

- Avaliar o potencial educativo dos geossítios do Geoparque Terras de Cavaleiros;
- Transformar o elevado e complexo potencial científico da região, em matérias simples e acessíveis a um público em idade escolar, para que se possa tirar também partido do valor educativo do património geológico do concelho;
- Desenvolver atividades didáticas, com base em geossítios de maior potencial educativo, que coloquem os alunos em contacto direto com os aspetos geológicos em destaque, cativando o seu interesse pelo património natural da região;

- Ter em consideração que todos os assuntos geológicos relacionados com os geossítios utilizados nas atividades estejam devidamente enquadrados nos diferentes conteúdos curriculares lecionados no ensino secundário;
- Valorizar as atividades práticas, com a criação de materiais (como folhetos e pósteres) que,
 com uma linguagem simples e chamativa, servirão de suporte teórico e de apoio à compreensão dos conteúdos abordados.

1.3. Alfabetização científica em geociências – uma necessidade urgente

O aumento do bem-estar gerado nas nossas sociedades pós-industriais pelo desenvolvimento científico e tecnológico, continua a provocar graves situações de desequilíbrio no ecossistema Terra. O nosso planeta deixa assim de depender unicamente dos fenómenos que ele próprio desencadeia e que são inerentes à sua evolução (sismos, vulcões, tectónica de placas, etc.), passando a depender ou a estar afetado também pela intervenção humana sobre os sistemas terrestres (Moreira, 2001).

A Terra começa por isso a dar sinais de que esta intervenção não tem sido feita de uma forma sustentada. Atividades como a exploração de recursos naturais ou práticas ambientais irracionais, têm contribuído para uma progressiva degradação da qualidade de vida de muitos seres humanos, colocando em causa a (sobre) vivência das futuras gerações (Rocha, 2003).

Infelizmente, apesar de uma crescente compreensão do nosso mundo e do nosso ambiente, e do maior reconhecimento da importância das Ciências da Terra na nossa vida diária, tal importância não parece ser tão evidente no sistema educativo da maioria dos países. Ainda hoje, em todo o mundo, a maior parte das crianças – os nossos futuros cidadãos – saem das escolas com poucos conhecimentos acerca das questões básicas do seu planeta.

Por tudo isto, é necessário e urgente introduzir o conhecimento científico alargado à Geologia nas escolas, de forma a criar cidadãos que desenvolvam uma atitude ambiental consciente e responsável. A educação em geociências nas escolas, a praticar com alunos dos 5 aos 19 anos de idade, deve ser vocacionada para, mais do que formar geólogos profissionais, educar os alunos para a cidadania. É importante aumentar a compreensão cognitiva e ética de todos os cidadãos no que respeita ao funcionamento global do ambiente (Orion et al., 1996). Questões relacionadas com a gestão de recursos hídricos, recursos minerais, recursos energéticos e recursos pedológicos, a sismicidade, o vulcanismo, o armazenamento de resíduos ou a conservação do património geológico, não devem ser matérias exclusivas dos cientistas (Rocha, 2003).

As Ciências da Terra envolvem-nos a todos – cada homem, mulher ou criança – no estudo, investigação e compreensão do nosso próprio planeta – o planeta Terra. São importantes para localizar, descrever e explorar os recursos, fundamentais para a sobrevivência e o bem-estar da humanidade, ajudando ainda a compreender a natureza, procurando explicar a origem dos riscos naturais e antrópicos a ela associados (Orion et al., 1996).

Neste sentido, conceitos recentes como geodiversidade e geoconservação colocam em ênfase a necessidade de uma visão holística das políticas de conservação da natureza, pelo que a sensibilização e formação do público em geral, e principalmente em idade escolar, constitui um desafio e uma prioridade para toda a comunidade geológica (Dias et al., 2003).

1.4. Público-alvo

O presente trabalho de avaliação/valorização dos geossítios previamente inventariados do território de Macedo de Cavaleiros dirige-se, especificamente, ao público em idade escolar, do ensino secundário. O ensino secundário, em Portugal, engloba o 10° , 11° e 12° ano de escolaridade, que compreendem, de um modo geral, alunos com idades entre os 15 e os 18 anos. Neste sentido, este trabalho tem por base alguns conteúdos programáticos relativos à Geologia (Tabela 1.1.) abordados no 10° e 11° ano, na disciplina de Biologia-Geologia e no 12° ano, na disciplina de Geologia, que serão explorados nas saídas de campo a desenvolver.

Tabela 1.1. Principais conteúdos programáticos abordados no ensino secundário no âmbito das geociências (Ministério da Educação, 2001; 2003 e 2004).

ANO DE	DISCIPLINA	CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS				
ESCOLARIDADE						
		Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos				
10° ANO	Biologia-Geologia	Tema II – A Terra, um planeta muito especial				
		Tema III – Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera				
11° ANO	Biologia-Geologia	Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano				
		Tema I – Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica				
12° ANO	Geologia	de Placas. A dinâmica da litosfera				
		Tema II – A História da Terra e da Vida				
		Tema III – A Terra ontem, hoje e amanhã				



GEODIVERSIDADE, PATRIMÓNIO GEOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO

2.1. Geodiversidade: origem, definição, valores e ameaças

O termo geodiversidade tem vindo a conquistar reconhecimento junto da sociedade, pelo que, a sua crescente notoriedade se tem refletido na literatura científica, no entanto, nem sempre assim foi. A utilização deste termo relativamente recente (Brilha, 2005) surgiu com a necessidade de geólogos e geomorfólogos em descrever a diversidade existente no meio abiótico (Gray, 2004). Segundo a proposta da *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido, este termo define-se da seguinte forma:

"A geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais, que são o suporte para a vida na Terra".

O facto de se proteger ou conservar algo justifica-se pela atribuição prévia de um determinado valor. Para (Gray, 2004) e (Brilha, 2005) é possível classificar os valores da geodiversidade em intrínseco, cultural, estético, económico, funcional, científico e educativo. É importante, salientar o inegável valor científico e também educativo da geodiversidade. A investigação científica, no domínio das geociências, baseia-se no acesso e posterior estudo de afloramentos ou amostras representativas da geodiversidade (Brilha, 2005). Esta investigação abriu-nos portas a uma enorme quantidade de informações que nos permitiram conhecer mais e melhor sobre a história do planeta. Os processos que lhe dão forma, a maneira como os climas se alteraram, bem como a forma como a vida evoluiu ao longo dos tempos (Gray, 2005), são alguns dos contributos das Ciências da Terra para a ciência.

O cidadão comum continua a considerar o mundo biológico tão frágil e vulnerável que, como tal, necessita da aplicação de medidas de conservação. Pelo contrário, o mundo abiótico, de montanhas e rochas, é visto como algo estável e estático, que nunca estará em perigo (Gray, 2004). Isto acontece devido à robustez aparente de grande parte das rochas (Brilha, 2005), que faz com que se crie uma ideia, errada, de que a geodiversidade é capaz de resistir aos processos naturais de erosão e à consequente degradação (Pereira, 2010). No entanto, tal nem sempre se verifica, pois existem situações em que os objetos geológicos revelam grande fragilidade, encontrando-se a geodiversidade ameaçada a diversas escalas e em graus distintos.

Apesar de os processos naturais poderem levar à perda ou degradação da geodiversidade, na grande generalidade dos casos, o principal desencadeador de tais ameaças é o Homem (Gray, 2004).

Este, como consequência de muitas das suas atividades, corre o risco de provocar alterações ou até destruição de certos elementos da geodiversidade. Isto verifica-se, uma vez que a subsistência da espécie humana, de acordo com os atuais padrões de vida e de industrialização, obriga à utilização da geodiversidade que, por vezes, é mesmo destruída (Brilha, 2005). Destes impactos humanos podem resultar, a título de exemplo, a perda ou danificação de importantes rochas, minerais ou fósseis, a remodelação das paisagens e da topografia naturais, a perda de acessos ou de visibilidade, a interrupção de processos naturais e, claro, a poluição, causadora de impactos visuais (Gray, 2005).

São atribuídas várias ameaças à integridade da geodiversidade, igualmente capazes de produzir efeitos negativos no meio abiótico. No entanto, e seguindo um pouco os objetivos principais deste trabalho, é importante salientar uma, que é considerada por muitos, talvez uma das maiores ameaças à geodiversidade – a **iliteracia cultural**.

A iliteracia cultural é seguramente uma das maiores ameaças à diversidade geológica. Brilha (2005) salienta ainda o facto de esta ser a principal causa de todas as outras ameaças, estando na base dos grandes problemas que a geodiversidade atualmente enfrenta. Não existem dúvidas relativas ao facto de que a carência ou mesmo ausência total de conhecimentos sobre determinado assunto é um grande passo para a sua degradação. Isto acontece porque a sociedade não se interessa e consequentemente não se preocupa com algo que à partida desconhece. Relativamente aos aspetos geológicos, esta situação é muito comum, sendo que, grande parte dos casos de perda de elementos da geodiversidade deve-se a um grande desconhecimento do valor inerente aos mesmos.

É certo que os objetos geológicos também carecem de medidas de proteção e conservação, de forma a garantir a integridade dos mesmos. Para tal, é necessário identificar e localizar as principais ameaças ou perturbações, como forma de as corrigir ou evitar.

2.1.1. Geodiversidade versus Biodiversidade

Como já vimos, questões relacionadas com o património geológico têm sido esquecidas, quando comparadas com outros tipos de património. O mesmo se verifica ainda no âmbito do património natural, onde o maior destaque tem sido atribuído às questões relacionadas com a biodiversidade (Brilha & Galopim de Carvalho, 2010). No entanto, esta é uma ideia errada, pois a geodiversidade da terra não é menos notável que a sua biodiversidade (Gray, 2004). Isto verifica-se, uma vez que a biodiversidade terrestre é consequência e parte importante da evolução do nosso planeta, e através dos fósseis é possível conhecer a sua história. Percebe-se assim, que a biodiversidade é condicionada pela geodiversidade, visto que todos os organismos apenas encontram

formas de subsistência quando se reúnem uma série de condições abióticas indispensáveis aos mesmos (Brilha, 2005). A geodiversidade (principalmente a geomorfologia) é ainda responsável pela criação de habitats próprios, essenciais à manutenção das espécies. Contudo, o contrário também se verifica, ou seja, a geodiversidade também depende, em alguns aspetos, da biodiversidade. Muitos dos processos geológicos, como por exemplo a formação ou alteração de rochas, dependem da existência de vida (Silva, 2007).

Segundo Gray (2005), o uso dos termos geodiversidade e biodiversidade ajuda a salientar que a natureza é formada por dois componentes iguais, vivos e não vivos, que juntamente poderiam ajudar à promoção de uma abordagem mais holística para a conservação da natureza do que o tradicional foco biocêntrico. Para tal, será indispensável colocar estes mesmos conceitos em igual patamar de importância, por se verificar uma forte relação entre eles (Silva, 2007). É importante perceber a ideia de que a existência e manutenção dos elementos da biodiversidade está totalmente dependente da geodiversidade, e da sua conservação, quando o contrário não se verifica. A Geodiversidade pode sim depender de determinados fatores bióticos para a ocorrência de alguns processos geológicos, mas não vê a sua existência ameaçada pela possível ausência dos mesmos.

2.2. Património Geológico e Geoconservação

O facto de o termo Geoconservação ser ainda de caráter recente e pouco utilizado no seio da comunidade científica, torna qualquer intensão de o definir um processo pouco consensual entre os especialistas (Brilha, 2005). Segundo Sharples (2002), os principais objetivos da Geoconservação passam por preservar a diversidade natural (ou geodiversidade) de aspetos e processos geológicos significativos (substrato rochoso), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, de forma a manter a evolução natural (em velocidade e intensidade) desses mesmos aspetos e processos. O mesmo autor defende ainda que a geoconservação reconhece que os componentes não-vivos do ambiente natural, são tão importantes para a conservação da natureza como os componentes vivos, necessitando, por isso, de iguais políticas adequadas de gestão.

De acordo com (Brilha, 2005) a geoconservação, em sentido amplo, tem como objetivo a utilização e gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todo o tipo de recursos geológicos. No entanto, em sentido restrito, compreende apenas a conservação de certos elementos da geodiversidade que evidenciam um qualquer tipo de valor superlativo, que se sobrepõe à média. Estas ocorrências, que sejam ainda dotadas de valores científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros

(designados como **geossítios**), constituem o que normalmente se designa por Património Geológico (Fig. 2.1.). O património geológico corresponde apenas ao que pode ser considerado "topo de gama da geodiversidade" (Nascimento et al., 2008).

Uma estratégia de geoconservação tem por base a realização de uma metodologia de trabalho, que sistematize uma série de tarefas no âmbito da conservação do património geológico de uma determinada área. Tais tarefas devem estar divididas por várias etapas sequenciais, nomeadamente: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização e divulgação e, por fim, monitorização (Brilha, 2005).

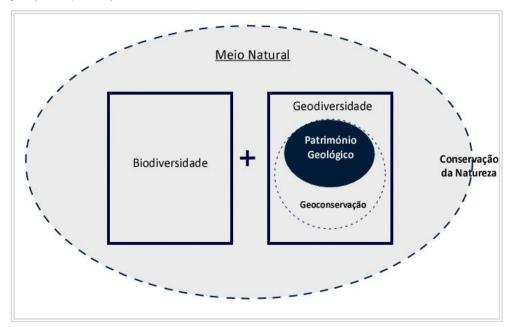


Figura 2.1. Esquema ilustrativo do papel da geodiversidade dentro da conservação da natureza (adaptado de Fraga, 2010).

2.2.1. Geoconservação e Geoparques

A geoconservação, ao assegurar a manutenção do valor científico dos geossítios, permite que as futuras gerações de geólogos continuem a ter acesso aos melhores e mais completos testemunhos da história geológica do nosso planeta, facilitando o progresso do conhecimento científico (Brilha, 2009).

Neste sentido, nos finais do século XX surge, na Europa, a criação de um novo paradigma que agrega a conservação do património geológico com o desenvolvimento sustentável – o **geoparque** (Brilha & Galopim de Carvalho, 2010). Um geoparque deve ser entendido como *um território, bem delimitado geograficamente, com uma estratégia de desenvolvimento sustentado baseada na conservação do património geológico, em associação com os restantes elementos do património*

natural e cultural, com vista à melhoria das condições de vida das populações que habitam no seu interior (Brilha, 2009).

Um geoparque, inventariando e conservando geossítios no seu território, promove o ensino das Geociências. Este conceito inovador combina assim, geoconservação, educação e geoturismo na promoção de um desenvolvimento equilibrado do território (Brilha, 2009).

2.2.2. Geoparque Terras de Cavaleiros

O Geoparque Terras de Cavaleiros é um projeto da Câmara Municipal de Macedo de Cavaleiros, que se encontra a preparar a candidatura para ingressão deste geoparque na Rede Europeia e Global de Geoparques da UNESCO (Fig. 2.2.). As referidas redes têm como principal objetivo a troca de experiências e ferramentas para a conservação, valorização e divulgação do Património Geológico, numa perspetiva de desenvolvimento sustentado.



Figura 2.2. Logotipo da Rede (a) Global e (b) Europeia de Geoparques e do (c) Geoparque Terras de Cavaleiros (www.cm-macedodecavaleiros.pt).

Em Portugal, são já três os geoparques que integram a Rede Europeia e Global de Geoparques, nomeadamente, o Geopark Naturtejo, o Geopark Arouca e o Geoparque Açores, sendo intenção do município que o Geopark Terras de Cavaleiros seja o quarto geoparque português a integrar as referidas redes.

O Geoparque Terras de Cavaleiros corresponde à totalidade da área administrativa do concelho, e foi desenvolvido com base no elevado valor geológico, mundialmente reconhecido, no notável património natural, identidade cultural, produtos locais e na rica gastronomia da região, bem como na arte de bem receber dos seus habitantes. Com este projeto, pretende-se afirmar o território de Macedo de Cavaleiros como um destino geoturístico de excelência, que proporcione vivências científicas, educativas e culturais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do mesmo, mantendo intactas as suas características naturais (www.cm-macedodecavaleiros.pt).

GEOPARQUE TERRAS DE CAVALEIROS

3.1. Enquadramento geográfico

O concelho de Macedo de Cavaleiros localiza-se na região de Trás-os-Montes (NE Portugal continental), pertencendo ao distrito de Bragança. Abrange uma área aproximada de 700 km², que se distribui por 38 freguesias (Fig. 3.1), com uma população de aproximadamente 17500 residentes. Situado na parte central do nordeste transmontano, Macedo de Cavaleiros está limitado pelos concelhos de Bragança e Vinhais a Norte, Vimioso a Este, Mogadouro e Alfândega da Fé a Sul, Vila Flor a Sudoeste e Mirandela a Oeste (Pereira et al., 2012).

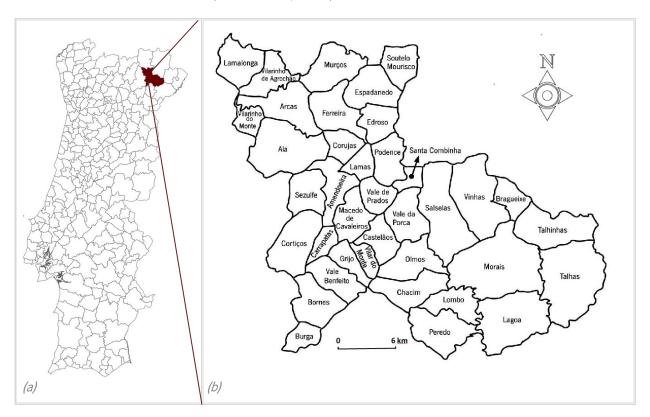


Figura 3.1. Enquadramento (a) regional e (b) administrativo do concelho de Macedo de Cavaleiros (modificado de Gonçalves, 2013).

3.2. Enquadramento geológico

3.2.1. Maciço Ibérico

O território de Portugal continental encontra-se dividido em três grandes unidades morfotectónicas: o Maciço Ibérico, as Orlas Mesocenozóicas e a Bacia do Baixo Tejo e Sado (Estêvão, 2010).

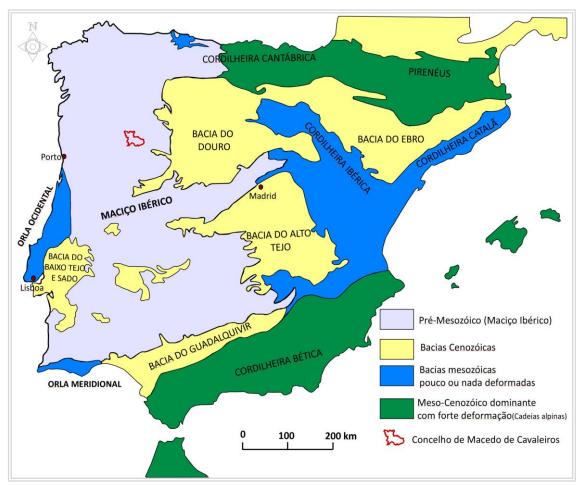


Figura 3.2. Principais unidades morfotectónicas da Península Ibérica (modificado de Poças (2004), adaptado de Julivert et al., 1974; Ribeiro et al., 1979; Farias et al., 1987).

A área em estudo situa-se no Maciço Ibérico (MI) (Fig. 3.2.), representativo da maior parte do setor ocidental da Península Ibérica (Pereira, 2006). Ocupando cerca de dois terços do território português (Estêvão, 2010), esta unidade é formada essencialmente por rochas do Paleozóico e ainda por litologias do Pré-Câmbrico, deformadas, metamorfizadas e intruídas por diferentes tipos de granitóides, a maioria instaladas durante o Carbónico (Pereira, 2006). O Maciço Ibérico representa uma das evidências da orogenia Varisca ou Hercínica, que se formou durante parte do Paleozóico, entre 390 e 280 Ma (Julivert & Martinez, 1983; Matte 1991; Nance et al., 2010).

Os sucessivos episódios associados ao ciclo Varisco conduziram a uma individualização de unidades geodinâmicas na Ibéria, no final do Paleozóico. A primeira proposta para esse zonamento surge em 1945, por parte de Lotze que, embora com algumas modificações, se mantém atualmente. Lotze (1945) definiu seis zonas para o MI, de norte para sul: Cantábrica, Astúrico-Leonesa, Galaico-Castelhana, Lusitana Oriental-Alcudiana, Ossa-Morena e Sul-Portuguesa. Contudo, a evolução do conhecimento do varisco ibérico veio a revelar que esta distinção não fazia sentido, pelo que as

primeiras alterações surgem com Julivert et al., (1972). No seu trabalho, o mesmo autor propõe a criação da zona Centro Ibérica pela junção das zonas Galaico-Castelhana, Lusitana Oriental-Alcudiana, e ainda, a criação de uma sub-zona, da Galiza Média Trás-os-Montes (Ribeiro, 2006; Ribeiro et al., 1979). Mais tarde essa sub-zona passou a ser considerada como Zona de Galiza-Trás-os-Montes (Farias et al., 1987). Assim, a proposta mais recente relativa ao zonamento do Maciço Ibérico divide-o em seis diferentes zonas: Cantábrica, Asturico-Leonesa, Centro-Ibérica, Galiza-Trás-os-Montes, Ossa-Morena e Sul Portuguesa.

No início da década de 1990, surge uma abordagem diferente relativa ao zonamento clássico do MI. Esta interpretação baseia-se no conceito de Terreno Tecnoestratigráfico, que são unidades tectónicas com carateristicas estruturais, estratigráficas e petrológicas próprias e diferentes das unidades contíguas, das quais se separam por contactos tectónicos (Quesada, 1992). Nesta classificação é possível reconhecer unidades quer de primeira ordem (*Terrenos*), separados por suturas principais, quer de segunda ordem (*zonas*) (Ribeiro, 2006).

Atualmente considera-se a divisão do Maciço Ibérico em Terrenos Autóctones e Terrenos Alóctones (Estêvão, 2010). Este zonamento traduz-se em quatro Terrenos Tecnoestratigráficos (Ribeiro et al., 1990, *in* Pereira 2006), de seguida descritos (Fig. 3.3):

i) <u>Terreno Ibérico</u> corresponde à maior parte do Maciço Ibérico, incluindo elementos autóctones e parautóctones (Vera, 2004; Pereira, 2006), englobando as zonas Cantábrica, Astúrico-Ocidental Leonesa, Centro Ibérica e Ossa Morena (Gonçalves, 2004).

Os Terrenos Exóticos encontram-se carreados sobre o anterior, onde se distinguem:

- ii) <u>Terrenos Oceânicos exóticos</u>, relativamente ao Terreno Ibérico, constituídos por rochas de natureza oceânica cavalgadas sobre as unidades autóctones, formando os mantos alóctones do NW (maciços alóctones de Cabo Ortegal, Ordenes, Bragança e Morais, ilustrados na figura 4.1) e SW da Península Ibérica (Terreno ofiolítico do Pulo do Lobo).
- iii) <u>Terreno Continental exótico</u> que representa os mantos alóctones superiores dos maciços alóctones do noroeste peninsular, carreados, por sua vez, sobre o ofiolito (Terreno Oceânico Exótico) (Ribeiro et al., 1990, *in* Pereira 2006).

A Zona de Galiza – Trás-os-Montes, no NW da península representa, neste sentido, uma escama alóctone cavalgada sobre a Zona Centro-Ibérica. As unidades ofiolíticas e os fragmentos de margem continental passiva, nela presentes, são testemunhos da dinâmica de placas e evolução estrutural da Orogenia Varisca. Verifica-se nesta zona a sobreposição de dois domínios, o Domínio Xistento (Parautóctone), inferior, e os Complexos Alóctones da Galiza – Trás-os-Montes, superior.

iv) <u>Terreno Sul Português</u>, encontra-se separado do Terreno Ibérico pelo ofiolito do Pulo do Lobo, somente com rochas do Paleozóico Superior, englobando a Zona Sul Portuguesa.

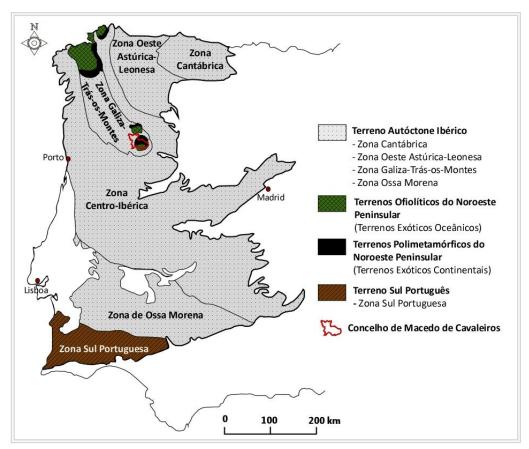


Figura 3.3. Divisão do Maciço Ibérico em unidades de primeira ordem (Terrenos) e de segunda ordem (Zonas) (modificado de Poças (2004), adaptado de Julivert et al., 1974; Ribeiro et al., 1979; Farias et al., 1987)).

3.3. Geologia do Geoparque Terras de Cavaleiros

O concelho de Macedo de Cavaleiros, devido à sua localização geográfica na região de Trás-os-Montes, é dotado de uma enorme diversidade geológica (Fig. 3.4), que confere à paisagem características distintas. Esta constituição geológica é complexa e comporta dois grandes conjuntos de unidades geológicas: as unidades e litologias constituintes do substrato pré-Mesozóico e as unidades sedimentares do Cenozóico (Pereira et al., 2012).

3.3.1. Substrato Pré-Mesozóico

As unidades geológicas representadas na área em estudo constituem os materiais mais antigos, maioritariamente do Paleozóico, originados e metamorfizados durante o ciclo varisco. Os referidos materiais são essencialmente rochas metamórficas, bastante deformadas, onde se destacam

as rochas metassedimentares (rochas originais: pelitos, calcários) e as rochas metaígneas (rochas originais: peridotitos, gabros, basaltos). Da fase orogénica, com início no Devónico, resulta a colisão, deformação, subdução e metamorfismo das referidas litologias originais, em que parte das sequências metassedimentares e das sequências de crusta oceânica e continental foram obductadas, sendo consideradas unidades alóctones (Pereira et al., 2012).

O aspeto mais relevante da geologia de Trás-os-Montes oriental é relativo ao empilhamento dos diferentes mantos de carreamento, resultantes do processo de obdução. As características e distâncias percorridas pelos materiais obductados determinam a existência de diferentes unidades tectonostratigraficas, que se agrupam em Complexos Parautóctones e Alóctones, separados por acidentes tectónicos maiores. Em Trás-os-Montes ocidental o processo de obdução evidencia-se, mais concretamente, com o carreamento do que foi designado Domínio Transmontano ou Alóctone do NW Ibérico, sobre o Domínio do Douro Inferior ou Autóctone, sobrepondo os terrenos da *Zona Galiza média – Trás-os-Montes oriental* sobre a *Zona Centro-Ibérica* (Pereira, 1997).

No concelho de Macedo de Cavaleiros encontram-se representadas as várias unidades alóctones, tal como o Complexo Parautóctone, este ainda com afinidades às unidades do Autóctone, não representadas na área em estudo (Pereira et al., 2012). Estas unidades alóctones estão muito bem representadas e conservadas no maciço de Morais, pelo que a sua constituição mais detalhada é descrita no capítulo seguinte, dedicado ao mesmo.

No concelho estudado estão ainda presentes granitóides, que constituem uma das fontes alimentadoras dos depósitos cenozóicos (Pereira, 1997) da região. Estas ocorrências de rochas ígneas cortam, de forma discordante, as unidades metassedimentares e metavulcânicas atrás referidas. Para além dos filões, maioritariamente de quartzo, diferenciam-se várias fácies de granitóides, de seguida descritas:

- Granito e Granodiorito de Rebordelo, biotíticos porfiroides, de grão médio a grosseiro, ante- a sin-D3. Ocorrem no setor ocidental do concelho, na freguesia de Vilarinho de Agrochão.
- Granito de Lebução, de duas micas, de grão médio, sin-D3. Ocorre no setor ocidental do concelho, na freguesia de Vilarinho de Agrochão.
- Granito da Serra de Bornes e Pombares, de duas micas, grão médio, porfiróide, tardi- a pós-D3. Evidencia cataclase e forte arenização no contacto com a falha da Vilariça.
 - Granito de Romeu, moscovítico de grão médio, tardi a pós-D3.

- Granito de Torre de Dona Chama, de duas micas, grosseiro, porfiroide, tardi- a pós-D3. Ocorre na freguesia de Vilarinho de Agrochão, no limite oeste do concelho.
- Granito de Burga, microgranito moscovítico, tardi- a pós-D3, ocorre na freguesia de Burga, no limite sul do concelho.

3.3.2. Sedimentos do Cenozóico

Os depósitos cenozóicos preenchem pequenas depressões ou dispõem-se, com espessura reduzida, sobre o substrato constituído pelas formações metassedimentares e meta-ígneas do Paleozóico e Pré-câmbrico e pelos granitóides variscos do Carbonífero (Pereira, 1997).

No concelho de Macedo de Cavaleiros estão descritas três unidades litostatrigráficas que foram correlacionadas com etapas tectono-sedimentares descritas na Bacia Terciária do Douro, bem como nas Bacias do Mondego e do Baixo Tejo, nomeadamente, as Formações de Vale Álvaro, de Bragança e de Aveleda. As referidas unidades, constituídas maioritariamente por depósitos conglomeráticos, areias ou argilas, encontram-se devidamente caraterizadas no capítulo seguinte.

Estes sedimentos pouco consolidados cobrem o substrato antigo, e são testemunhos de um sistema de drenagem anterior ao atual. Este paleossistema fluvial está representado por paleovales escavados no substrato pré-mesozóico e depois preenchidos por sedimentos variados que refletem as condições tectónicas e climáticas do Neogénico.

Datados do Holocénico, estão os sedimentos mais recentes, que preenchem os fundos de vales mais largos, instalados, regra geral, nas depressões. Estes materiais areno-argilosos ou cascalhentos têm maior expressão no rio Macedo e ribeira de Carvalhais (depressão de Macedo de Cavaleiros), ribeira de Salsas (depressão de Sta. Combinha), rio Azibo, ribeira Vale Meçados e ribeira vale de Moinhos (depressão Vale da Porca-Talhinhas) (Pereira et al., 2012).

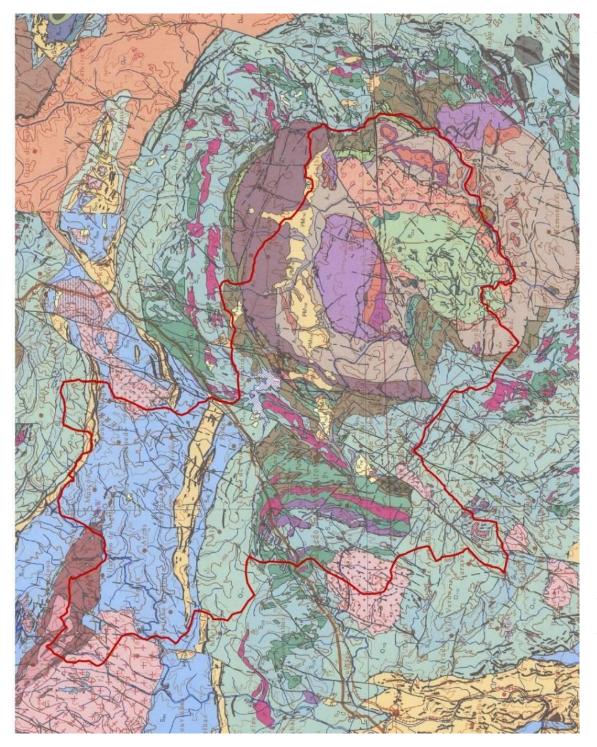


Figura 3.4. Extrato da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:200 000, com marcação dos limites concelhios de Macedo de Cavaleiros (Pereira, 2000). A legenda encontra-se em anexos (Anexo I).

3.4. Geomorfologia

A região de Trás-os-Montes carateriza-se por uma grande diversidade paisagística devida, sobretudo, à particular geodiversidade da região. Aqui é possível destacar a presença de determinadas unidades geomorfológicas importantes: os grandes volumes montanhosos, os relevos tectónicos do tipo *push-up*, os relevos residuais, a superfície fundamental de aplanamento, as depressões tectónicas, bem como os vales fluviais (Pereira, 2004).

O concelho de Macedo de Cavaleiros está fortemente marcado pelo acidente tectónico desenvolvido entre Bragança, Vilariça e Manteigas. Este acidente tectónico, vulgarmente conhecido por Falha da Vilariça, foi o principal motor para o desenvolvimento de bacias de desligamento (Sta. Combinha, Macedo de Cavaleiros ou da Vilariça) e pelo soerguimento de relevos num modelo de *pushup* (Serras de Bornes e da Nogueira) (Pereira et al., 2012). Na referida região, são vários os aspetos geomorfológicos que merecem destaque, descritos de seguida.

Relevos tectónicos do tipo Push-up

Na região de Macedo de Cavaleiros distinguem-se duas linhas de altitudes que dão corpo às serras de Nogueira e de Bornes, consideradas estruturas do tipo *push-up*, geradas em regime compressivo, associadas à Falha da Vilariça. A serra da Nogueira, com altitude de 1320 metros, situase entre Bragança e Macedo de Cavaleiros, a Oeste do ramo principal da Falha da Vilariça, formando uma escarpa acentuada a leste. A serra de Bornes, com um relevo tectónico de orientação NNE-SSW, paralelamente à Falha da Vilariça, tem uma altitude de 1200 metros e situa-se a Sul de Macedo de Cavaleiros (Pereira, 2004).

Monte de Morais

O topo aplanado do *Maciço de Morais* corresponde a um retalho bem conservado da superfície fundamental da Meseta, entre os 700 e os 750 metros. Este aplanamento desenvolve-se sobre as litologias máficas e ultramáficas do Complexo Alóctone Intermédio ou Ofiolítico de Morais, representativo da crusta oceânica varisca. A falha de Morais coloca em contacto as rochas que compõem o Complexo Alóctone Intermédio com os ortognaisses e micaxistos do Complexo Alóctone Superior.

Depressões tectónicas

As depressões tectónicas correspondem quer a blocos abatidos, estreitos de fundo plano, relacionados essencialmente com o movimento vertical de falhas, quer a bacias de desligamento geradas em relação com falhas de desligamento. As depressões associadas aos acidentes com maior atividade tectónica, nomeadamente do acidente Bragança-Vilariça-Manteigas, mantêm uma forte expressão morfológica, como é o caso da depressão de Macedo (Pereira, 2004).

No âmbito da rede de drenagem fluvial, constitui especial relevância o facto de a depressão de Macedo ser drenada no sentido do rio Tuela, pelo rio Macedo e ribeira de Carvalhais. O restante território enquadra-se na sub-bacia do rio Sabor, com declive acentuado e um encaixe pronunciado (cerca de 200 metros nas margens e 400 metros relativamente à superfície fundamental) que limita o concelho a leste. Os vales dos afluentes, como o rio Azibo têm vales encaixados que se abrem nas depressões tectónicas, onde ocorrem em fundo aplanado (Pereira et al., 2012).

Capítulo 4

O MACIÇO DE MORAIS

O presente trabalho de dissertação foi desenvolvido também com o intuito de ser utilizado como suporte teórico para os docentes prepararem as suas atividades de campo no Geoparque Terras de Cavaleiros. Como tal, considera-se necessário a realização de uma breve abordagem à história geológica da região, sendo este capítulo dedicado à geologia do Maciço de Morais.

4.1. Enquadramento geológico

4.1.1. Ciclo Orogénico

Mesmo não sendo caso isolado na geologia da Ibéria, o maciço de Morais é considerado uma singularidade geológica, encerrando elementos fundamentais de uma orogenia, isto é, caracteriza os processos que levam à edificação de uma cadeia montanhosa. Neste caso, trata-se da Orogenia Varisca que, na Europa, se estende dos montes Urais à Península Ibéria (Pereira, 2011).

A formação de uma cadeia montanhosa significa que estamos perante a etapa final de um ciclo geológico (ciclo de Wilson). Cada nova cadeia montanhosa preserva testemunhos de continentes, restos de crusta oceânica que não foram destruídas, bem como sedimentos acumulados na bacia oceânica, agora deformados e metamorfizados. Estas evidências são as principais provas de que a Terra é um planeta dinâmico e em constante mutação, pelo que, a cada ciclo que termina, outro deverá ter inicio.

A cada afastamento de dois continentes, relacionado com a abertura de um oceano (fase de abertura, sedimentogénese), e posterior fecho do mesmo, com colisão dos referidos continentes para formar uma cadeia montanhosa (fase de fecho, orogénica), conclui-se um ciclo geológico, habitualmente designado por ciclo de Wilson.

Neste sentido, as orogenias mais recentes e cujos efeitos são mais visíveis na Europa são: a orogenia Cadomiana, a Caledónica, a Hercínica ou Varisca e a Alpina (atual). Da orogenia Cadomiana resulta o conjunto de rochas cristalinas sobre o qual se irá desenvolver o ciclo Varisco. O conjunto geológico estruturado no final do ciclo Varisco (fase sin- a pós-colisional: 380 – 280 Ma) constitui a estruturação geológica fundamental da península e é designado por Maciço Ibérico. Os bordos deste Maciço (Orla Meso-Cenozóica) (Fig. 3.2) registam a acumulação de sedimentos e rochas geradas no Ciclo Alpino, o qual continua atualmente em evolução (Pereira, sd).

4.1.2. Paleozóico no Maciço de Morais

No NW do Maciço Ibérico são conhecidos alguns complexos alóctones (Fig. 4.1.), três na Galiza (Cabo Ortegal, Ordenes e Malpica-Tui) e dois no norte de Portugal (Bragança e Morais) (Martinez-Catalán et al., 2007).

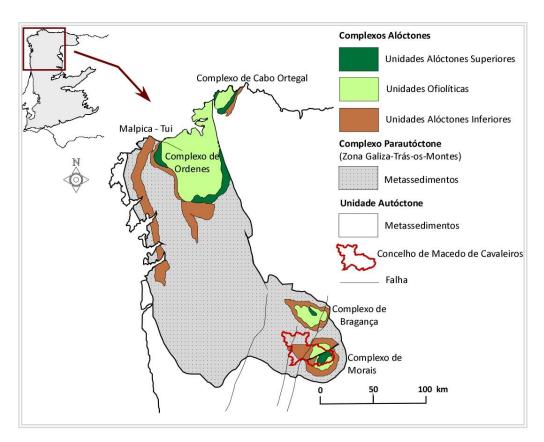


Figura 4.1. Esboço do NW do Maciço ibérico, evidenciando os complexos alóctones e os principais conjuntos de unidades (unidades alóctones, parautóctones e autóctones) (adaptado de Martínez Catalán et al., 1996).

No NE transmontano, em particular no Maciço de Morais, as rochas e unidades geológicas constituem um dos registos mais completos que se conhecem do ciclo Varisco (Pereira, sd). É neste aspeto que reside a enorme geodiversidade e especificidade geológica do local (Pereira, 2011).

Reconstituições paleogeográficas sugerem a presença de dois grandes continentes, Gondwana e Laurentia-Báltica (Laurússia), bem como de um oceano principal, o Rheic. Estes consistem nas grandes unidades representativas do ciclo Varisco (Martínez Catalán et al., 2007, 2009; Gomes, 2009).

O ciclo Varisco decorreu durante a segunda metade do Paleozóico, mas é comum os seus efeitos mascararem os efeitos das orogenias anteriores. Este é habitualmente designado pelo conjunto de materiais e processos que ocorrem desde o Pré-Câmbrico superior até ao final do Paleozóico (envolvendo assim a orogenia anterior, a Caledónica). O ciclo Varisco (englobando os efeitos

Caledónicos, difíceis de separar) ocorre em duas etapas principais – a fase de abertura e a fase de fecho de um oceano. Na área do maciço de Morais, as referidas etapas desencadearam uma série de acontecimentos indispensáveis à conclusão de um ciclo orogénico (Fig. 4.2), onde se destacam (Pereira, 2006; Ribeiro, 2006):

- i) Fase de abertura (Sedimentogénese) Fase de distensão tectónica (Ordovícico Silúrico) que leva à formação de um oceano: <u>abertura de oceanos Paleozóicos</u>, com destaque para a abertura do principal oceano, o Rheic (no início do Ordovícico), limitados por margens passivas e importante sedimentação marinha. Durante o Silúrico Inferior ocorre um episódio de rifte oceânico entre as microplacas Armórica e Avalónia. A Armórica situa-se no bordo Norte da Gondwana, enquanto a Avalónia progride para o bordo Sul do outro grande continente, a Laurússia (resulta da junção dos continentes Laurentia e Báltica).
- ii) Fase de fecho (Tectogénese) Fase de compressão tectónica (Devónico Carbonífero) com fecho do oceano: fecho do Oceano Varisco. No final do Devónico inferior inicia-se o fecho do oceano Rheic, e a colisão continental entre Gondwana e Laurussia começa no Devónico Médio. Durante esta colisão, as microplacas Armórica e Avalónia foram assimiladas pelos referidos continentes. Em consequência deste choque, ocorre subducção da placa oceânica, acompanhada por obducção de crusta continental e crusta oceânica sobre o continente Gondwana. Na sequência da colisão continental iniciada no Devónico, até ao Carbonífero, ocorre a edificação final do Orógeno Varisco Europeu, resultante do choque dos blocos continentais.

As referidas fases de atuação do orógeno Varisco foram responsáveis pela atual existência de uma sucessão de complexos de carreamento que levaram à sobreposição de formações exóticas em relação ao Terreno Ibérico sobre outras com ele relacionadas (Dias & Ribeiro, 2010). Nesta perspetiva, no Maciço de Morais encontram-se o empilhamento de três unidades alóctones, separadas entre si por grandes acidentes tectónicos (www.cm-macedodecavaleiros.pt – Guia de Morais):

- i) Complexo Alóctone Inferior (CAI) Fragmento do megacontinente Gondwana;
- ii) Complexo Ofiolítico de Morais (Unidade Intermédia) (COM) Fragmento completo de crusta oceânica, o Oceano de Galiza e Trás-os-Montes, ramo menor do oceano Rheic.
- iii) Complexo Alóctone Superior (CAS) Fragmento completo de crusta continental, ou seja, do continente situado na outra margem do oceano, a microplaca Armórica (fragmento continental destacado do norte do Gondwana).

Neste processo de colisão do Orógeno Varisco, um fragmento do continente Gondwana (Armórica) sobrepôs-se à crusta oceânica, e o conjunto destas duas unidades foram sobrepostas sobre a margem continental do Gondwana (Ibéria).

A colisão varisca fini-paleozóico reagrupou todas as massas continentais num único supercontinente, a Pangea (Pereira, 2006). O maciço de Morais, embora não registando a história geológica geral do ciclo Varisco na Europa, regista, pelo menos, um capítulo importante da geodinâmica litosférica que decorreu entre 542-250 Ma, num setor da orogenia varisca (Pereira, 2011).

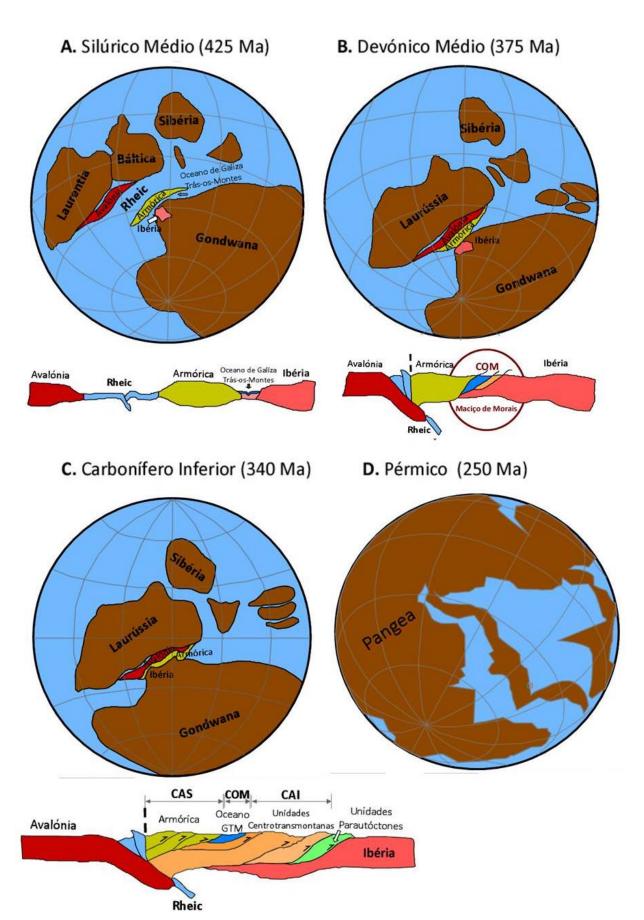


Figura 4.2. Variação da posição geográfica dos continentes na segunda metade do Paleozóico, durante o Ciclo Varisco (modificado de Matte (2001), *in* Pereira (2006); www.cm-macedodecavaleiros.pt – Guia de Morais).

MATERIAIS GEOLÓGICOS

Como anteriormente descrito, o maciço de Morais resulta do empilhamento de três unidades tectono-estratigráficas ou Terrenos, separados por grande acidentes tectónicos (Pereira et al., 2003), que englobam, da base para o topo, o Complexo Alóctone Inferior, o Complexo Ofiolítico de Morais e o Complexo Alóctone Superior (Ribeiro et al., 2006). Trata-se de uma área enquadrada por um conjunto de unidades alóctones e parautóctones, sem grande afinidade com o autóctone, do ponto de vista litostratigráfico. A transição entre estas unidades efetua-se mediante as unidades parautóctones pouco deslocadas, fazendo da zona de Galiza – Trás-os-Montes um conjunto alóctone-parautóctone, diferenciado relativamente à Zona Centro Ibérica, autóctone (Pereira et al., 2000). A boa exposição de afloramentos nesta região facilita a seriação das unidades geológicas (Ribeiro et al., 2006).

O Maciço de Morais está superiormente confinado à sequência de duas unidades tectonoestratigráficas, o complexo alóctone superior e o complexo ofiolítico, carreados, conjuntamente, sobre o bloco adelgaçado do Terreno Ibérico, aqui representado pelo complexo alóctone inferior. O empilhamento destas três unidades encontra-se, por sua vez, carreado sobre um complexo parautóctone, denominado Unidades Peri-transmontanas. As referidas unidades foram descritas por Pereira et al., 2000:

i) Complexo Parautóctone

O Complexo Parautóctone está representado localmente pelas seguintes formações:

- Formação dos Quartzitos superiores, composta por quartzitos e quartzofilitos com idade provável do Silúrico Superior;
- Formação Pelito-grauváquica, constituída por xistos cinzentos com intercalações de xistos negros, ampelitos e liditos, bem como pelitos, psamitos, grauvaques e tufos vulcânicos, indicada anteriormente com idade provável do Silúrico, recentemente redefinida como Formação dos Xistos Cinzentos, com idade provável do Ordovícico Superior.

ii) Complexo Alóctone Inferior

O Complexo Alóctone Inferior sobrepõe-se ao complexo Parautóctone por um carreamento de base (Ribeiro et al., 2006). É composto por dois conjuntos de unidades carreadas, Unidade de Pombais, superior e Unidades Centro-Transmontanas, inferior. Da base para o topo temos:

Gnaisses de Saldanha: constituintes do nível de base das Unidades Centro-Transmontanas.

- Formação Filito-quartzítica, de natureza siliciclástica com filitos na base, quartzitos no topo e diques das rochas vulcânicas básicas e ácidas. Considera-se uma idade provisória de transição entre o Ordovícico e o Silúrico.
- Complexo Vulcano-silicioso, uma sequência Vulcano-sedimentar, caraterizada por xistos variados em que se intercalam metavulcanitos básicos e ácidos e metacalcários. A idade desta unidade é considerada do Silúrico.
- Formação de Macedo de Cavaleiros: constituída por uma sucessão de filitos, de xistos negros, siltitos, tufitos e quartzofilitos, com intrusões de metadiabases e metagabros. A idade estimada situa-se entre o Ordovícico e o Devónico.
- Unidade de Pombais: separada por um carreamento menor; a especialidade desta unidade reside no facto de os metavulacanitos básicos que a integram terem assinatura MORB (Pereira et al., 2003)

iii) Complexo Alóctone Intermédio (Complexo Ofiolítico de Morais) (Fig. 4.3)

No Maciço de Morais, encontra-se o Complexo Ofiolítico melhor exposto do NW Ibérico, que preserva uma sequência completa de crusta oceânica, repartida por duas unidades separadas pelo carreamento intermédio de Limãos (Ribeiro et al., 2006). O Complexo Ofiolítico representa uma crusta oceânica bastante completa, constituída do topo para a base pela seguinte sequência, que se encontra repetida por um acidente cavalgante, originando a Unidade de Morais-Talhinhas, superior e a Unidade de Izeda-Remondes, Inferior:

- Anfibolitos espessos e complexo de diques muito deformado;
- Complexo de diques em gabro (diques inferiores);
- "Flaser-gabros", anfibolitizados e cumulados máficos;
- Rochas ultramáficas, essencialmente dunitos, harzburgitos e serpentinitos xistificados, agrupados sob a designação de peridotitos.

iv) Complexo Alóctone Superior (Fig. 4.3)

O complexo Alóctone Superior é constituído, da base para o topo, por:

- Peridotitos com granada;
- Granulitos máficos, blastomiloníticos;
- Gnaisses de Lagoa, ortognaisses;
- Micaxistos de Lagoa com intrusões de metavulcanitos básicos.

As unidades metassedimentares e metavulcânicas atrás referidas foram posteriormente intruídas por granitóides sin- e tardi a pós-D3. Apesar de não estarem representados na área correspondente ao Maciço de Morais, estão presentes no concelho de Macedo de Cavaleiros, e possuem grande relevância na geologia de Trás-os-Montes (ver capítulo 1).

4.1.3. Meso-Cenozóico no maciço de Morais

Terminada a era Paleozóica, inicia-se um novo ciclo geológico, o Ciclo Alpino, durante o qual ocorreu a abertura do oceano Atlântico. Este ciclo ainda não terminou, e a sua atual evolução é facilmente comprovada pela existência de uma zona sísmica ativa entre as placas Euroasiática e África. O registo sísmico histórico e atual associado às falhas de Chaves, Vilariça, Souto da Velha e Estevais são testemunho da atividade Alpina, contribuindo para o vigor do relevo Transmontano (Pereira, sd).

MATERIAIS GEOLÓGICOS

É importante salientar o facto de não existirem registos de materiais datados da era Mesozóica, que se estende desde o período Triásico ao Cretácico (251 – 65 Ma), na área em estudo. Este intervalo de tempo terá sido marcado pelo arrasamento da Cadeia Varisca, pelo que os materiais existentes foram erodidos e transportados para locais mais deprimidos e afastados.

A meseta ibérica, herdada do arrasamento do relevo varisco, ganha a sua máxima expressão. Os grandes depósitos de tipo "raña" (cascalheiras e argilas vermelhas), característicos do NE de Trásos-Montes, representam o derradeiro retoque no modelado da Meseta Ibérica, na transição Plio-Quaternário. Na área em estudo estão presentes as seguintes unidades litostatrigráficas (Pereira et al., 2012):

i) <u>Formação Vale Álvaro</u>: carateriza-se pela presença de plagiorsquite, cimento carbonatado, clastos exclusivamente de rochas máficas e ultramáficas que traduzem condições de confinamento morfológico. Tem origem em leques aluviais alimentados por relevos correspondentes às rochas máficas e ultramáficas do Macico de Morais.

ii) <u>Formação Bragança:</u> constituída por dois membros de constituição semelhante, com alternância de conglomerados, areias e argilas. Estes membros (Membro de Castro e Membro de Atalaia) constituem a resposta a impulsos tectónicos que se relacionam com o rejogo da falha da Vilariça durante o Neogénico e o soerguimento das serras de Bornes e da Nogueira. Os referidos sedimentos estão bem representados num paleovale de orientação W-E, localizado entre Macedo de

Cavaleiros e Talhinhas. As caraterísticas destes sedimentos sugerem uma idade provável do Miocénico superior a Pliocénico inferior. Sugerem ainda leques aluviais que alimentam as fácies proximais de um modelo fluvial principal, entrançado de baixa sinuosidade, drenado para leste, em direção à Bacia Terciária do Douro.

iii) Formação Aveleda: constituída por depósitos sedimentares imaturos, principalmente conglomeráticos, com origem nos relevos tectónicos das serras de Bornes e da Nogueira. As suas caraterísticas conferem uma idade do Pliocénico Superior a estes sedimentos.

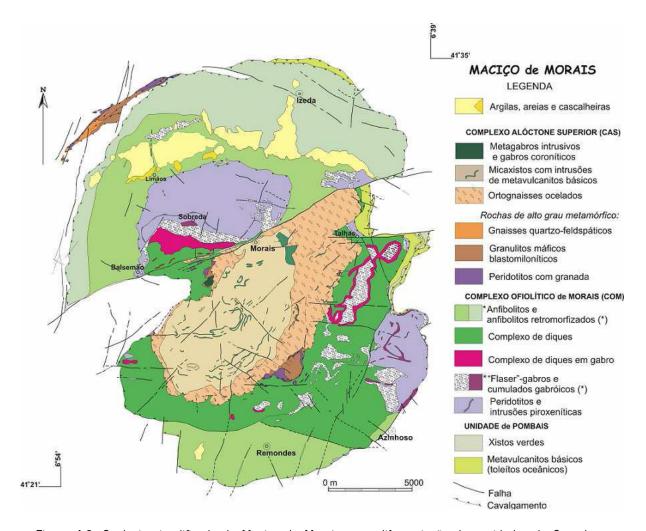


Figura 4.3. Geologia simplificada do Maciço de Morais, com diferenciação das unidades do Complexo Ofiolítico de Morais e do Complexo Alóctone Superior (Ribeiro et al., 2006).

INVENTARIAÇÃO E CARATERIZAÇÃO DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO DO GTC

O presente trabalho baseia-se numa proposta prévia de geossítios inventariados (Pereira et al, 2012), pelo que é importante explicar como essa metodologia se processa. Neste capítulo são abordados os principais passos a dar numa metodologia de inventariação e, mais concretamente, na metodologia levada a cabo no trabalho de inventariação e caraterização de geossítios realizado na região em estudo.

5.1. Metodologia de inventariação

A inventariação de geossítios é o ponto de partida para uma estratégia de geoconservação bem-sucedida. Durante esta etapa é essencial o desenvolvimento de diversas tarefas, como: o conhecimento geral da área (com base em consultas prévias de bibliografia especializada sobre a mesma), o levantamento dos geossítios no terreno, a localização de cada geossítio numa carta topográfica/geológica, juntamente com o registo fotográfico dos mesmos (Brilha, 2005). Todas estas informações devem estar compiladas numa ficha de caraterização, que pode ser o modelo proposto pela ProGEO-Portugal, ou outra desenvolvida por outros autores/instituições (Brilha, 2006).

Convém relembrar que cada geossítio selecionado deve apresentar uma mais-valia que o destaque da média dos aspetos geológicos da área, ou seja, deve apresentar características de exceção que o distingam dos aspetos envolventes (Brilha, 2005).

5.2. Caraterização de geossítios

As fichas de caraterização adotadas encontram-se divididas em 3 partes fundamentais, referentes à identificação, caraterização e interpretação e ao uso e gestão do geossítio, divididas, por sua vez, em vários sub-itens (Tabela 5.1)

Tabela 5.1. Principais itens e sub-itens que compõem a ficha de caraterização de geossítios (adaptado de Pereira et al., 2012).

FICHA DE CARATERIZAÇÃO DE GEOSSÍTIOS				
	- Nome do local			
	- Tipo de geossítio (Tabela 5.2)			
Identificação de geossítios	- Freguesia			
	- Referência (abreviatura da freguesia onde se situa o geossítio)			
	- Coordenadas GPS			
	- Categoria temática (Tabela 5.3)			
Caraterização e	- Caraterização geral			
interpretação	- Cartografia (topográfica e geológica)			
	- Registo fotográfico			
	- Acessibilidade			
	- Visibilidade			
Uso e gestão	- Usos atuais e limitações ao uso			
USU e gestau	- Condições de segurança			
	- Estado de conservação			
	- Propostas de intervenção ou necessidade de possíveis alterações			

Nesta fase do trabalho, de acordo com a sua magnitude, os geossítios são considerados como **locais isolados**, **panorâmicos** ou como correspondentes a **áreas** (Tabela 5.2).

Tabela 5.2. Tipos de geossítios inventariados no concelho de Macedo de Cavaleiros (adaptado de Pereira et al., 2012).

TIPO DE GEOSSÍTIO				
Local isolado Ocorrência bem localizada				
Panorâmico	Panorâmico Observação de paisagens			
Área Integra vários pontos de interesse relativamente próximos				

Cada um dos geossítios se encontra enquadrado numa das categorias temáticas definidas para representar as principais caraterísticas geológicas do diverso património geológico Português (Brilha et al., 2010). Assim, das 27 categorias criadas no inventário nacional de património geológico, apenas 6 se encontram caraterizadas no concelho de Macedo de Cavaleiros (Tabela 5.3).

Tabela 5.3. Categorias temáticas dos geossítios inventariados no Concelho de Macedo de Cavaleiros (adaptado de Pereira et al., 2012).

CATEGORIA TEMÁTICA				
1	Granitóides pré-mesozóicos			
2	2 Neotectónica em Portugal Continental			
3	3 Província metalogénica W-Sn Ibéria			
4	Relevo e drenagem fluvial no Maciço Ibérico português			
5	5 Sistemas cársicos			
6	Terrenos exóticos do nordeste de Portugal			

Convém ainda salientar o facto de alguns dos geossítios inventariados no território estudado se encontrarem em áreas classificadas (Tabela 5.4) que, mesmo não tendo sido classificadas com base nos aspetos geológicos, lhes confere algum estatuto legal de proteção (Pereira et al., 2012).

Tabela 5.4. Áreas classificadas no concelho de Macedo de Cavaleiros (adaptado de Pereira et al., 2012).

	ÁREAS CLASSIFICADAS	CRIAÇÃO LEGAL				
1	Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo	Decreto Regulamentar n.º 13/99, de 3 de Agosto				
2	Sítios Montesinho/Nogueira (PTCON0002)	Resolução do conselho de Ministros n.º 142/97 de 28 de				
3	Sítios Rios Sabor e Maçãs (PTCON0021)	Agosto				
4	Sítio Morais (PTCON0023)	- ngustu				
5	Sítio Romeu (PTCON0043)	Resolução do conselho de Ministros n.º 76/00 de 5 de Julho				
6	ZPE Rios Sabor e Maçãs (PTZPE0037)	Decreto de Lei n.º 384-B/99 de 23 de Setembro de 1999				
7	ZPE Montesinho/Nogueira (PTCON0002)	besiete de Lei II. 304 b/ 33 de 23 de deterribro de 1333				

Os geossítios inventariados no Geoparque Terras de Cavaleiros (Tabela 5.5) encontram-se devidamente caraterizados nas respetivas fichas de caraterização (Pereira et al., 2012).

Tabela 5.5. Caraterização dos geossítios definidos para o Geoparque Terras de Cavaleiros. (*) A referência do geossítio é composta por três letras relativas ao nome da freguesia e por um número correspondente ao número do geossítio dentro da freguesia (adaptado de Pereira et al., 2012).

Referência*	Nome	Nome Freguesia		Categoria Temática (Tabela 5.3.)	Enquadramento legal (Tabela 5.4.)	
ARC 1	Meandros do Rio de Macedo	Arcas	A	2		
BOR 1	Escarpa da falha da Vilariça	Bornes	P	2 e 4		
BUR 1	Microgranito de Burga	Burga	A	1	_	
BUR 2	Panorâmica de Bornes Sul	Burga	P	2 e 4	_	
CAC 1	Termas da Abelheira	Chacim	L	2	4	
CAC 2	Falha de Morais	Chacim	L	2	<u></u>	
CAC 3	Poço dos Paus	Chacim	A	4 e 6	4	
COT 1	Granito de Romeu em Cernadela	Cortiços	Α	1	5	
ESP 1	Alto da Serra	Espadanedo	A/P	4	7	
LAG 1	Gnaisses de Lagoa	Lagoa	Ĺ	6	3/6	
LAG 2	Carreamento de Lagoa	Lagoa	P/L	4 e 6	3/6	
LAG 3	Carreamento da Foz do Azibo	Lagoa	A	4 e 6	3/6	
LAL 1	Vale do Rio Tuela	Lamalonga	P	1	-	
LAL 2	Granito de Torre de Dona Chama	Lamalonga	A	1 e 4	_	
LAL 3	Contacto litológico em Vila Nova da Rainha	Lamalonga	L	1	<u></u>	
LMP 1	Miradouro Sra. do Campo	Lamas de Pod.	A	2 e 4	<u></u>	
MOR 1	Gabros de Sobreda	Morais	A	6	4	
MOR 2	Diques Anfibolíticos de Paradinha	Morais	L	6	4	
MOR 3	Talcos e asbestos de Morais	Morais	A	6	4	
MOR 4	Micaxistos de Lagoa	Morais	L	6	<u>-</u>	
MOR 5	Granadas de Sobreda	Morais	L	6	4	
MOR 6	Cromites de Morais	Morais	L	6	4	
MOR 7	Estruturas tectónicas de Sobreda	Morais	A	2 e 6	4	
MUR 1	MUR 1 Complexo mineiro de Murçós		A	3	<u>-</u>	
OLM 1	OLM 1 Águas de Escarledo		L	2 e 4	4	
POD 1	Falha da Vilariça em Azibeiro	Podence	L	2	<u>-</u>	
POD 2	Fraga da Pegada	Podence	L	2 e 4	4	
SAL 1	Carreamento de Limãos	Salselas	A	6	4	
SAL 2	Depressão de Salselas	Salselas	А	4	_	
SAL 3	Calcários de Salselas	Salselas	L	5 e 6	_	
TAL 1	Cabeço Berrão	Talhas	P	4	3/6	
TAL 2	Gabros de Xaires	Talhas	A	6	6	
TAN 1	Carreamento do Castelo	Talhinhas	L	6	4	
TAN 2	Peridotitos do Castelo	Talhinhas	L	6	4	
VBF 1	Falha da Vilariça em Vale Benfeito	Vale Benfeito	L	1 e 4		
VBF 2	Panorâmica de Bornes	Vale Benfeito	P	4		
VIN 1	Sedimentos de Castro Roupal	Vinhais	L	1		
VPC 1	Sedimentos de Vale da Porca	Vale da Porca	L	4	4	
VPC 2	Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho	Vale da Porca	L	6	4	
VPC 3	Calcários do Alto da Carrasqueira	Vale da Porca	A	5 e 6	4	
VPC 4	Talcos do Azibo	Vale da Porca	А	6	1	
VPC 5	Panorâmica do Cubo	Vale da Porca	P	2 e 4	4	

QUANTIFICAÇÃO DO VALOR DIDÁTICO DOS GEOSSÍTIOS DO GEOPARQUE TERRAS DE CAVALEIROS

A quantificação do património geológico é a etapa que se segue à inventariação, e carateriza-se pelo uso de uma metodologia que nos permite obter uma avaliação numérica dos geossítios em estudo. Esta avaliação permite-nos seriar os geossítios inventariados de acordo com o seu grau de relevância, com base em critérios claros.

A quantificação é por isso uma etapa fundamental na execução de estratégias de geoconservação, imprescindível para a definição de prioridades no estabelecimento das mesmas. Através deste estabelecimento de prioridades (seriação), é possível definir os primeiros geossítios a serem usados nas etapas de valorização, divulgação e monitorização (Brilha, 2005).

6.1. Metodologia

A metodologia adotada para a avaliação quantitativa do valor educativo dos geossítios inventariados no geoparque Terras de Cavaleiros foi a de Brilha (2014), à qual algumas modificações foram introduzidas. De acordo com a referida metodologia, a quantificação do valor educativo é feita com base em 10 critérios principais (Tabela 6.1): (A) Potencialidade didática; (B) Diversidade geológica; (C) Condições de observação; (D) Acessibilidade; (E) Segurança; (F) Infraestrutura logística; (G) Densidade populacional; (H) Deterioração de conteúdos; (I) Associação com outros valores; (J) Beleza cénica.

Dada a dificuldade encontrada na atribuição de pontuação aos critérios F, I e J, os mesmos sofreram alterações. No critério F, "Segurança", a questão relativa à existência de cobertura de rede de telemóvel foi eliminada da quantificação, não por não ser considerada importante (muito pelo contrário), mas pelo facto de não possuirmos dados suficientes para atribuir pontuações de forma mais correta possível. Este critério passa assim a contabilizar apenas a existência, ou não, de equipamentos de segurança, bem como a distância do local de interesse a meios de socorro. Relativamente ao critério I, "Associação com outros valores", as alterações foram efetuadas apenas a nível do 3° e 4° parâmetros, que passam assim a contabilizar a presença de vários valores ecológicos e culturais, mas num raio de 20 e superior a 20 km, respetivamente. O critério J, "Beleza Cénica", à semelhança dos anteriores, devido às dificuldades encontradas na atribuição de pontuações, foi modificado. Neste caso, os parâmetros iniciais foram totalmente substituídos por outros, considerados mais apropriados ao

trabalho em questão, visto que, a beleza do local é sempre um dos principais fatores determinantes na captação, ou não, da atenção do público para o mesmo.

Tabela 6.1. Critérios e pontuações do valor educativo (Brilha, 2014).

VALOR EDUCATIVO	
A. Potencialidade didática	
Illustra conteúdos curriculares para todos os níveis do sistema educativo	4 pontos
Ilustra conteúdos curriculares de ensino básico	3 pontos
Ilustra conteúdos curriculares do ensino secundário	2 pontos
Illustra conteúdos curriculares do ensino superior	1 ponto
·	1 points
B. Diversidade geológica	
O geossítio apresenta mais de 3 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos,	
paleontológicos, geomorfológicos, etc.)	4 pontos
O geossítio apresenta 3 tipos de elementos da geodiversidade	3 pontos
O geossítio apresenta 2 tipos de elementos da geodiversidade	2 pontos
O geossítio apresenta 1 tipo de elemento da geodiversidade	1
	1 ponto
C. Condições de observação	
Todos os conteúdos geológicos são facilmente observáveis	4 pontos
Existem obstáculos que dificultam a observação de alguns conteúdos do geossítio	3 pontos
Existem obstáculos que dificultam a observação dos principais conteúdos do geossítio	2 pontos
Existem obstáculos que impedem a observação dos principais conteúdos do geossítio	1 ponto
D. Deterioração de conteúdos	
Sem possibilidade de deterioração por atividade antrópica	4 pontos
Possibilidade de deterioração de conteúdos secundários por atividade antrópica	3 pontos
Possibilidade de deterioração de conteúdos principais por atividade antrópica	2 pontos
Possibilidade de deterioração de todos os conteúdos por atividade antrópica	1 ponto
	1 ponto
E. Acessibilidade	
Geossítio a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e com estacionamento para	
autocarro	4 pontos
Geossítio a menos de 500 m de uma estrada asfaltada	3 pontos
Geossítio apenas com acesso por estrada não asfaltada mas transitável por autocarro	2 pontos
Geossítio sem acesso direto por estrada, mas a menos de 1 km de uma via transitável	1 ponto
F. Segurança	
Geossítio com equipamentos de segurança (vedações, muros, escadas, corrimões, etc.) e a	
menos de 5 km de meios de socorro	4 pontos
Geossítio com equipamentos de segurança (vedações, muros, escadas, corrimões, etc.) e a	·
menos de 25 km de meios de socorro	3 pontos
Geossítio sem equipamentos de segurança e a menos de 50 km de meios de socorro	2 pontos
Geossítio sem equipamentos de segurança e a mais de 50 km de meios de socorro	1 ponto
G. Infraestrutura logística	
Alojamento e restaurante para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km	4 pontos
Alojamento e restaurante para grupos de 50 pessoas a menos de 50 km	3 pontos
Alojamento e restaurante para grupos de 50 pessoas a menos de 100 km	2 pontos
Alojamento e restaurante somente para grupos até 25 pessoas a menos de 50 km	1 ponto

H. Densidade populacional	
Geossítio em concelho com mais de 1000 habitantes/km²	4 pontos
Geossítio em concelho com mais 250 e menos de 1000 habitantes/km ²	3 pontos
Geossítio em concelho com mais 115 e menos de 250 habitantes/km²	2 pontos
Geossítio em concelho com menos de 115 habitantes/km²	1 ponto
I. Associação com outros valores	
Presença de vários valores ecológicos e culturais num raio de 5 km	4 pontos
Presença de vários valores ecológicos e culturais num raio de 10 km	3 pontos
Presença de vários valores ecológicos e culturais num raio de 20 km	2 pontos
Presença de vários valores ecológicos e culturais num raio superior a 20 km	1 ponto
J. Beleza cénica	
Local extremamente atraente, com forte impacto sensorial	4 pontos
Local agradável, com elementos atraentes, com impacto sensorial	3 pontos
Local agradável, sem elementos particularmente atraentes	2 pontos
Local desprovido de atratividade e/ou enquadrado por elementos desagradáveis (lixo, etc.)	1 ponto

A cada um dos critérios foi atribuída uma classificação numérica entre 1 e 4 valores, sendo possível a atribuição de um valor nulo, caso o geossítio não possua o interesse mínimo definido para o parâmetro valorado com 1.

O valor final de cada um dos geossítios resulta da soma ponderada dos 10 critérios, de acordo com os pesos ponderados na Tabela 6.2.

Tabela 6.2. Pesos dos critérios de avaliação do valor educativo (Brilha, 2014).

VALOR EDUCATIVO				
Critérios	Peso			
A. Potencialidade didática	20			
B. Diversidade geológica	15			
C. Condições de observação	15			
D. Deterioração de conteúdos	10			
E. Acessibilidade	10			
F. Segurança	10			
G. Infraestrutura logística	5			
H. Densidade populacional	5			
I. Associação com outros valores	5			
J. Beleza cénica	5			
Total	100			

6.2. Resultados da Quantificação

Os resultados da avaliação quantitativa do potencial educativo de todos os geossítios do Geoparque Terras de Cavaleiros estão expressos na tabela 6.3.

Tabela 6.3. Valor educativo dos geossítios do Geoparque Terras de Cavaleiros.

		А	В	С	D	E	F	G	Н	I	J		
	Geossítios	Potencialidade didática	Diversidade geológica	Condições de observação	Deteorização de conteúdos	Acessibilidade	Segurança	Infraestrutura logística	Densidade populacional	Associação com outros valores	Beleza cénica	Total	Valor em %
1	ARC 1 - Meandros do Rio de Macedo	3	1	3	3	3	2	3	1	2	3	2,45	61,25
2	BOR 1 - Escarpa da falha da Vilariça	1	1	4	3	4	2	3	1	2	4	2,35	58,75
3	BUR 1 - Microgranito de Burga	3	1	1	2	0	2	3	1	2	2	1,7	42,5
4	BUR 2 - Panorâmica de Bornes Sul	1	1	4	4	4	2	4	1	2	4	2,5	62,5
5	CAC 1 - Termas da Abelheira	3	2	3	2	4	3	4	1	4	2	2,8	70
6	CAC 2 - Falha de Morais	3	2	3	2	4	2	4	1	4	1	2,65	66,25
7	CAC 3 - Poço dos Paus	3	2	2	3	1	2	3	1	4	4	2,4	60
8	COT 1 - Granito de Romeu em Cernadela	3	1	1	2	4	2	4	1	3	2	2,2	55
9	ESP 1 - Alto da Serra	3	2	3	3	1	2	3	1	2	3	2,4	60
10	LAG 1 - Gnaisses de Lagoa	3	3	4	3	4	2	3	1	3	4	3,1	77,5
11	LAG 2 - Carreamento de Lagoa	2	3	1	2	3	2	3	1	3	4	2,25	56,25
12	LAG 3 - Carreamento da Foz do Azibo	2	3	3	2	4	2	3	1	3	2	2,55	63,75
13	LAL 1 - Vale do Rio Tuela	3	2	4	2	0	2	3	1	1	3	2,3	57,5
14	LAL 2 - Granito de Torre de Dona Chama	3	2	3	2	3	2	4	1	1	2	2,45	61,25
15	LAL 3 - Contacto litológico em Vila Nova da Rainha	3	3	4	3	3	2	4	1	1	1	2,8	70
16	LMP 1 - Miradouro Sra. do Campo	1	1	4	4	4	3	4	1	3	4	2,65	66,25
17	MOR 1 - Gabros de Sobreda	3	2	4	2	4	2	4	1	4	2	2,85	71,25
18	MOR 2 - Diques Anfibolíticos de Paradinha	3	2	3	3	4	2	4	1	4	2	2,8	70
19	MOR 3 - Talcos e asbestos de Morais	3	3	3	2	4	2	3	1	4	1	2,75	68,75
20	MOR 4 - Micaxistos de Lagoa	3	1	4	3	4	2	4	1	4	2	2,8	70
	MOR 5 - Granadas de Sobreda	2	2	2	1	3	2	4	1	4	1	2,1	52,5
22	MOR 6 - Cromites de Morais	2	2	3	3	4	2	4	1	4	2	2,6	65
23	MOR 7 - Estruturas tectónicas de Sobreda	2	2	2	2	4	2	4	1	4	2	2,35	58,75
	MUR 1 - Complexo mineiro de Murçós	3	3	1	3	3	2	3	1	1	3	2,4	60
	OLM 1 - Águas de Escarledo	3	3	2	3	0	2	3	1	4	3	2,4	60
	POD 1 - Falha da Vilariça em Azibeiro	3	2	4	1	4	2	4	1	3	1	2,65	66,25
	POD 2 - Fraga da Pegada	3	1	4	3	4	4	4	1	3	3	3	75
28	SAL 1 - Carreamento de Limãos	2	3	3	3	4	2	4	1	4	2	2,75	68,75
	SAL 2 - Depressão de Salselas	1	1	3	4	4	2	3	1	4	4	2,4	60
	SAL 3 - Calcários de Salselas	3	3	1	2	3	2	4	1	4	1	2,4	60
	TAL 1 - Cabeço Berrão	3	2	3	2	0	2	3	1	3	3	2,25	56,25
	TAL 2 - Gabros de Xaires	3	1	2	3	0	2	3	1	3	2	2	50
	TAN 1 - Carreamento do Castelo	2	2	2	2	4	2	4	1	4	1	2,3	57,5
	TAN 2 - Peridotitos do Castelo	3	1	4	2	4	2	4	1	4	1	2,65	66,25
	VBF 1 - Falha da Vilariça em Vale Benfeito	3	2	3	2	3	2	3	1	3	1	2,45	61,25
	VBF 2 - Panorâmica de Bornes	3	1	3	3	3	2	3	1	3	4	2,55	63,75
	VIN 1 - Sedimentos de Castro Roupal	3	1	4	2	4	2	3	1	3	1	2,55	63,75
	VPC 1 - Sedimentos de Vale da Porca	3	1	4	2	4	2	3	1	4	1	2,6	65
	VPC 2 - Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho	3	2	3	2	4	2	3	1	4	1	2,6	65
	VPC 3 - Calcários do Alto da Carrasqueira	3	1	3	2	0	2	3	1	4	1	2,05	51,25
	VPC 4 - Talcos do Azibo	3	3	2	2	3	2	4	1	4	3	2,65	66,25
	VPC 5 - Panorâmica do Cubo	1	1	4	3	3	2	4	1	4	4	2,4	60
42	11 5 5 1 diloidillica do Oubo	1	1	4	ر ا	<u> </u>		4	1	4	4		00

Os totais de pontuação estão representados em valores absolutos (de 0 a 4 pontos), com os respetivos pesos de cada critério (Tabela 6.2), e relativos (de 0 a 100%). A análise dos resultados é, numa primeira fase, feita não ao nível de cada geossítio, mas de um modo mais abrangente, com base nas pontuações obtidas em cada um dos critérios, pelos diferentes geossítios.

Critério A: Potencialidade didática

O critério **A "Potencialidade didática"** refere-se à capacidade de uma dada ocorrência apresentar, de modo o mais claro e inequívoco possível, os elementos geológicos presentes, que deverão, por sua vez, fazer parte dos conteúdos curriculares abordados por alunos de diversos níveis de ensino. Neste sentido, no critério em questão, são valorizados os geossítios que representem elementos geológicos ilustrativos de conteúdos curriculares para todos os níveis do sistema educativo. Como tal, visto que assuntos relacionados com a geologia não fazem ainda parte dos programas curriculares do 1° e 2° ano do ensino básico, a pontuação máxima não foi atribuída a nenhum dos 42 geossítios. Estas matérias surgem apenas nos programas educativos a partir do 3° ano do ensino básico, inseridos em temas simples como: "As rochas", "O solo" e "O relevo" (Ministério da educação, 2004a). Assim, maioria dos geossítios obteve a pontuação máxima de 3 pontos, pois ilustram conteúdos curriculares lecionados ao longo dos diferentes níveis do ensino básico. Por último, a 6 geossítios foram atribuídos 2 pontos, e os 5 geossítios restantes recebem a pontuação mínima, por ilustrarem apenas conteúdos curriculares do ensino superior.

Critério B: Diversidade geológica

O critério **B "Diversidade Geológica"** refere-se à ocorrência de diversos tipos de elementos da geodiversidade no mesmo local, sendo mais valorizados os geossítios que apresentem mais de três elementos da geodiversidade. À semelhança do que se verificou no critério anterior, nenhum geossítio obteve a pontuação máxima, por não se verificar a ocorrência de mais de 4 elementos de geodiversidade. Os elementos geológicos contabilizados nos diferentes geossítios são, por ordem de abundância, os petrológicos, geomorfológicos, tectónicos, mineralógicos, hidrogeológicos e geomineiros. Dos 42 geossítios, apenas 10 apresentam 3 tipos de elementos da geodiversidade, 16 apresentam 2 elementos da geodiversidade e com apenas 1 elemento foram contabilizados 16 geossítios.

Critério C: Condições de observação

Este critério diz respeito à existência ou não de obstáculos à adequada observação dos elementos geológicos que ocorram no geossítio. Para este critério, a pontuação máxima foi atribuída a 14 dos geossítios, por se considerar que todos os conteúdos geológicos são facilmente observáveis. Com 3 pontos foram avaliados 16 geossítios, por se considerar que existem obstáculos que dificultam a observação de alguns conteúdos do geossítio. Pelo facto de existirem obstáculos que dificultam a observação dos principais conteúdos do geossítio, a 7 geossítios foram atribuídos 2 pontos, e a pontuação mínima foi atribuída a 5 dos geossítios, devido ao facto de a existência de obstáctulos impedirem a observação dos principais conteúdos do geossítio.

Critério D: Deteorização de conteúdos

O critério D reflete a maior ou menor facilidade de perda de conteúdos geológicos de um determinado local, como consequência de atividades antrópicas. De todos os geossítios inventariados, apenas 3 obtiveram a pontuação máxima. São eles alguns dos locais correspondentes a miradouros, inventariados no concelho, que recebem esta pontuação por se considerar que, mesmo que a paisagem seja modificada por ação humana, as caraterísticas principais a observar continuarão, à partida, percetíveis. Nenhum outro geossítio obteve a pontuação máxima, por não se encontrar sob algum tipo de proteção legal, pelo que não é impossível a degradação de, pelo menos, elementos secundários associados ao mesmo. Assim, em 17 geossítios existe possibilidade de deteorização de conteúdos secundários, enquanto em 21 existe a possibilidade de deteorização de conteúdos principais por atividade antrópica. Apenas 1 local recebeu a pontuação mínima, por se considerar mais vulnerável às atividades antrópicas, como a colheita de amostras, por exemplo, sendo ele o geossítio "Granadas de Sobreda".

Critério E: Acessibilidade

O critério **E "Acessibilidade"** reflete as condições de acesso ao geossítio em termos de facilidade e tempo despendido na deslocação, sendo valorizados os geossítios que se encontram a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e, de preferência, com estacionamento para autocarro. Posto isto, a maioria dos locais (23 geossítios), obteve a pontuação máxima de 4 pontos por responder à condição anterior. Existem ainda 11 geossítios que se encontram a menos de 500 metros de uma estrada asfaltada, e 2 cujo acesso direto por estrada não é possível, mas que se encontram a menos de 1 km de uma via transitável. Neste critério, foram atribuídas pontuações nulas a um total de 6

geossítios, sendo eles: "Microgranito de Burga", "Vale do Rio Tuela", "Águas de Escarledo", "Cabeço Berrão", "Gabros de Chaires" e "Calcários do Alto da Carrasqueira". Estes últimos correspondem a geossítios cujo acesso está um pouco mais dificultado, por se encontrarem a mais de 1 km de uma via transitável, não sendo possível aceder aos locais a partir de autocarro. Nestes casos o acesso só é viável por veículos todo terreno ou, nalguns casos, a pé.

Critério F: Segurança

Este critério faz referência às condições de observação dos geossítios, salvaguardando sempre o bem-estar dos alunos, sendo mais valorizados os locais que possuam equipamentos de segurança (como vedações, muros, escadas, corrimões, etc.) e que se encontrem a menos de 5 km de meios de socorro. Nesta perspetiva, apenas os geossítios "Fraga da pegada", "Termas da abelheira" e "Miradouro Sra. do Campo" possuem algum tipo de equipamentos de segurança. O primeiro geossítio encontra-se a menos de 5 km de meios de socorro (Posto de primeiros socorros Praia do Azibo) enquanto os dois restantes a menos de 25 km de meios de socorro, pelo que recebem, respetivamente, uma pontuação de 4 e 3 pontos. A pontuação obtida na grande maioria dos geossítios dentro deste critério é muito baixa, pelo facto de, exceto os geossítios já mencionados, nenhum dos locais inventariados possuir ainda qualquer tipo de equipamento de segurança. Neste seguimento, os restantes locais (39 geossítios) obtêm uma pontuação de 2 pontos, por não possuírem equipamentos de segurança, encontrando-se a menos de 50 km de meios de socorro.

Critério G: Infraestrutura logística

O critério *G: "Infraestrutura logística"* refere-se à existência de instalações para alojamento, restauração e sanitários perto do geossítio, pelo que valoriza os locais que possuam alojamento e restaurante para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km. Neste critério, as pontuações são mais elevadas, sendo 21 os geossítios valorizados com a pontuação máxima. Todos os restantes geossítios possuem alojamento e restaurante para grupos de 50 pessoas a menos de 50 km, motivo pelo qual lhes foram atribuídos 3 pontos.

Critério H: Densidade populacional

Este critério reflete a maior possibilidade de uso do geossítio para fins educativos, em áreas com maior densidade populacional, onde devem ser valorizados os locais que se situem em concelhos com mais de 1000 habitantes/km². Todos os geossítios obtiveram iguais pontuações, por se situarem

no mesmo concelho. Como tal, o concelho de Macedo de Cavaleiros só possui uma média de 5 a 50 habitantes/km². Por esse motivo, todos os geossítios obtiveram a pontuação mínima de 1 ponto, por se localizarem num concelho com menos de 115 habitantes/km².

Critério I: Associação com outros valores

Este critério avalia a existência de outros elementos naturais e/ou culturais de destaque que possam ser associados à aula de campo, promovendo a interdisciplinaridade no ensino. Aqui, pretende-se valorizar os locais onde se verifica a presença de vários valores ecológicos e culturais num raio de 5 km. Sendo assim, 21 dos geossítios foram valorizados com a pontuação máxima, por corresponderem à condição anterior. Os geossítios em que se verifica a presença de vários elementos ecológicos e culturais num raio de 10 km foram pontuados com 3 pontos (12 geossítios). As pontuações mais baixas de 2 e 1 pontos foram atribuídas, respetivamente, aos locais onde a presença de vários valores ecológicos e culturais ocorre num raio de 20 km (5 geossítios) e num raio superior a 20 km (4 geossítios).

Critério J: Beleza cénica

O presente e último critério representa a qualidade visual da ocorrência e a sua capacidade de deslumbrar os alunos, fatores que podem contribuir para aumentar o interesse pelo local. Neste critério, foram valorizados os geossítios considerados extremamente atraentes e com forte impacto sensorial, aos quais foi atribuída a pontuação máxima (9 geossítios). Por se considerarem locais agradáveis, com elementos atraentes e impacto sensorial, 8 geossítios foram avaliados com 3 pontos. Os locais considerados agradáveis, mas sem elementos particularmente atraentes (12 geossítios) obtiveram 2 pontos, e a pontuação mínima foi atribuída aos restantes 13 geossítios, por caraterizarem locais desprovidos de atratividade e/ou enquadrados por elementos desagradáveis, como lixo, por exemplo.

6.3. Seriação dos geossítios

A metodologia aqui aplicada permitiu estabelecer uma seriação dos 42 geossítios inventariados (Tabela 6.4). Esta organização sequencial dos geossítios é considerada importante, na medida em que permite, de forma simples e ordenada, definir prioridades na aplicação de uma estratégia de geoconservação para estes locais.

Tabela 6.4. Seriação dos 42 geossítios inventariados no concelho de Macedo de Cavaleiros, de acordo com a quantificação efetuada.

Posição	Geossítio	Pontuação (%)
1°	Lag 1 – Gnaisses de Lagoa	77,5
2°	POD 2 - Fraga da Pegada	75
3°	MOR 1 - Gabros de Sobreda	71,25
	CAC 1 - Termas da Abelheira	, 1,20
4°	LAL 3 – Contacto litológico em Vila Nova da Rainha	70
•	MOR 2 - Diques Anfibolíticos de Paradinha	, •
	MOR 4 – Micaxistos de Lagoa	
5°	MOR 3 - Talcos e asbestos de Morais	68,75
J	SAL 1 – Carreamento de Limãos	00,70
	CAC 2 - Falha de Morais	
	LMP 1 – Miradouro Sra. do Campo	
6°	POD 1 - Falha da Vilariça em Azibeiro	66,25
	TAN 2 - Peridotitos do Castelo	
	VPC 4 - Talcos do Azibo	
	MOR 6 - Cromites de Morais	
7°	VPC 1 - Sedimentos de Vale da Porca	65
	VPC 2 - Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho	
	LAG 3 - Carreamento da Foz do Azibo	
8°	VBF 2 - Panorâmica de Bornes	63,75
	VIN 1 - Sedimentos de Castro Roupal	
9°	BUR 2 - Panorâmica de Bornes Sul	62,5
	ARC 1 - Meandros do Rio de Macedo	
10°	LAL 2 - Granito de Torre de Dona Chama	61,25
	VBF 1 - Falha da Vilariça em Vale Benfeito	
	CAC 3 - Poço dos Paus	
	ESP 1 - Alto da Serra	
	MUR 1 - Complexo mineiro de Murçós	
11°	OLM 1 - Águas de Escarledo	60
	SAL 2 - Depressão de Salselas	
	SAL3 – Calcários de Salselas	
	VPC 5 - Panorâmica do Cubo	
12°	BOR 1 - Escarpa da falha da Vilarica	50 75
12	MOR 7 - Estruturas tectónicas de Sobreda	58,75
13°	TAN 1 - Carreamento do Castelo	57,5
15	LAL 1 - Vale do Rio Tuela	37,3
14°	LAG 2 - Carreamento de Lagoa	56,25
14	TAL 1 - Cabeço Berrão	30,23
15°	COT 1 - Granito de Romeu em Cernadela	55
16°	MOR 5 - Granadas de Sobreda	52,5
17°	VPC 3 - Calcários do Alto da Carrasqueira	51,25
18°	TAL 2 - Gabros de Xaires	50
19°	BUR 1 - Microgranito de Burga	42,5

Os três geossítios mais pontuados são, o Lag1 – Gnaisses de Lagoa (77,5%), o Pod 2 – Fraga da Pegada (75%), seguido do Mor 1 – Gabros de Sobreda (71,25%). Por outro lado, o geossítio menos pontuado é o Bur 1 – Microgranito de Burga (42,5%).

A esmagadora maioria dos geossítios obteve pontuações acima dos 50%, exceto o geossítio Bur1 – Microgranito de Burga, que obteve uma pontuação de 42,5% (Tabela 6.4). Assim, segundo a metodologia adotada, é possível agrupar os 42 geossítios inventariados em 19 "grupos" diferentes, de acordo com as pontuações registadas no final da quantificação, pontuações essas que, como já referido, variam entre os 42,5 e os 77,5%.

6.4. Discussão dos resultados de quantificação e seleção de geossítios para valorização

Os resultados obtidos através da aplicação da metodologia de quantificação atrás mencionada permitem determinar o potencial educativo de cada geossítio, definindo quais os primeiros locais que devem ser usados nas posteriores etapas de geoconservação.

De acordo com os resultados já apresentados, não existem grandes discrepâncias entre os valores seriados, e as pontuações são, de um modo geral, positivas, visto que se situam praticamente todas acima dos 50%. Todavia, considera-se que o valor educativo dos geossítios poderia ser superior, não fossem as pontuações obtidas nos critérios, *Condições de observação*, *Deteorização de conteúdos* e *Segurança*, relativamente baixas, para a maioria dos locais. E são apenas referidos estes critérios porque, de todos os levados em consideração, estes são os únicos sobre os quais podem, mais facilmente, ser tomadas medidas que melhorem as condições do geossítio no campo. Significa isto que, caso todos os geossítios recebam uma correta monitorização (da vegetação, por exemplo), caso sejam criadas estruturas ou algum tipo de proteção legal, que de alguma forma impeça ou minimize os riscos de deteorização do local, e sejam melhoradas as condições de segurança dos geossítios mais problemáticos, as suas pontuações finais aumentariam consideravelmente. Estas medidas são importantes para aumentar o valor educativo de cada geossítio, visto que os referidos parâmetros são, muitas das vezes, os principais pontos a ter em consideração na escolha de locais a visitar.

É objetivo deste trabalho o desenvolvimento de estratégias de valorização para geossítios inventariados no concelho em estudo. Para o efeito, foram selecionados 12 geossítios, de seguida enumerados (por ordem de relevância, segundo os resultados descritos na tabela 6.4): Lag1 – Gnaisses de Lagoa, Mor1 – Gabros de Sobreda, Mor2 – Diques anfibolíticos de Paradinha, Mor4 – Micaxistos de Lagoa, Sal1- Carreamento de Limãos, Vpc4 – Talcos do Azibo, Mor6 – Cromites de Morais, Vpc2 – Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho, Lag3 – Carreamento da Foz do Azibo, Vin1 – Sedimentos de Castro Roupal, Sal3 – Calcários de Salselas e Lag2 – Carreamento de Lagoa.

Os locais acima descritos, não estão, na sua totalidade, dentro dos geossítios definidos como prioritários para aplicação de medidas de geoconservação. Por esse motivo, é importante fazer uma

breve análise dos resultados obtidos, realçando os motivos que levaram à seleção dos geossítios a valorizar, bem como os principais parâmetros que podem/devem ser melhorados para que o valor educativo dos mesmos aumente.

Dos geossítios selecionados, apenas 5 se encontram entre os 12 locais considerados prioritários para o desenvolvimento de estratégias de geoconservação. Quer isso dizer que, tal como anteriormente descrito, muitos dos locais selecionados, apesar de possuírem um elevado conteúdo educativo, não se encontram no seu melhor estado de conservação. Ainda assim, esses aspetos não foram impedimento para a seleção dos referidos locais, uma vez que foi tido em consideração que, no futuro, serão tomadas medidas que visem melhorar o estado de conservação desses geossítios.

Como das primeiras conclusões desta análise se retira que as principais medidas de valorização devem incidir sobre os critérios *Condições de observação*, *Deteorização de conteúdos* e *Segurança*, foi feita uma descrição dos aspetos que podem e devem ser melhorados, bem como uma proposta de intervenção a nível desses parâmetros, para cada um dos geossítios selecionados. Um aspeto comum a todos geossítios e que deve ser levado em consideração é relativo ao critério deteorização de conteúdos. Para todos os 42 locais inventariados, deveriam ser tomadas medidas, como a criação de algum tipo de estatuto legal de proteção, que garantisse que esse local não poderia sofrer qualquer intervenção negativa por parte do Homem, capaz de alterar as suas caraterísticas, pondo em causa o interesse científico inerente ao mesmo. Isto porque se verifica que alguns dos geossítios correspondem a antigos locais de exploração (Vpc4 e Sal3, entre outros), ou mesmo a taludes de estrada (Vin1, Mor4, Vpc2, Mor6, entre outros) que, mesmo sendo os fatores que permitem a exposição dos elementos de interesse podem, a qualquer momento sofrer modificações por ação humana.

Geossítio Lag1 – Gnaisses de Lagoa

Este é o geossítio que se encontra melhor valorizado (77,5%) relativamente ao seu valor educativo. Contudo, não deixa de poder ver o seu potencial didático melhorado, pela criação de medidas de segurança, como por exemplo a colocação de um passadiço, que facilite a circulação dos alunos no local. Isto porque, o facto de correr um pequeno curso de água sobre o afloramento, apesar de criar ótimas condições de exposição e observação do gnaisse, devido ao polimento do mesmo, torna-o bastante escorregadio. Relativamente ao critério "Condições de observação" este geossítio obteve a pontuação máxima, mas é importante que medidas de monitorização, principalmente no que

toca à vegetação envolvente, devam ser uma constante, para que as boas condições de observação se mantenham.

Geossítio Mor1 - Gabros de Sobreda

O geossítio Mor1 – Gabros de Sobreda, com uma pontuação de 71,25%, encontra-se entre os três geossítios com melhor valor educativo. Contudo, necessita igualmente da criação de medidas de segurança. O facto de ser um geossítio situado à face de uma estrada, aliado ao facto de existir um pequeno largo junto ao geossítio, permite a colocação de uma grade no local, que possa servir para impedir a deslocação dos adolescentes para a estrada, durante a sua permanência no mesmo. Também neste local a pontuação obtida para o critério "Condições de observação" foi a pontuação máxima, devendo contudo, e à semelhança do que se verifica para o critério anterior, ser alvo de monitorização dos fatores que poderão colocar em causa essas condições.

Geossítio Mor2 - Diques anfibolíticos de Paradinha

Muito próximo do geossítio anterior encontra-se o Mor2 – Diques anfibolíticos de Paradinha (70%). Esta proximidade permite que os alunos se possam deslocar a pé entre ambos os locais que, por se situarem em lados opostos de uma estrada (ainda que com pouco movimento), necessita da implementação de algum tipo de medidas de segurança. Como tal, sugere-se a colocação de uma passadeira, que permitirá que os alunos atravessem a estrada em segurança. Relativamente à observação dos conteúdos deste local, é necessária a tomada de medidas de limpeza da vegetação envolvente que tem tendência a desenvolver-se bastante.

Geossítio Mor4 – Micaxistos de Lagoa

O geossítio Mor4 – Micaxistos de Lagoa também se encontra relativamente bem pontuado (70%) quanto ao seu valor educativo, podendo no entanto sofrer também alterações positivas. No que respeita à segurança do local, este, à semelhança do geossítio Mor1 – Gabros de Sobreda, corresponde a um talude de estrada. Todavia, por se encontrar mesmo na face da estrada, onde não existe nenhum passeio, e a sua criação implicaria a destruição do afloramento, a colocação de uma grade pode não ser, de todo, a solução mais adequada, ainda que possa ser pensada. Ainda assim, a colocação de lombas e também de uma passadeira no local deve ser considerada, devendo os alunos deslocar-se em pequenos grupos até ao geossítio. Este facto pode afetar a dinâmica das atividades, mas torna as mesmas mais seguras. As condições de observação também são ótimas, pelo que até ao

momento não se verifica nenhum fator limitante das mesmas, que devem, mais uma vez, ser monitorizadas ao longo do tempo.

Geossítio Sal1- Carreamento de Limãos

Este geossítio possui uma pontuação mais baixa, relativamente aos anteriores (68,75%), mas que pode ser melhorada. A nível da segurança do local, que se situa na berma de uma estrada com algum trânsito frequente, deve ser colocada uma passadeira, para que os alunos circulem em segurança entre o autocarro e o geossítio. A colocação de lombas, antes e depois do local pode ser pensada. Junto à paragem do autocarro lá existente, pode ser colocada uma grade, que impede a passagem dos alunos do geossítio para a estrada, sem ordem dos responsáveis. Um parâmetro muito importante, e que condiciona a correta observação deste geossítio, é a existência de muita vegetação que reveste parte dos afloramentos. Esta vegetação excessiva deve ser controlada, tendo sempre em consideração que no local se encontram algumas das plantas endémicas do Monte de Morais (Fig. 6.1), tais como, a espécie *Santolina semidentata (Asteraceae)* e *Armeria langei* subsp. *marizii (Plumbaginaceae)*. Esta condição requer uma atenção redobrada relativamente a esse aspeto, pois estas plantas não devem ser danificadas, não só pelo seu valor científico, mas também pelo valor que acrescentam ao próprio geossítio.



Figura 6.1: Plantas endémicas do Monte de Morais: a) *Santolina semidentata (Asteraceae)*; b) Armeria langei subsp. *marizii (Plumbaginaceae)*.

Geossítio Vpc4 – Talcos do Azibo

O geossítio Vpc4 – Talcos do Azibo trata-se de uma antiga exploração de talco que, por apresentar uma boa exposição dos seus elementos e possuir imensas amostras soltas, é visto como um local com elevado potencial educativo. No entanto, os resultados da quantificação não foram os

melhores (66,25%). Como medidas de segurança que devem ser tomadas, em primeiro lugar sugere-se o arranjo do caminho (de terra batida e bastante irregular) de acesso ao geossítio. Já no local, o contacto com a sua geologia apenas tem interesse se forem feitas deslocações na área em estudo, permitindo a busca e descoberta de elementos geológicos especiais. Por isso, e visto tratar-se de uma pedreira, a criação de passadiços aumentariam a segurança dos alunos mas, por outro lado retirariam o interesse e motivação que o contacto direto com as rochas lhes pode proporcionar. O facto de este geossítio possuir uma pontuação baixa para o critério condições de observação, está também relacionado com o fator "acesso ao local" que implica a deslocação dos alunos pelo caminho anteriormente descrito, e que se considera um obstáculo à observação destas litologias. A distância não pode ser reduzida mas, com as devidas condições de segurança aqui sugeridas, pode tronar-se muito menos limitante.

Geossítio Mor6 - Cromites de Morais

O presente geossítio (65%), tal como o anterior e os próximos, já não se encontram entre os 12 geossítios mais valorizados do ponto de vista educativo, de acordo com a metodologia utilizada. É um geossítio que, à semelhança de outros já mencionados, se encontra na face de uma estrada. Mesmo não existindo muito espaço entre o geossítio e a estrada, as medidas de segurança mais facilmente aplicáveis no local são a colocação de uma grade que limite o espaço de movimentação dos alunos, bem como a colocação de lombas na estrada, antes e depois do geossítio. Do ponto de vista da observação do seu conteúdo, o principal obstáculo detetado é, mais uma vez, a presença de vegetação, que deve ser monitorizada ao longo do tempo.

Geossítio Vpc2 – Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho

O potencial educativo do geossítio Vpc2 – Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho, foi avaliado com os mesmos 65% do geossítio anterior. Trata-se de mais um geossítio que, por se localizar numa vertente de estrada necessita da aplicação de especiais medidas de segurança. A colocação de lombas e passadeira na estrada, passando pela criação de um pequeno passeio, ou novamente a colocação de uma grade que mantenha os alunos protegidos do contacto com a estrada, serão o primeiro passo a dar para elevar o grau de segurança deste geossítio. As condições de observação deste geossítio são um pouco limitadas, visto que, para além da natural e evidente fracturação das suas litologias, a presença excessiva de vegetação limita a correta visualização de alguns elementos de interesse, como

é o caso das dobras. Este aspeto deve e pode ser facilmente melhorado pela limpeza e monitorização dessa mesma vegetação.

Geossítio Lag3 – Carreamento da Foz do Azibo

O acesso ao geossítio Lag3 – Carreamento da Foz do Azibo (63,75%) implicada a subida de uma vertente um pouco acidentada e bastante perturbada pela vegetação. Por esse motivo sugere-se a criação de um passadiço ou escadas de madeira que facilitem o acesso ao local, tendo em consideração que as litologias presentes devem ser preservadas. Do ponto de vista da observação do geossítio, o principal obstáculo é a vegetação. Apesar de o contacto entre as diferentes litologias ser facilmente percetível, a vegetação excessiva pode condicionar a observação do principal interesse deste geossítio.

Geossítio Vin1 – Sedimentos de Castro Roupal

O geossítio Vin1 – Sedimentos de Castro Roupal (63,75%) situa-se, de igual forma, num talude artificial de estrada, condição que permite expor os elementos geológicos em destaque, mas que acarreta alguma perigosidade aos visitantes. Como tal, uma das medidas de segurança que podem ser sugeridas, é a criação de um ponto de observação por cima de um dos taludes da estrada, para o lado oposto. Desta forma, a necessidade de deslocação sobre a estrada para uma boa observação dos sedimentos é evitada, e estes podem ser facilmente visualizados. Contudo, na eventualidade de ser importante uma deslocação até ao afloramento para observar em pormenor a sua composição litológica, é imprescindível a colocação de uma passadeira e lombas na estrada. As condições de observação deste local são as melhores, pelo que, à partida, o fator vegetação não irá perturbar a sua visualização, desde que as bermas da estrada sejam, regularmente limpas.

Geossítio Sal3 – Calcários de Salselas

Este geossítio é um bom exemplo de um dos locais considerados excelentes para aplicação em atividades educativas mas que, segundo os resultados obtidos através da metodologia utilizada, é um dos locais com menor valor educativo associado (60%). Estes resultados apenas comprovam a tese de que este é mais um geossítio que não se encontra devidamente aproveitado, no qual deve ser depositada especial atenção, e considerado como prioritário na implementação de medidas de valorização. Do ponto de vista da segurança, este é talvez o local mais complexo, onde os dispositivos que devem ser criados são mais difíceis de conseguir. No entanto são necessários, pois a visitação ao

local pode estar limitada por diversas condições. Em primeiro lugar, o caminho de acesso à pedreira, por ser de terra batida, fica em muito más condições no períodos de chuva, pelo que deve ser melhorado. Já no local propriamente dito, existem outras dificuldades, que limitam a observação das litologias e, ao mesmo tempo, põem em causa a segurança dos visitantes. Em condições atmosféricas boas (Primavera e Verão), a principal preocupação será a descida até ao afloramento, pelo que deve ser criado um passadiço que permita a descida em segurança dos alunos ao seu interior. Por outro lado, em meses com muita chuva (Outono e Inverno), para além da dificuldade de acesso, verifica-se outra agravante, uma vez que o geossítio se enche de água, que impede a deslocação ao seu interior, e pode tornar-se bastante perigoso ao visitante. Desta forma, se possível, o ideal seria colocar no local um sistema de drenagem das águas em excesso para fora da área afetada. Caso contrário, deve ser colocada nas proximidades da estrada um painel a informar que nesses meses o local é impróprio para visitas, podendo mesmo ser perigoso, evitando aproximações ao local, principalmente com alunos.

Neste caso em particular, importa realçar outro parâmetro também responsável pela baixa pontuação final do geossítio – a "Beleza Cénica" do local. Neste critério, o geossítio teve a pontuação mínima, pelo facto de estar enquadrado por elementos bastante desagradáveis, ou seja, por lixo. Verifica-se uma grande acumulação de lixo no próprio local do afloramento, que deve ser limpo e monitorizado.

Geossítio Lag2 - Carreamento de Lagoa

A pontuação, relativamente baixa, obtida por este geossítio (56,25%), demonstra a enorme necessidade de implementar medidas que permitam uma melhoria do seu potencial educativo. As condições de segurança deste local são, na generalidade boas, podendo contudo ser melhoradas, pela criação de um ponto de observação/passadiço, que facilitaria o acesso dos alunos aos afloramentos, que se encontram numa pequena vertente. Outro fator de segurança seria a colocação de um painel informativo, ou na falta dele, informar os visitantes da existência de abelhas naquela área, alertando-os para não fazerem movimentos bruscos na presença das mesmas, sob o risco de serem picados. O principal fator limitante da observação das litologias em destaque, que pode mesmo ser um impedimento à correta visualização das mesmas, é a presença de vegetação arbustiva em excesso. Isto implica a limpeza do local, bem como a futura e constante monitorização do mesmo.

Capítulo 7

VALORIZAÇÃO DIDÁTICA DOS GEOSSÍTIOS DO GEOPARQUE TERRAS DE CAVALEIROS

A valorização do património geológico é uma das etapas fundamentais em qualquer estratégia de geoconservação. Esta etapa consiste, fundamentalmente, na realização de uma série de ações de informação e interpretação, que servirão de auxílio para o reconhecimento do valor e importância dos geossítios, por parte do público (Brilha, 2005).

Neste capítulo, apresentam-se uma série de propostas de valorização, do ponto de vista didático, do património geológico do concelho de Macedo de Cavaleiros, mais concretamente da região de Morais.

7.1. O Trabalho Prático

A sensibilização dos jovens para a importância do património geológico e, portanto, da Conservação da Natureza, deve começar desde cedo, nas escolas, que são um dos principais pilares de transmissão de valores, indispensáveis à sua formação global (Fernandes, 2008). Hoje em dia, são vários os trabalhos que procuram novas formas de fomentar e complementar as tarefas de ensino/aprendizagem, principalmente dentro da temática das ciências, que passam, maioritariamente, pela crescente incrementação de atividades práticas. Estas são reconhecidas como um dos recursos didáticos mais importantes na educação em ciência (Mendes & Rebelo, 2011). Está cada vez mais assente a ideia de que o uso do tradicional método de ensino, onde predominam as aulas essencialmente expositivas, com passagem de informação ao aluno, não é a forma mais eficaz de incentivar a curiosidade e cultivar o interesse do mesmo face a qualquer temática. Neste sentido, mais do que incutir as bases teóricas nos alunos, é necessário complementar esse conhecimento, pondo em prática os bens adquiridos. Assim, a teoria não deve ser dissociada da prática (Carneiro et al., 1993). Este princípio é facilmente comprovado através da "hipótese da lagarta" (Fig. 7.1.) onde numa primeira fase a teoria lidera a prática, e no momento seguinte, a teoria "puxa" a prática, sendo por ela impulsionada logo depois, quando a prática "empurra" a teoria.

No respeitante ao ensino/aprendizagem da geologia, as atividades práticas devem ser concebidas como meio de fomentar a observação, interpretação e questionamento de fenómenos naturais que nos rodeiam. É importante que, ao longo das atividades o aluno execute exercícios de experimentação e investigações, recorrendo aos mais variados meios, para que possa resolver problemas que vão surgindo à medida que desenvolve as atividades. Neste aspeto o professor/guia

tem um papel fundamental no levantamento de questões, de forma a incitar os alunos a construírem a sua própria aprendizagem, relacionando os seus conhecimentos com os conhecimentos científicos.

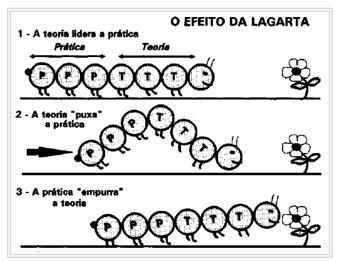


Figura 7.1. Relação entre a teoria e prática, representada pela "hipóstese da lagarta" (Carneiro et al., 1993).

As atividades práticas podem ser desenvolvidas nos mais variados espaços, como na sala de aula, no campo, num laboratório ou até numa exposição interativa (Carvalho, 2007) e, de acordo com o local onde se realizam, é frequente classifica-las em diversos formatos (Mendes & Rebelo, 2011): atividades de campo, atividades laboratoriais, atividades experimentais, exercícios de papel e lápis, utilização de programa informático de simulação, pesquisa de informação em livros, revistas ou internet, bem como a realização de entrevistas a membros da comunidade.

Das atividades acima referidas, destacam-se as três primeiras (Fig. 7.2.). As atividades laboratoriais podem ser facilmente distinguidas das atividades de campo, na medida em que diferem pelo local onde são praticadas. O trabalho laboratorial inclui atividades que requerem a utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais, podendo ser realizadas num laboratório ou na própria sala de aula. Enquanto isso, o trabalho de campo, como já vimos, e como o nome indica é realizado ao ar livre. Por outro lado, o trabalho experimental inclui atividades que envolvem o controlo e manipulação de variáveis (Dourado, 2001). No presente trabalho será dado maior ênfase ao trabalho de campo.

Trabalho Prático

Trabalho Trabalho de

Laboratorial Campo

Trabalho Experimental

Figura 7.2. Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (adaptado de Leite, 2001).

7.1.1. Trabalho de Campo – importância no ensino/aprendizagem

Para tornar o ensino-aprendizagem do conhecimento geológico mais motivador, é essencial promover, de forma mais consistente e permanente, uma prática letiva assente no Trabalho de Campo. Trata-se de uma metodologia importante na compreensão da dimensão espacial dos produtos e processos geológicos (Almeida & Ribeiro 2010), na medida em que promove o contacto direto com a geodiversidade (Brilha, 2005). A sua principal função passa por desenvolver, trabalhar ou criar atitudes, procedimentos e conceitos geológicos básicos e essenciais que facilitem a compreensão do meio natural. São atividades imprescindíveis para interpretar a natureza, apreciá-la, amá-la, respeitá-la e desfrutar as suas riquezas e maravilhas, de modo consciente, ordenado e saudável (Bonito, 2001).

7.1.2. Metodologia de Trabalho de Campo adotado

Uma das principais finalidades deste trabalho é a criação de itinerários geológicos com interesse didático para alunos do ensino secundário. Contudo, mais do que uma mera atividade de campo do tipo expositivo, procura-se desenvolver atividades mais centradas nos alunos, contrariando a normal tendência das saídas de campo claramente excursionistas, focadas apenas no professor/guia. Pretende-se com isto promover o interesse dos participantes pelos assuntos abordados, incentivando a sua participação ativa nas atividades, que deverão orientar os alunos no sentido de interpretar fenómenos e questionar certezas, levando-os a expor as suas ideias e exercitar capacidades na proposta de soluções, promovendo assim o seu conhecimento geológico.

Para isso, a bibliografia apresenta-nos um modelo teórico de Trabalho Prático já testado, proposto para o ensino formal da geologia para alunos do ensino básico e secundário (Rocha, 2003). Trata-se do modelo proposto por Orion (1993), segundo o qual, o ciclo de aprendizagem é representado por um desenvolvimento tridimensional em que a hierarquização dos conceitos é feita num movimento em espiral, do concreto para o abstrato (Fig. 7.3).

7.1.2.1. Etapas do Trabalho de Campo

O modelo em questão assenta essencialmente na execução das atividades em três etapas distintas, imprescindíveis para o cumprimento dos objetivos principais do mesmo. Aqui, a atividade de campo é considerada uma atividade de aprendizagem, posicionada entre uma etapa de preparação, de pré-viagem e uma última de pós-viagem. Isto implica a construção de materiais que englobem atividades preparatórias, a realizar na sala de aula ou no laboratório, que ajudem na visita dos alunos ao campo; atividades a aplicar durante a viagem; atividades de síntese, discussão, e levantamento de

questões novas ou pendentes, de regresso à sala de aula (Moreira, 2001). Estas etapas correspondem respetivamente às seguintes três etapas:

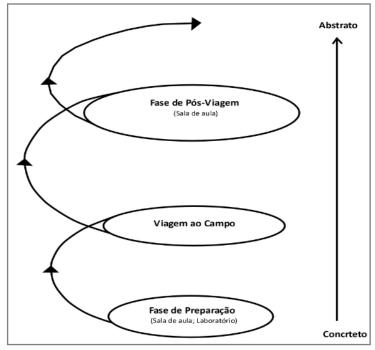


Figura 7.3. Três diferentes etapas sequencionais de uma atividade de campo, segundo o modelo organiozacional desenvolvido por Orion 1993 (adaptado de Orion 1993).

• Fase de Preparação

Orion (1993, 1996) salienta a importância de uma preparação cuidada das saídas de campo. Nesta primeira etapa do seu modelo, introduz o conceito de "novelty space", que pode ser traduzido por "consciencialização para o novo/novidade" (Moreira, 2001). De acordo com o autor, a capacidade de aprendizagem do aluno no decorrer da viagem está diretamente relacionada com o grau de familiaridade ou de novidade do aluno em relação ao meio a visitar: se o ambiente é novo, o aluno terá primeiro de o explorar e só depois reunirá as condições necessárias à sua aprendizagem. Os alunos devem assim estar triplamente preparados: preparação científica de termos e conceitos geológicos (preparação cognitiva), conhecimento da área em estudo (preparação geográfica) e uma predisposição psicológica e motivacional (preparação psicológica). Pretende-se então, aproveitar a etapa de preparação para reduzir o efeito de "novelty space", aumentando a participação dos alunos nas atividades propostas. A novidade cognitiva pode ser reduzida pelo uso de atividades concretas, como por exemplo, trabalhar com materiais que os alunos irão usar no campo, bem como pela simulação de fenômenos e processos de campo através de experiências em laboratório; os fatores de novidade geográficas e psicológicas também podem ser reduzidas em sala de aula, com recurso a mapas da

região a estudar, pela visualização de slides e/ou filmes sobre o tema, bem como pela descrição detalhada da ação que irão desenvolver. Deve-se assim realizar uma planificação cuidada de todas as atividades práticas, preparando convenientemente as atividades na sala de aula por forma a tornar mais familiar o local de estudo.

Viagem de Campo

A viagem ao campo é considerada a etapa central do módulo, onde as atividades programadas para cada paragem devem ser orientadas em termos de processo, e não de produto, criando uma interação constante entre o aluno e o meio. O aluno é assim obrigado a construir informação a partir do meio, ao invés de receber passivamente informação vinda do professor/guia.

Fase de Pós-viagem

Esta fase deve ser devidamente planificada e complementada por atividades e materiais de síntese, pois trata-se do verdadeiro momento de assimilação de conhecimentos e de aprendizagem. São retornadas possíveis questões deixadas em aberto, no sentido de (re) construir o conhecimento geológico da área estudada. Aqui, os conhecimentos e informações obtidas anteriormente serão alvo de análise e reflexão.

As referidas etapas devem, no seu conjunto, promover nos alunos uma atitude interrogativa, o que obriga o professor/guia a desenvolver metodologias que sistematicamente solicitem a interpretação plausível dos fenómenos observados. Este modelo procura ainda ser fiel à tentativa de realizar propostas de trabalho para três espaços de aprendizagem da geologia, de acordo com as especificidades de cada um: a sala de aula, o campo e o laboratório.

Nesta proposta de trabalho, é ainda sugerido que numa situação de ensino/aprendizagem se adote uma atitude de mobilização das situações diárias e concretas que se relacionem com problemáticas relevantes, como é o caso da intervenção do Homem na paisagem (Moreira, 2001).

7.2. Geopercurso A – "Rochas e minerais"

"Geodiversidade" é o tema principal do presente itinerário, onde serão abordados assuntos relacionados com os diferentes tipos de rochas e minerais presentes na área em estudo. Questões relacionadas com a formação, alteração ou transformação das rochas são os principais objetivos deste percurso, e serão vistas no local, com exemplares de cada um dos ambientes (sedimentar, metamórfico ou magmático) ao longo das diversas paragens do mesmo.

Tal como a designação atribuída à atividade indica, neste percurso será constantemente abordada a temática do metamorfismo. Isto deve-se ao facto de, na área em estudo, a maioria dos materiais geológicos se encontrarem bastante metamorfizados, muito por causa da sua evolução geológica num contexto geodinâmico marcado pela orogenia varisca. Para alguns geossítios que apresentem rochas metamórficas mas cujas caraterísticas nos permitem ainda identificar a rocha original, utilizaremos o prefixo "Meta" associado ao nome da rocha original, para evidenciar que a rocha foi afetada pelo metamorfismo, como por exemplo os calcários de Salselas (Metacalcários).

De salientar que existem conceitos associados aos diferentes processos geológicos de formação, metamorfismo, deformação e meteorização das rochas em causa, que devem ser explicados de uma forma adequada, principalmente com alunos do 10° ano de escolaridade, dada a sua imaturidade face a certos assuntos, como é o caso dos processos de metamorfismo. No entanto, desde que devidamente explicados, podem ser inseridos nos conteúdos a serem dados aos alunos de 11° e 12° anos, pois possuem já uma maior familiaridade com determinados conceitos e processos geológicos. De qualquer forma, quer numa ou noutra situação, os conceitos/processos devem ser claramente explicados, de forma a não dificultar a aprendizagem dos intervenientes.

Este percurso está preparado de forma a ser realizado por alunos do ensino secundário, pelo que as atividades propostas para cada uma das paragens está devidamente enquadrada com os conteúdos programáticos abordados nos respetivos anos letivos, e definidos para a saída de campo (Guia de preparação do geopercurso "*Rochas e Minerais*").

7.2.1. Descrição das paragens

Para o presente percurso foram selecionados um total de 9 locais de paragem (Fig. 7.4). As referidas paragens encontram-se distribuídas pelo concelho de Macedo de Cavaleiros, entre as freguesias de Salselas, Vale da Porca, Morais e Lagoa (Fig. 7.5).

Para cada uma das paragens é apresentado um pequeno quadro resumo onde constam: a localidade e concelho, as coordenadas GPS e o tempo de permanência necessário para concluir as atividades propostas. Ainda como forma de descrição de cada uma das paragens constam uma pequena abordagem ao seu conteúdo geológico, principais atividades que podem ser aplicadas, bem como os recursos didáticos necessários à sua implementação. Das atividades sugeridas durante a realização do itinerário, convém destacar uma, comum a todos os locais de paragem – a recolha de amostras. A recolha de amostras tem como objetivo principal a criação de uma litoteca para a escola ou, caso esta já exista, complementar a coleção. Para isso, os alunos deverão recolher uma amostra, atribuindo-lhe uma referência com respetivo nome e localização (com coordenadas GPS). De referir que a eventual recolha de amostras deve ser cuidadosa e deve incidir em materiais soltos que não coloquem em causa a salvaguarda da geodiversidade e do património geológico da região.

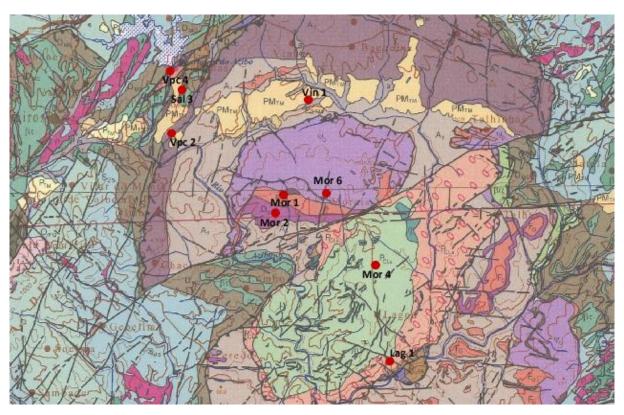


Figura 7.4. Excerto da Carta Geológica 1/200.000, com localização dos geossíios que constituem as paragens do Geopercurso A. Cada geossíito está identificado pela respetiva referência adotada ao longo do presente trabalho.

Legenda em anexos (Anexo I).

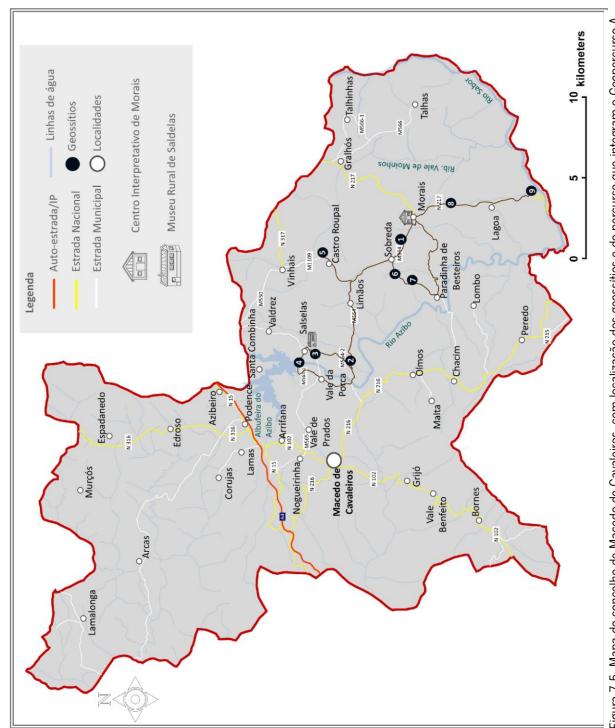


Figura 7.5. Mapa do concelho de Macedo de Cavaleiros, com localização dos geossítios e do percurso que integram o Geopercurso A.

Paragem 1. – Dunitos com cromite (Mor 6)

Localidade e concelho

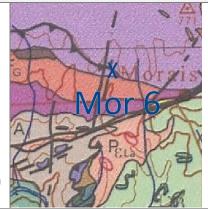
Morais, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

20 minutos

Coordenadas GPS

N 41°29'43.45'' – **W** 6°47'41.41'' **Alt.**688m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Nesta paragem, observa-se a presença de um afloramento de um tipo particular de peridotitos – "os dunitos" (Fig. 7.6). A ocorrência dos dunitos pode ser explicada como sendo o *resíduo* da fusão parcial dos peridotitos que originaram os magmas basálticos, os quais irão formar a estrutura da crusta oceânica (ofiolito). Quando os peridotitos fundem, os primeiros minerais a sofrerem fusão são as plagióclases, depois a clinopiroxena, seguindo-se a ortopiroxena, pelo que, no final resulta um peridotito rico em olivina, o dunito (> 90% de olivina). Uma outra hipótese para a ocorrência de dunitos è explicada pela cristalização fracionada dos magmas basálticos. Neste caso, o dunito é o resultado de um processo de diferenciação gravítica, isto é, resulta da acumulação da olivina na base da câmara magmática devido à sua maior densidade relativamente à do magma basáltico. Recentemente também se admite a formação de dunitos através da reação dos magmas basálticos do tipo MORB com os peridotitos (harzburgitos) do encaixante (Braun & Kelemen, 2002).

Neste afloramento é bem visível a presença de cromite (óxido de Cr e Fe que cristaliza a partir do magma). É ainda importante chamar a atenção para um outro aspeto, referente à textura da rocha, que pode suscitar dúvidas nos alunos, por se tratar de uma evidência um pouco contraditória com o que nos diz a teoria. Este assunto pode ser introduzido com uma questão, como por exemplo: "Sendo o dunito uma rocha plutónica, logo que se forma em profundidade, porque é que na sua textura não apresenta grãos visíveis macroscopicamente (textura fanerítica)?". Importa realçar que, de facto, os dunitos se formam em profundidade, a partir de um magma que arrefece lentamente, logo com tempo para desenvolver cristais. Porém, o que vemos pode ser explicado pelo facto de estas rochas se encontrarem metamorfizadas (metamorfismo hidrotermal), com alteração do dunito para serpentinito. Este é, aliás, um aspeto comum na área em estudo, observável na grande maioria dos geossítios a visitar, que merece ser esclarecido para não causar problemas na sua interpretação. Efetivamente

estes dunitos sofreram (retro) metamorfismo com alteração da olivina para serpentina. Daqui resultou uma rocha de grão muito reduzido com textura em malha, observável apenas ao microscópio (Fig. 7.7).



Figura 7.6. Geossítio Mor 6 – Dunitos com cromite (Foto: Pedro Pimenta).

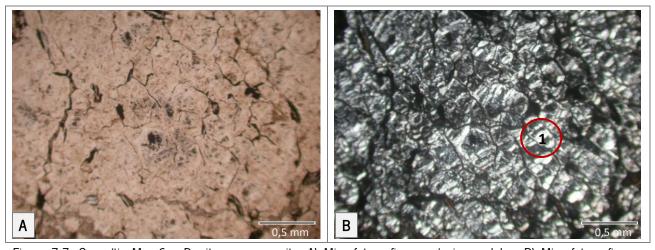


Figura 7.7. Geossítio Mor 6 – Dunitos com cromite. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: 1/ Serpentina.

RECURSOS DIDÁTICOS

Materiais	Complementos				
Carta topográfica e geológica	Caderno de Campo				
Lupa (observação dos minerais)	Folheto informativo "Geopercurso A"				
Amostras de mão de peridotito "fresco"	Tometo informativo despersarso A				

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos caraterizem e identifiquem o tipo de rocha que aí aflora.

Identificação de minerais – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, procurem e identifiquem, no afloramento, os minerais existentes – cromite + filonetes de opala castanha.

Comparação de amostras de mão – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, procedam à recolha de amostras para comparar com amostras de rocha idênticas às do afloramento – dunitos ou peridotitos – mas que não tenham sofrido um metamorfismo tão intenso, de forma a descobrir as principais diferenças e semelhanças encontradas (nível textural). Para tal sugere-se que o professor tenha na sua posse amostras de peridotitos menos metamorfizados (recolha de amostras na pedreira de peridotitos localizada nas redondezas ou visita à própria pedreira). Os alunos podem, de seguida, discutir quais as alterações visíveis que os processos de metamorfismo podem provocar a nível textural nestas rochas.



Localidade e concelho

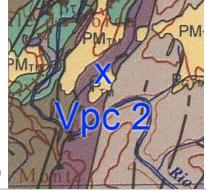
Vale da Porca, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

20 minutos

Coordenadas GPS

N 41⁻31'37.4" **W** 6⁻53'20.3" **Alt.**544 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Esta paragem apresenta-se como um local que, à partida pode não parecer muito atrativo do ponto de vista estético, mas é dotado de elevado conteúdo científico. Os discentes devem deduzir que estão perante produtos metamórficos (Fig. 7.8) que, como podem comprovar, se encontram já bastante meteorizados. A leitura deste local deve ser simplificada, referindo que estes anfibolitos correspondem a basaltos formados por vulcanismo submarino, associados à formação de crusta

oceânica, nas zonas de rifte. A composição mineralógica destas rochas pode ser observada na figura 7.9.



Figura 7.8. Geossítio Vpc2 – Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho: observação de dobras (tracejado vermelho).

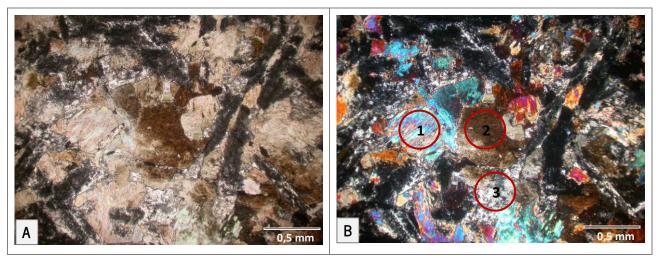


Figura 7.9. Geossítio Vpc 2 – Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: *1)* Anfibola; *2)* Alteração da anfibola; *3)* Plagioclase.

RECURSOS DIDÁTICOS

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Caderno de Campo
Lupa (observação dos minerais)	Folheto informativo "Geopercurso A"

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem o tipo de rocha que aí aflora, de acordo com o seu grau de conhecimento.

Identificação de minerais – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, procurem e identifiquem, no afloramento, pequenos cristais negros (anfíbolas) e filonetes de quartzo. Os alunos devem, de seguida, proceder à comparação, a nível de cor e dureza, dos filonetes de quartzo com a rocha do afloramento (anfibolitos).

Identificação de dobras e planos de xistosidade – Propõe-se que os alunos procurem no afloramento, evidências da sua deformação, como é o caso das dobras e planos de xistosidade.

Localidade e concelho Salselas, Macedo de Cavaleiros Tempo de permanência 30 minutos Coordenadas GPS N 41-32'45.6" W 6-52'53.4" Alt.573 m

Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

A paragem neste geossítio proporciona aos alunos a observação de um afloramento de metacalcário (Fig. 7.10). Os responsáveis pela saída devem salientar o facto de esta ser uma litologia pouco comum no contexto geológico em que se insere, merecendo por isso especial destaque. Posto isto, deve ser explicado o facto de este local caraterizar um ambiente diferente dos anteriores – um ambiente sedimentar. Seguidamente deverá ser abordada a génese deste tipo de rocha, para que os alunos compreendam o ambiente de formação, bem como as etapas e processos decorrentes para que fosse possível a existência de calcários nesta área.

Os calcários são rochas sedimentares (compostas essencialmente por calcite – figura 7.11) que se formam em ambientes deposicionais marinhos, normalmente pela acumulação de organismos

vivos inferiores, como é o caso das cianobactérias. Trata-se de um tipo de rochas pouco comum no contexto geológico da área em estudo, mas que pode ser explicado recuando no tempo, até à altura em que decorria o ciclo varisco (425 Ma), onde existia um pequeno oceano, o Oceano Galiza Trás-os-Montes. Este oceano criou as condições ideais de formação destas litologias hoje observáveis na área em estudo.

É fundamental introduzir na discussão qual o significado do termo "metacalcário". Isto leva à questão do metamorfismo que afeta as rochas carbonatadas, como é o caso da formação de mármores. Este local é excelente para abordar a questão da rocha original a partir da qual se forma o mármore e que é abordada no 11° ano.



Figura 7.10. Geossítio Sal 3 – Calcários de Salselas, exploração artesanal de calcários.

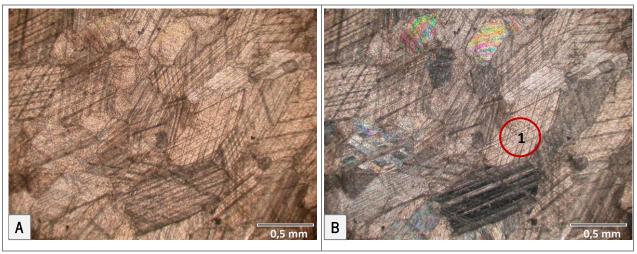


Figura 7.11. Geossítio Sal 3 – Calcários de Salselas. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: 1) Calcite.

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Caderno de Campo
Ácido clorídrico diluído (10%)	Folheto informativo "Geopercurso A"

ATIVIDADES PROPOSTAS

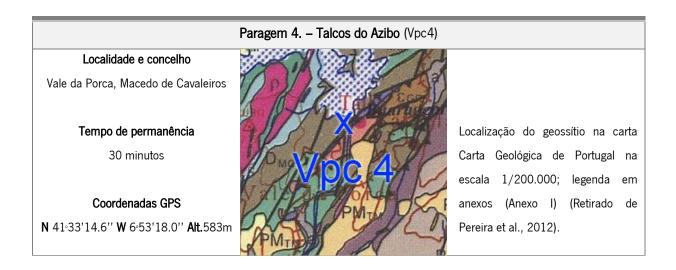
Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem e caraterizem o tipo de rocha que aí aflora.

Identificação de estruturas e geoformas cársicas – Propõe-se que os alunos explorem a área, contactando diretamente com o afloramento, procurando estruturas e geoformas cársicas, como é o caso das estalactites, e ainda que seja abordada a questão da dissolução do carbonato de cálcio pela ação da água.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos, agrupados em pequenos grupos, observem o comportamento da rocha quando colocada em contacto direto com ácido clorídrico diluído (10%). Esta atividade pode também ser realizada na sala de aula (ambiente de pré/pós-viagem), e as observações registadas devem ser devidamente apoiadas em informação, para uma melhor compreensão da mesma. A reação observada deve ser esclarecida, fazendo referência aos produtos resultantes da mesma:

Aplicações do calcário – Propõe-se que os alunos sejam questionados sobre as possíveis aplicações do calcário no seu dia-a-dia. Como o presente geossítio representa uma antiga exploração artesanal de calcário, é oportuno introduzir a temática das formas artesanais de como estes materiais eram processados, nomeadamente para a produção de cal. Neste seguimento, deve proceder-se à explicação da reação que ocorre, durante a transformação do calcário em cal:



CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Nesta paragem os alunos estão perante um ambiente mais complexo. Trata-se de uma pedreira onde se verifica a ocorrência de esteatitos (Fig. 7.12). Os esteatitos são rochas metamórficas formadas essencialmente por talco (Fig. 7.13), sendo por este facto designadas simplesmente por talco. Os esteatitos podem apresentar uma foliação metamórfica e, neste caso, são designados como talco-xistos.

A formação de esteatitos está relacionada com metamorfismo hidrotermal de fluídos ricos em sílica (Si), que provoca a alteração dos peridotitos para talco, com quartzo associado.

Deve ser explicado aos alunos que se encontram perante um caso de mineralização em talco, que ocorre em peridotitos, devido ao metamorfismo que estas rochas sofrem. Os alunos devem ser estimulados a perceber o modo como se forma este mineral, quais os processos que ocorrem até à

sua formação, e que explicam a sua raridade, sempre confrontados com questões do género "O que são?" ou "Como se formaram?".



Figura 7.12. Geossítio Vpc 4 – Talcos do Azibo.

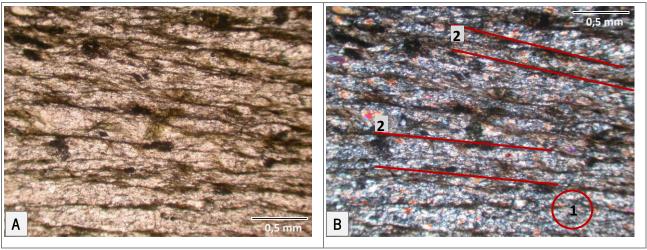


Figura 7.13. Geossítio Vpc 4 – Talcos do Azibo. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: *1)* Talco; *2)* Clivagem de fluxo.

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Caderno de Campo
	Folheto informativo "Geopercurso A"

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem e caraterizem o tipo de rocha que aí aflora.

Atividade experimental 1 – Este local representa uma pequena exploração de talco, pelo que existem várias amostras soltas. Assim, propõe-se que os alunos explorem a área, com o objetivo de descobrir diferentes litologias, bem como aspetos estruturais observáveis (dobras e planos de clivagem de fluxo). No final sugere-se a realização de uma pequena discussão, onde os alunos devem avaliar a variedade de litologias por eles encontradas. Deverão, para isso, agrupar as diferentes litologias primeiro pelo tipo de rocha que representam e depois pelo seu nome.

Atividade experimental 2 – Como o interesse principal do local são os talcos, os alunos devem tocar nos materiais geológicos, de forma a sentir as propriedades dos mesmos, como o seu toque macio, bem como fazer uma breve caraterização do mineral (cor, dureza, etc. – Caderno de campo). Aspetos relacionados com as aplicações do talco no nosso dia-a-dia e o modo como é processado, são também temas merecedores de destaque, que devem ser mencionados pelo professor/guia.

Paragem 5. – Sedimentos de Castro Roupal (Vin1)

Localidade e concelho

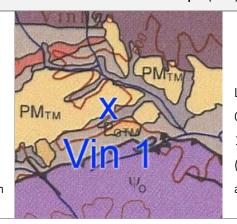
Vinhais, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

30 minutos

Coordenadas GPS

N 41·32'26.8'' **W** 6·48'29.7'' **Alt.**598 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Os sedimentos de Castro Roupal são testemunhos da existência de uma antiga drenagem fluvial regional anterior à atual, dentro da bacia hidrográfica do Douro. Sendo este um assunto relativamente novo para os alunos, sugere-se que nesta paragem se realize, numa primeira fase, uma atividade de cariz mais teórico. Esta fase será imprescindível para que os discentes compreendam o que estão a observar, pois trata-se de um assunto sobre o qual não possuem muitos conhecimentos. Nesta explicação inicial deve ser referido que se tratam de depósitos relativamente recentes, cuja idade é relativa ao Cenozóico.

Nestes sedimentos observa-se um tipo de estratificação (estratificação entrecruzada em ventre) (Fig. 7.14) que, juntamente com o facto de estar bem evidente no afloramento torna este local mais interessante do ponto de vista científico, mas também didático.

Trata-se de um depósito mal calibrado, em que os clastos de variadas litologias (filitos, quartzitos, quartzo) apresentam diferente grau de arredondamento (Fig. 7.15). Estes dados permitem idealizar o tipo de transporte que estes sedimentos sofreram até à sua deposição.



Figura 7.14. Geossítio Vin 1 – Sedimentos de Castro Roupal. Afloramento em talude de estrada, onde se observa a estratificação cruzada em ventre;



Figura 7.15. Geossítio Vin 1 – Sedimentos de Castro Roupal, com clastos de diferente natureza que compõem os depósitos (Foto: Pedro Pimenta).

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Tabela cronostratigráfica simplificada
	Caderno de Campo

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Caracterização dos clastos constituintes do afloramento – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, estudem os sedimentos do afloramento, caracterizando-os quanto à variedade de litologias que conseguem identificar nos clastos e grau de calibragem do depósito. Podem ainda caraterizar os clastos de acordo com o grau de arredondamento e esfericidade dos mesmos.

Identificação do tipo de estratificação – Propõe-se que os alunos, mesmo com auxílio dos responsáveis, sejam capazes de visualizar, com clareza, a evidente estratificação entrecruzada em ventre do afloramento. De forma a consolidar a sua perceção do que observam, os alunos devem representar esquematicamente a forma como observam o referido tipo de estratificação (caderno de campo).

Discussão do ambiente de formação - Através das atividades desenvolvidas e da informação recolhida, os alunos devem ser questionados sobre qual terá sido o ambiente e tipo de transporte sofrido pelos sedimentos.

Paragem 6. – Gabros de Sobreda (Mor1)

Localidade e concelho

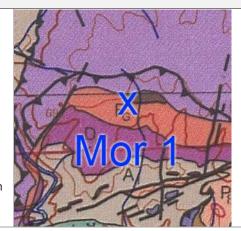
Morais, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

30 minutos

Coordenadas GPS

N 41°29'58.9'' **W** 6°49'24.6'' **Alt.**685 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Neste local de paragem, é possível visualizar a presença de gabros ("metagabros") e de flasergabros ("metaflaser-gabros") (Fig. 7.16), ambas rochas ígneas plutónicas. É aconselhável uma breve explicação sobre os processos de formação de ambas as litologias, explicando que os flaser-gabros são gabros que apresentam uma estrutura laminada, devido essencialmente à deformação provocada pelo transporte tectónico destas unidades da crusta oceânica. Esta síntese deve permitir que os alunos compreendam que estas rochas foram formadas por magma basáltico, resultante da fusão parcial de rochas preexistentes do manto (peridotitos), cujo arrefecimento e cristalização ocorrem no interior da crusta terrestre. As figuras 7.17 e 7.18 representam, respetivamente, a composição mineralógica dos metagabros e dos metaflasergabros.

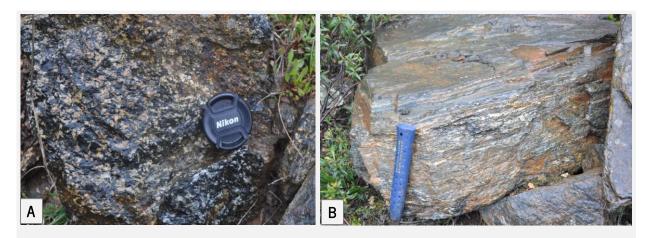


Figura 7.16. Geossítio Mor 1 – Gabros de Sobreda. A) Cumulados máficos (Metagabros) de Sobreda; B) Metaflaser-gabro de Sobreda (Fotos: Pedro Pimenta).

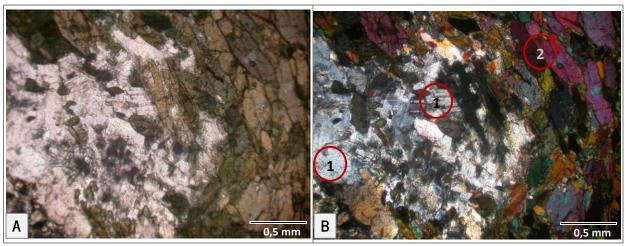


Figura 7.17. Geossítio Mor 1 – Gabros de Sobreda. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: *1)* Plagiclase; *2)* Anfíbola.

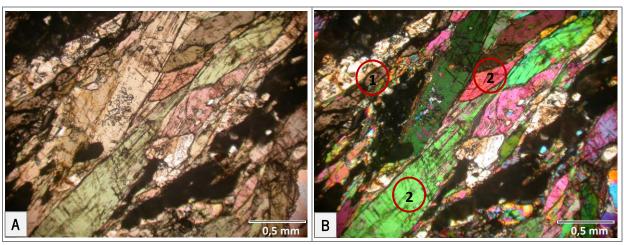


Figura 7.18. Geossítio Mor 1 – Gabros de Sobreda (Flaser-gabro). A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: *1)* Esfena; *2)* Anfibola.

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Caderno de Campo
Lupa (observação de minerais)	[-1]tif
GPS	Folheto informativo "Geopercurso A"

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem o

tipo de rocha que aí aflora. Chamar a atenção de que se trata de uma rocha com percentagem elevada de minerais de cor escura (minerais Máficos). Os minerais máficos são essencialmente anfíbola e piroxena (não ocorre olivina).

Caraterização mineralógica – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, procedam à identificação genérica dos minerais visíveis macroscopicamente, em termos de cor – minerais máficos (ferromagnesianos), de cor escura, e minerais félsicos, de cor clara (plagioclase).

Obtenção de coordenadas – Propõe-se que os alunos procedam à recolha das coordenadas GPS do local, com recurso a equipamentos fornecidos pelos responsáveis pela saída. Os dados obtidos deverão ser devidamente registados no caderno de campo de cada aluno ou grupo de alunos para mais tarde, em ambiente de pós-viagem, esses dados sejam transpostos para o Google Earth. Partindo deste método, podem até ser propostas outras atividades, como fazer com que os alunos localizem outros geossítios ou locais de interesse que visitaram, bem como a caraterização da paisagem envolvente. Esta poderá ser uma atividade pertinente devido ao seu carácter prático, e que permite, de certa forma, que os alunos tenham acesso a outro tipo de informação pouco percetível no campo, principalmente a nível da paisagem.

Discussão do ambiente de formação – Colocar questões sobre o nível de instalação das rochas (rochas faneríticas - plutónicas); tipo de magma (percentagem elevada de minerais ferromagnesianos da rocha original, sem quartzo – magma basáltico); origem do magma (fusão parcial de peridotitos do manto).

Paragem 7. – Diques anfibolíticos de Paradinha (Mor2)

Localidade e concelho

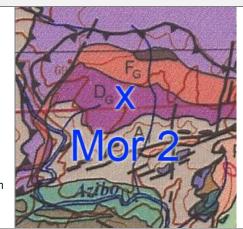
Morais, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

20 minutos

Coordenadas GPS

N 41·29'30.6" **W** 6·49'42.1" **Alt.**658 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Nesta paragem, verifica-se novamente a ocorrência de flaser-gabros. Contudo, nos flaser-gabros encontram-se corpos tabulares de anfibolitos, litologia diferente da envolvente, mas já conhecida anteriormente (paragem 2.). Os alunos devem compreender que estão na presença de diques de micro-gabros (doleritos) intrusivos nos flaser-gabros, os quais sofreram metamorfismo tendo originado anfibolitos (Fig.7.19). É aconselhável uma breve explicação sobre o que são diques, recorrendo a esquemas ilustrativos, e como se formam. Os docentes/guias devem estimular os alunos, colocando questões pertinentes, aumentando o seu interesse pelo tema que abordam. Questões do género "Quem se instalou primeiro os flasergabros ou os diques?", são exemplos de questões que, para além de não tornarem a ação meramente expositiva, facilitam a consolidação da aprendizagem anterior.



Figura 7.19. Geossítio Mor 2 – Diques anfibolíticos de Paradinha, com destaque para o dique anfibolítico.

RECURSOS DIDÁTICOS

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Caderno de Campo
Bússola	Folheto informativo "Geopercurso A"

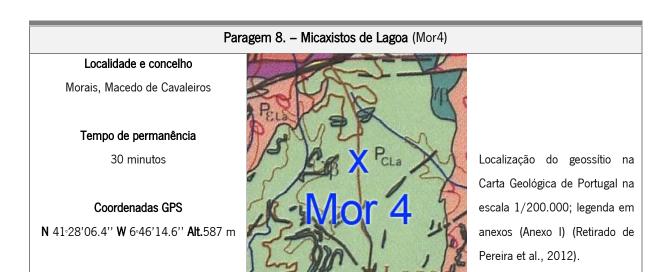
ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem o tipo de rocha que aí aflora.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, recorram à utilização da bússola para determinar a direção e inclinação dos diques anfibolíticos.

Discussão do ambiente de formação – Com recurso ao painel explicativo da estrutura da crusta oceânica (ofiolito) o professor deve questionar os alunos sobre o ambiente de formação dos microgabros, mostrando que os diques correspondem à ascensão do magma basáltico através dos flasergabros, para alimentar o vulcanismo submarino na zona de rifte.



CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Nesta paragem, a primeira impressão que os visitantes obtêm do que observam, é que o afloramento se encontra muito alterado e fraturado (Fig. 7.20). É aconselhável, que os processos de metamorfismo relacionados com rochas sedimentares tenham sido explicados previamente (ambiente pré-viagem).

No local, é possível caraterizar as litologias quer a nível dos materiais, quer dos seus processos de formação. Do ponto de vista dos materiais, os alunos podem caraterizar o tipo de rocha, determinando a sua textura (rocha afanítica) e identificando a presença da clivagem de fluxo (Fig. 7.21) (caderno de campo). Referindo que se trata de uma rocha metassedimentar, os discentes deverão estabelecer a evolução da mesma; desde a sua formação enquanto rocha sedimentar (pelitos), em ambiente deposicional marinho, até aos processos de metamorfismo a que foi sujeita, capazes de originar os filitos que hoje observamos.



Figura 7.20. Geossítio Mor 4 – Micaxistos de Lagoa. Afloramento local de filitos, com evidente clivagem de fluxo.

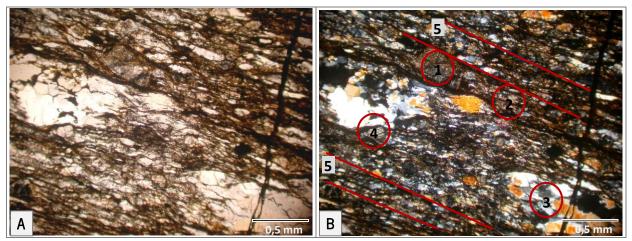


Figura 7.21. Geossítio Mor 4 – Micaxistos de Lagoa. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: *1)* Feldspato K; *2)* Sericite; *3)* Quartzo; *4)* Plagioclase; *5)* Clivagem de fluxo.

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Caderno de Campo
Bússola	Folheto informativo "Geopercurso A"

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem o tipo de rocha que aí aflora.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, recorram à utilização da bússola para determinar a direção e inclinação da clivagem de fluxo. Os alunos devem fazer as próprias medições no local, registando devidamente os dados obtidos (caderno de campo).

Discussão do ambiente de formação – O professor deverá questionar os alunos sobre ambientes atuais e processos que estejam a ocorrer (sedimentação fina – como é o caso das bacias sedimentares nos oceanos; metamorfismo regional – como afundamento e colisão de placas) e que podem originar no futuro materiais idênticos aos que estão a observar.

Paragem 9. – Gnaisses de Lagoa (Lag1)

Localidade e concelho

Lagoa, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

30 minutos

Coordenadas GPS

N 41°25'30.0" W 6°45'45.7" Alt.390 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Os gnaisses de Lagoa são um dos geossítios mais importantes de todo o concelho de Macedo de Cavaleiros, pelo seu valor científico, didático, mas também pelo seu valor estético. Nesta paragem, para além de um pequeno curso de água, é bem evidente a presença dos gnaisses, que apresentam um aspeto polido, pela ação da água (Fig. 7.22). Sugere-se que se comece por realçar os processos relacionados com a formação destas rochas metamórficas, resultantes do metamorfismo de rochas preexistentes. Importa referir que, neste caso em concreto, os gnaisses formaram-se a partir da deformação e metamorfismo de uma rocha granítica pré-existente. Na figura 7.23 é possível observar a composição mineralógica destas rochas.



Figura 7.22. Geossítio Lag 1 – Gnaisses de Lagoa. Afloramento de gnaisse polido pela acção da água;

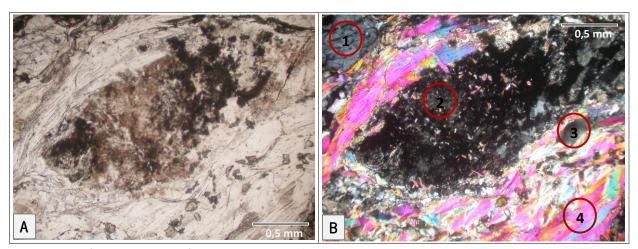


Figura 7.23. Geossítio Lag 1 – Gnaisses de Lagoa. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: 1/ Andaluzite; 2/ Plagioclase alterada, sericitizada; 3/ Quartzo; 4/ Moscovite.

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Caderno de Campo
Amostra de mão de um granito biotítico porfiróide	Folheto informativo "Geopercurso A"

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem o tipo de rocha que aí aflora.

Comparação de amostras de mão – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, sejam confrontados com os dois tipos de rocha (um granito e o gnaisse aflorante), incentivando-os a comparar as duas litologias. Para que esta atividade seja possível, os professores/guias deverão possuir amostras de mão de um granito biotítico porfiroide (poderá ser do concelho em estudo – granito de Rebordelo). Isto permitirá que os alunos percebam as diferenças visíveis entre o gnaisse e o granito (nível estrutural e textural), descobrindo os vários aspetos que os diferencia, bem como possíveis semelhanças entre as duas litologias (a nível mineralógico).

Discussão do ambiente de formação – A partir dos dados obtidos pela observação e pelo professor, os alunos devem discutir sobre a transformação de um granito em gnaisse; o ambiente de formação do granito, com destaque para a deformação dos fenocristais (megacristais) de feldspato, associando ao metamorfismo.

7.3. Geopercurso B – "Em busca do passado – Ciclo Varisco no maciço de Morais"

Esta atividade de campo tem como tema principal o "Ciclo Varisco". Durante este percurso, serão abordados assuntos relacionados com a movimentação tectónica durante o ciclo varisco (com início no Devónico), na região de Macedo de Cavaleiros, maioritariamente na área do maciço de Morais.

É objetivo deste percurso dar a conhecer os grandes conjuntos geológicos presentes na região, as unidades alóctones, responsáveis pela enorme diversidade geológica encontrada no concelho. Tomando conhecimento da sua existência, importa caraterizar as diferentes unidades, de acordo com os tipos de litologias mais caraterísticas de cada uma, realçando sempre os aspetos tectónicos. É com base na tectónica que se torna possível compreender e reconstituir os importantes acontecimentos que deram lugar a estas unidades, como é o caso da existência de carreamentos. Estas superfícies de movimentação (falhas inversas) são facilmente observáveis nalguns locais, sendo por isso de grande relevância a visita a vários geossítios, onde a tectónica e a deformação/metamorfismo têm destaque ao longo do percurso.

No decorrer desta atividade é ainda possível mostrar a relação existente entre o tipo de solos típicos deste local, os solos ultrabásicos, representantes de uma antiga crusta oceânica, e a vegetação aí existente. As principais diferenças entre a vegetação de solos ultrabásicos e a vegetação aflorante nas redondezas são bem visíveis no campo. De acordo com o tipo de vegetação presente, é possível inferir qual o tipo de rochas que constituem o solo, devendo o responsável pela visita chamar a atenção para estes aspetos em algumas paragens que fazem parte do Complexo Ofiolítico de Morais (como por exemplo o geossítio Sal1 – Carreamento de Limãos).

O Geopercurso B encontra-se dividido em duas importantes fases, consideradas igualmente indispensáveis para o sucesso desta atividade. A primeira realiza-se em ambiente de pré-viagem, e consta na realização de uma pequena introdução teórica da história geológica da região, a realizar no Centro Interpretativo de Morais. É imperativo o recurso a pósteres interpretativos, que ilustrem, de forma clara e elucidativa, os principais acontecimentos e processos que integram as explicações teóricas (consultar construção de materiais para a etapa de pré-viagem – História Geológica de Morais). A segunda é referente à saída de campo em si, onde os conceitos e conhecimentos adquiridos na fase anterior serão abordados no campo, pela visita a locais de particular interesse, numa viagem entre o Complexo Ofiolítico de Morais e o Complexo Alóctone Superior.

Este percurso pode ser realizado por alunos do 10°, 11° e 12° anos de escolaridade, desde que os assuntos abordados sejam devidamente esclarecidos e ilustrados, visto tratarem-se de temas

bastante complexos e que devem estar, ao máximo, enquadrados nos conteúdos programáticos abordados nos referidos níveis escolares (Guia de preparação do geopercurso "*Em busca do passado*").

7.3.1. Descrição das paragens

A complexidade dos termos e conceitos associados a esta atividade implica que seja praticada uma maior carga teórica em cada uma das paragens, o que requer um esforço superior por parte dos professores/guias, mas também por parte dos alunos, por forma a tornar a atividade produtiva.

Para o presente percurso foram selecionados um total de 8 locais de paragem (Fig. 7.24), distribuídos pelas freguesias de Salselas, Morais e Lagoa (Fig. 7.25). Para cada paragem, é apresentado um pequeno quadro resumo onde constam: a localidade e concelho, as coordenadas GPS e o tempo mínimo necessário para concluir as atividades propostas. Ainda como forma de descrição de cada uma das paragens apresenta-se uma pequena abordagem ao seu conteúdo geológico, principais atividades que podem ser aplicadas, bem como os recursos didáticos necessários à sua implementação.

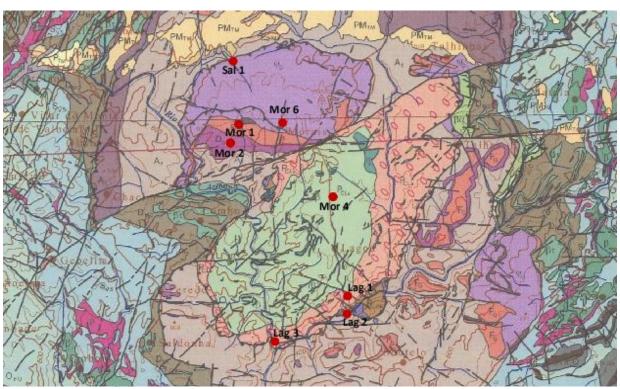


Figura 7.24. Excerto da Carta Geológica 1/200.000, com localização dos geossítos que constituem as paragens do Geopercurso B. Cada geossíito está identificado pela respetiva referência adotada ao longo do presente trabalho. Legenda em anexos (Anexo I).

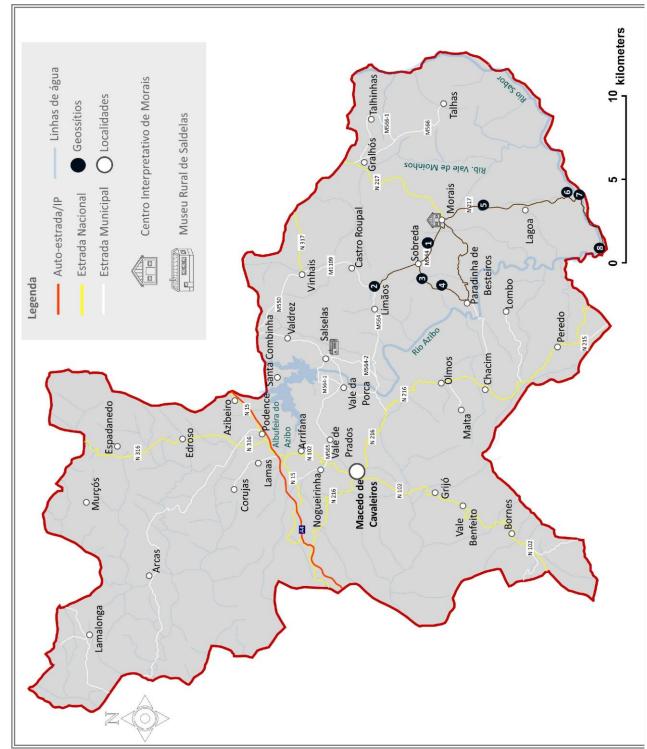


Figura 7.25. Mapa do concelho de Macedo de Cavaleiros, com localização dos geossítios e do percurso que integram o Geopercurso B.

Paragem 1. - Dunitos com cromite (Mor 6)

Localidade e concelho

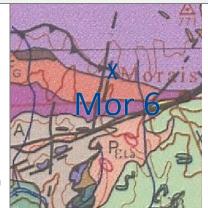
Morais, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

20 minutos

Coordenadas GPS

N 41°29'43.45'' – **W** 6°47'41.41'' **Alt.**688m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR (descritos no Geopercurso A)

Os primeiros locais de paragem do presente itinerário são representativos do Complexo Alóctone Intermédio (Complexo Ofiolítico de Morais).

Nesta paragem encontra-se um tipo de rocha caraterístico do conjunto de rochas ultramáficas do maciço de Morais - os dunitos (Fig. 7.6 e 7.7). Os processos de formação dos dunitos são importantes para perceber alguns dos aspetos associados à fusão parcial dos peridotitos do manto, o que torna este geossítio um dos locais onde é oportuno relembrar o modelo de formação da crusta oceânica, cuja estrutura já deve ser do conhecimento dos alunos.

RECURSOS DIDÁTICOS

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Livro "História Geológica de Macedo de Cavaleiros"
	Folheto informativo do geopercurso B
Lupa (observação de minerais)	Póster nº9 – Relembrar o processo de formação de dunitos

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem o tipo de rocha que aí aflora.

Identificação de minerais – Propõe-se que, através da informação dada pelo professor, os alunos identifiquem a cromite e filonetes de opala castanha que se observam na rocha.

Paragem 2. – Carreamento de Limãos (Sal1)

Localidade e concelho

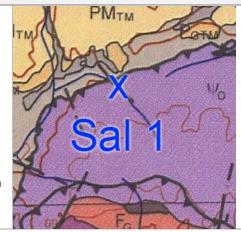
Salselas, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

30 minutos

Coordenadas GPS

N 41°31'34.3" W 6°49'34.0" Alt,614 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Nesta paragem, verifica-se a existência de um importante processo geológico a nível estrutural (movimentação tectónica), que é a chave para perceber a atual distribuição de diferentes unidades alóctones na área em estudo, um carreamento. Por se tratar, possivelmente, de um termo novo para a maioria dos alunos, deve ser feita uma pequena abordagem ao tema em ambiente de pré-viagem. Contudo, é importante retomar o assunto, agora no campo, explicando que, de uma forma geral, os carreamentos consistem na sobreposição de um conjunto de rochas sobre outro, ao longo de uma falha inversa de grande dimensão, com movimentação significativa dos blocos rochosos envolvidos. Importa também salientar que estes acontecimentos são possíveis unicamente devido a uma atividade tectónica tangencial (assunto sobre o qual os alunos deverão possuir alguns conhecimentos). Cabe então ao professor/guia, fazer ligação ao que foi referido em ambiente de pré-viagem, e mostrar, neste caso, a existência de uma duplicação dentro do Complexo Ofiolítico de Morais, observável através do contacto litológico entre as duas unidades do complexo ofiolítico. A unidade superior designa-se por Unidade de Morais-Talhinhas e, no terreno, está representada pelos peridotitos (Fig. 7.26), enquanto a unidade inferior, denominada por Unidade de Izeda-Remondes, está representada pelos anfibolitos (basaltos metamorfizados da antiga crusta oceânica).

Nos afloramentos próximos da paragem de autocarro existem evidências da ocorrência de opalas em filonetes de cor branca, azulada e esverdeada. Estas consistem num excesso de sílica resultante da alteração dos minerais nos peridotitos, que precipita, formando opala ou outras formas de Sio₂, como calcedónia e quartzo. A constituição mineralógica dos peridotitos deste geossítio encontra-se na figura 7.27.



Figura 7.26: Geossítio Sal 1 – Carreamento de Limãos. (Meta) Peridotitos do complexo ofiolítico de Morais.

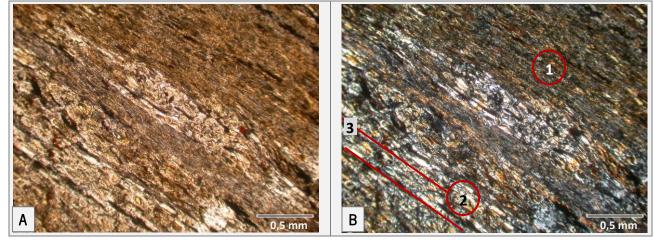


Figura 7.27: Geossítio Sal 1 – Carreamento de Limãos. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: 1) Anfíbola acicular; 2) Serpentina; 3) Clivagem de fluxo.

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Livro "História Geológica de Macedo de Cavaleiros"
	Folheto informativo do geopercurso B
	Póster "Litologias de Macedo de Cavaleiros" – situar o carreamento

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região, e ainda à localização provável deste carreamento na carta geológica.

Atividade experimental – Por forma a quebrar um pouco o ambiente expositivo da atividade, propõe-se que os alunos, divididos em grupos e com ajuda dos responsáveis, tentem encontrar no local a presença das duas litologias (peridotitos e anfibolitos). Para além disso, devem percorrer a área na tentativa de idealizar qual o local mais provável para a existência do contacto tectónico entre as duas litologias.

Identificação de minerais – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, procurem e identifiquem, no afloramento, evidências da ocorrência de opalas.

Paragem 3. – Gabros de Sobreda (Mor1) Localidade e concelho Morais, Macedo de Cavaleiros Tempo de permanência 30 minutos Coordenadas GPS N 41°29'58.9" W 6°49'24.6" Alt.685 m

Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR (descritos no Geopercurso A)

As litologias observadas nesta paragem, metagabros e metaflaser-gabros (Fig. 7.16, 7.17 e 7.18), são representativas de uma antiga crusta oceânica – Complexo Ofiolítico de Morais. De salientar que os flasergabros são gabros que apresentam uma estrutura laminada devido à deformação provocada essencialmente durante o transporte tectónico das unidades da crusta oceânica e que, por isso, permitem determinar a direção de transporte do Complexo Alóctone Intermédio.

Neste contexto, os responsáveis pela atividade devem ainda introduzir o modelo de formação e constituição da crusta oceânica, salientando o papel dos magmas basálticos nesse processo, relembrando ainda a localização dos gabros na estrutura do Complexo Ofiolítico.

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Livro "História Geológica de Macedo de Cavaleiros"
	Folheto informativo do geopercurso B
Bussola	Póster nº10 – relembrar a posição dos gabros na crusta oceânica

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região (eventualmente fazer um pequeno percurso a pé para sul do geossítio, para melhor observação dos flaser-gabros).

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem e caraterizem o tipo de rocha que aí aflora.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, recorram à utilização da bússola para determinar a direção de transporte do Complexo Alóctone Intermédio (ofiolito). Os alunos devem fazer as próprias medições no local, registando devidamente os dados obtidos (caderno de campo).

Paragem 4. – Diques anfibolíticos de Paradinha (Mor2)

Localidade e concelho

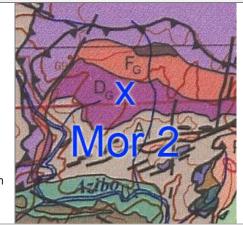
Morais, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

30 minutos

Coordenadas GPS

N 41·29'30.6" **W** 6·49'42.1" **Alt.**658 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

<u>CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR</u> (descritos no Geopercurso A)

As litologias caraterísticas desta paragem fazem também parte do Complexo Alóctone Intermédio. As litologias dominantes são os flasergabros, que se encontram atravessados por corpos

tabulares de micro-gabros, entretanto metamorfizados para anfibolitos (Fig. 7.19). Estas são algumas das principais litologias constituintes da crusta oceânica.

Considera-se importante recorrer a painéis interpretativos para esclarecer a posição dos flasergabros e dos diques na crusta oceânica, e qual a sua importância na formação da mesma.

RECURSOS DIDÁTICOS

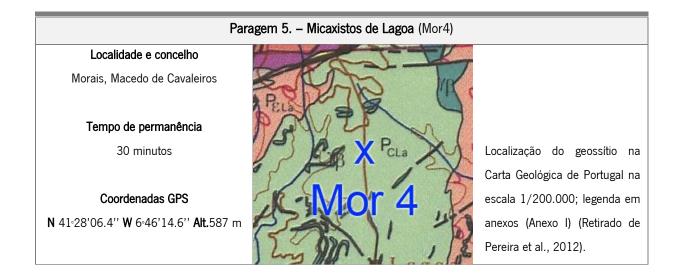
Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Livro "História Geológica de Macedo de Cavaleiros"
	Folheto informativo do geopercurso B
Dýssala	Póster n.º10 – relembrar importância e posição dos diques na formação da
Bússola	crusta oceânica

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, forma tabular, etc.) os alunos identifiquem os tipos de rocha que aí afloram.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos recorram à utilização da bússola para determinar a atitude (direção e inclinação) dos diques anfibolíticos.



CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR (descritos no Geopercurso A)

Este local de paragem apresenta litologias representativas do Complexo Alóctone Superior (microcontinente Armórica) – os micaxistos de Lagoa (Fig. 7.20 e 7.21). Trata-se da unidade superior do Complexo Alóctone Superior, que se sobrepõe aos gnaisses de Lagoa.

O professor/guia deve explicar que a rocha original era sedimentar, formada por sedimentos de granulometria fina (pelitos), que se depositaram em ambiente marinho, no antigo oceano de Galiza Trás-os-Montes. Durante o fecho deste oceano, as referidas litologias sofreram metamorfismo originando este tipo de rocha metamórfica (micaxistos e filitos).

RECURSOS DIDÁTICOS

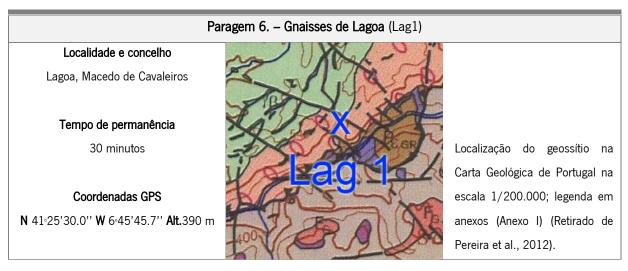
Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Livro "História Geológica de Macedo de Cavaleiros"
Bússola	Folheto informativo do geopercurso B

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem o tipo de rocha que aí aflora.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, aproveitem a estrutura da rocha (clivagem de fluxo) para fazer a medição da atitude do plano de transporte tectónico sofrido por estas unidades. Os resultados deverão ser registados.



CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR (descritos no Geopercurso A)

Este local de paragem possui litologias representativas do Complexo Alóctone Superior, os gnaisses de Lagoa (Fig. 7.22 e 7.23). Deve ser feita uma breve explicação sobre o que é um gnaisse e que, neste caso, a sua formação se deu a partir de um granito (ortognaisse), tendo o cuidado de referir que também há gnaisses que se geram a partir de outras rochas, nomeadamente rochas sedimentares.

De seguida, propõe-se que seja feita uma breve abordagem ao afloramento, não do ponto de vista litológico, mas sobre o que ele representa no contexto das unidades alóctones que servem de base à realização desta atividade. Os alunos devem ser orientados no espaço, pela perceção de que os gnaisses fazem parte do Complexo Alóctone Superior, tratando-se de vestígios de um antigo microcontinente, Armórica, que foi carreado sobre o Terreno Ibérico.

Importa referir ainda que a deformação dos megacristais de feldspato visíveis macroscopicamente nos gnaisses fornece informações relativas à direção e sentido do transporte tectónico sofrido pela unidade tectónica que representam.

RECURSOS DIDÁTICOS

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Livro "História Geológica de Macedo de Cavaleiros"
Bússola	Folheto informativo do geopercurso B

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem e caraterizem o tipo de rocha que aí aflora.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos e orientados pelo professor, procedam, tal como na paragem anterior, à determinação (com recurso a bússolas fornecidas na viagem) da direção e sentido do transporte tectónico desta unidade através da medição dos planos da foliação gnáissica e rotação dos megacristais. Os resultados obtidos devem ser devidamente registados, e comparados com os resultados obtidos nas medições efetuadas na paragem anterior (devem ser semelhantes).

Paragem 7. – Carreamento de Lagoa (Lag2)

Localidade e concelho

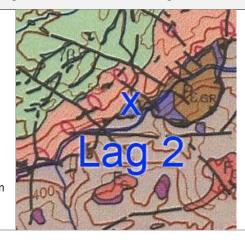
Lagoa, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

30 minutos

Coordenadas GPS

N 41°25'06.1" W 6°45'50.5" Alt.323 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I) (Retirado de Pereira et al., 2012).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

No carreamento de Lagoa (Fig. 7.28) encontram-se segmentos do Complexo Alóctone Superior (CAS) e do Complexo Alóctone Intermédio (Complexo Ofiolítico). Estando na berma da estrada, virados para o rio Sabor, a expressão deste carreamento entre o CAS e o Complexo Ofiolítico é visível na geomorfologia da vertente SE do rio (paisagem imbricada). Na referida vertente podemos visualizar a expressão do contacto entre os granulitos máficos e os peridotitos infracrustais, do CAS e o carreamento desta unidade nos anfibolitos do Complexo Ofiolítico. Fazendo um percurso descendente a pé, ao longo da vertente NW do rio é possível observar litologias do complexo Alóctone Superior, nomeadamente o contacto entre os gnaisses milonitizados, de Lagoa, da crusta média, e os granulitos máficos (Fig. 7.29), da crusta continental inferior.

O professor deverá intervir, explicando aos alunos, por meio de esquemas em pósteres, que estão perante vestígios do antigo microcontinente Armórica.



Figura 7.28: Geossítio Lag 2 – Carreamento de Lagoa (Foto: Retirada de Pereira et al., 2012).

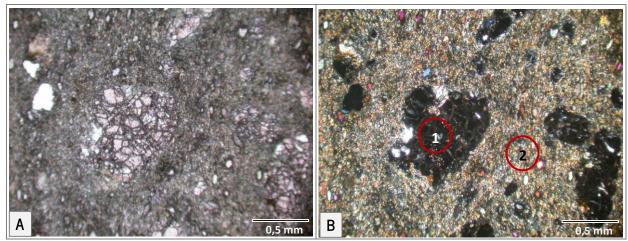


Figura 7.29: Geossítio Lag 2 – Granulito máfico. A) Microfotografia em nícois paralelos; B) Microfotografia em nícois cruzados: 1) Granada; 2) Mistura fina de anfíbola, epídoto, quartzo, moscovite e clorite.

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Livro "História Geológica de Macedo de Cavaleiros"
	Folheto informativo do geopercurso B

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem os diferentes tipos de rocha que aí afloram.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos se dividam em pequenos grupos, para que seja possível a sua circulação pelo afloramento, observando as diferentes litologias aí presentes, na tentativa de encontrar a zona de contacto entre elas – contacto entre a crusta continental média (gnaisses de Lagoa milonitizados) e a inferior (granulitos).

Paragem 8. – Carreamento da foz do Azibo (Lag3)

Localidade e concelho

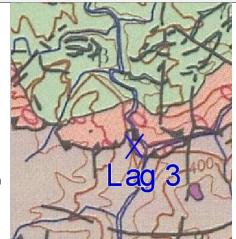
Lagoa, Macedo de Cavaleiros

Tempo de permanência

30 minutos

Coordenadas GPS

N 41°24'24.7'' **W** 6°48'12.1'' **Alt.** 240 m



Localização do geossítio na Carta Geológica de Portugal na escala 1/200.000; legenda em anexos (Anexo I).

CONTEÚDOS GEOLÓGICOS A ABORDAR

Nesta paragem os alunos estão novamente na presença de um carreamento. Neste caso em particular, é possível visualizar a sobreposição entre duas litologias já anteriormente observadas (ainda que separadamente), os gnaisses de Lagoa e os anfibolitos do Complexo Ofiolítico (Fig. 7.30).

No contexto das unidades alóctones, os gnaisses revertem-nos para o Complexo Alóctone Superior, sendo um vestígio de uma antiga crusta continental, enquanto os anfibolitos representam vestígios de um oceano (Oceano de Galiza Trás-os-Montes) que separou dois continentes, Armórica e Terreno Ibérico (Gondwana).



Figura 7.30: Lag 3 – Carreamento da Foz do Azibo. Contacto entre gnaisses de Lagoa e anfibolitos (I vermelha), do Complexo Ofiolítico de Morais (Foto: Óscar Gonçalves).

Materiais	Complementos
Carta topográfica e geológica	Livro "História Geológica de Macedo de Cavaleiros"
	Folheto informativo do geopercurso B
	Póster "Litologias de Macedo de Cavaleiros" – situar o carreamento

ATIVIDADES PROPOSTAS

Localização – Sugere-se que os alunos procedam à localização do local de paragem na carta topográfica e geológica da região.

Identificação do tipo de rocha – Propõe-se que, através da informação contida na carta geológica, bem como pela observação do afloramento (cor, textura, grão, etc.) os alunos identifiquem e caraterizem os diferentes tipos de rocha que aí afloram.

Atividade experimental – Propõe-se que os alunos, divididos em pequenos grupos, explorem o afloramento, observando as diferentes litologias aí presentes, com o objetivo de identificar a zona de contacto entre ambas.

Discussão sobre a movimentação tectónica – Em grupo, o professor deve ter com os alunos uma discussão por forma a promover uma reflexão e uma síntese sobre a movimentação tectónica responsável pela estruturação do maciço de Morais, de modo a comprovar que os conteúdos abordados tenham sido entendidos por todos.

Capítulo 8

CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS PARA AS ATIVIDADES

No sentido de fazer com que os participantes assumam um papel mais ativo nas atividades a realizar, procedeu-se à construção de materiais, importantes para uma maior valorização didática dos geossítios. Tais materiais têm como base a informação contida no capítulo anterior, de forma a adotar os princípios básicos do modelo de trabalho prático adotado.

A construção destes materiais teve em consideração dois aspetos muito importantes – o **tipo de público alvo**, um público à partida com poucos conhecimentos geológicos e, consequentemente, o **tipo de linguagem utilizado**, dada a dificuldade dos assuntos geológicos associados à área em estudo e, mais propriamente a cada uma das paragens.

8.1. Etapa de Pré-Viagem

8.1.1. Tabela "Guia de Preparação do Geopercurso" (Geopercurso A e B)

Os materiais preparados para a etapa de pré-viagem, nomeadamente o "Guia de preparação do itinerário", são dirigidos, principalmente aos docentes que pretendem realizar a atividade. A partir da informação contida na tabela, estes tomam conhecimento dos conteúdos que é possível abordar em cada um dos itinerários, o que lhes permite enquadrar as atividades de campo nas suas atividades letivas. Para além disso, estes documentos sintetizam ainda os principais objetivos a atingir relativamente a cada um dos conteúdos abordados, bem como algumas das atividades de possível realização no campo.

Recorrendo a estes documentos, os professores têm capacidade de preparar minimamente os alunos para a saída que irão realizar, indicando em que tema se baseia, e fazendo uma pequena introdução dos principais conceitos e objetivos a explorar, em ambiente de sala de aula. É também nesta fase que os docentes, de acordo com a consulta das respetivas tabelas, têm possibilidade de adaptar a viagem para o nível de escolaridade a que se destina. Isto porque, para as mesmas paragens, é possível adotar um tipo de linguagem e conceitos diferentes, dentro das competências e necessidades do público-alvo.



	Guia de preparação do Geopercurso "Rochas e Minerais – A busca pelo metamorfismo"							
	Tema	Conteúdos	Termos/Conceitos	Objetivos	Casos Práticos			
no	Tema I – A geologia, os geólogos e os seus subsistemas em interação	2. As rochas, arquivos que relatam a História da Terra 2.1. Rochas sedimentares 2.2. Rochas magmáticas e metamórficas 2.3. Ciclo das rochas.	Ciclo das rochas; Rochas sedimentares; Rochas magmáticas; Rochas metamórficas; Metamorfismo;	 Distinguir "mineral" e "rocha"; Observar a grande diversidade geológica do país, e do local de estudo; Conhecer diferentes tipos de rocha de acordo com a sua origem; Compreender a sequência dos processos envolvidos no ciclo das rochas; Relacionar aspetos macroscópicos e microscópicos de determinadas rochas, com os fenómenos envolvidos na sua formação; 	 Minerais: Talco e cromite; Rochas sedimentares: calcários; Rochas metamórficas: micaxistos e gnaisses; Rochas magmáticas: peridotitos, gabros; Depósitos cenozóicos. 			
10° Ano	Tema II – A Terra um planeta muito especial	3. A Terra, um planeta único a proteger. 3.2. Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres. 3.2.1. Impactos na geosfera.	Sustentabilidade; Recursos renováveis; Recursos não renováveis; Pedreiras; Explorações mineiras a céu aberto;	 Dar a conhecer exemplos de exploração de determinado tipo de recursos geológicos – explorações ativas ou desativadas; Saber qual a finalidade e aplicabilidade no nosso dia-a-dia, dos diferentes tipos de recursos explorados; Mostrar vestígios antigos dessa atividade, e conhecer a forma como eram processados os materiais; Interpretar os impactos das atividades humanas na geosfera – impactos diretos na 	 Exploração mineira a céu aberto (exemplos: talco, peridotitos, calcário, inertes); Fornos de cal; Fornos de telha; 			

	paisagem e impactos futuros (sustentabilidade	
	dos recursos).	

	Guia de Preparação do Geopercurso "Rochas e Minerais – A busca pelo metamorfismo"							
	Tema	Conteúdos	Termos/Conceitos	Objetivos	Casos Práticos			
11° Ano	Tema IV — Geologia, problemas e materiais do quotidiano	2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres. 2.1. Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra. 2.2. Magmatismo. Rochas magmáticas. 2.3. Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras. 2.4. Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas.	Ciclo das rochas; Rochas sedimentares; Rochas Magmáticas; Rochas Metamórficas; Metamorfismo; Dobres e Falhas;	 Distinguir "mineral" e "rocha"; Observar a grande diversidade geológica do país, e do local de estudo; Conhecer os diferentes tipos de rocha de acordo com a sua origem; Compreender a sequência dos processos envolvidos no ciclo das rochas; Relacionar aspetos macroscópicos e microscópicos de determinadas rochas, com os fenómenos envolvidos na sua formação; Identificar falhas e dobras, no campo e em carta geológica; 	 Minerais: Talco e cromite; Rochas sedimentares: calcários; Rochas metamórficas: micaxistos e gnaisses; Rochas magmáticas: peridotitos, gabros; Depósitos cenozóicos; Tipos de metamorfismo; Medição da orientação das falhas. 			
		3. Exploração sustentada de recursos geológicos.	Sustentabilidade; Recursos renováveis; Recursos não renováveis; Pedreiras; Explorações mineiras a céu aberto;	 Dar a conhecer exemplos de exploração de determinado tipo de recursos geológicos – explorações ativas ou desativadas; Saber qual a finalidade e aplicabilidade no nosso dia-a-dia, dos diferentes tipos de recursos explorados; Mostrar vestígios antigos dessa atividade, e 	 Exploração mineira a céu aberto (exemplos :talco e calcários); Fornos de cal; Fornos de telha; 			

		conhecer a forma como eram processados os	
		materiais;	
		Interpretar os impactos das atividades humanas	
		na geosfera – impactos diretos na paisagem e	
		impactos futuros (sustentabilidade dos	
		recursos).	

	Guia de Preparação do Geopercurso "Rochas e Minerais – A busca pelo metamorfismo"								
	Tema	Conteúdos	Termos/Conceitos	Objetivos	Casos Práticos				
	Tema II – A História da Terra e da Vida	 4. A história geológica de uma região. 4.1. Cartografia geológica. 4.2. Interpretação a partir de uma carta dos principais aspetos geológicos da região onde a escola se insere. 	Geodiversidade; Carta geológica; Carta topográfica.	 Identificar a grande diversidade geológica do concelho a estudar, através da carta geológica da região; 	■ Localização nas cartas geológica e topográfica do concelho e comparação com cartas da área da escola.				
12° Ano	Tema III – A Terra ontem, hoje e amanhã	 3. O homem como agente de mudanças ambientais. 3.2. Exploração de minerais e de materiais de construção e ornamentais. Contaminação do ambiente. 3.3. Exploração e modificação dos solos. 3.4. Exploração e contaminação das águas. 	Sustentabilidade; Recursos renováveis; Recursos não renováveis; Pedreiras; Explorações mineiras a céu aberto;	 Dar a conhecer exemplos de exploração de determinado tipo de recursos geológicos; Saber qual a finalidade e aplicabilidade no nosso dia-a-dia, dos diferentes tipos de recursos explorados; Interpretar os impactos das atividades humanas na geosfera – impactos diretos na paisagem e impactos futuros 	■ Diferentes explorações mineiras no concelho, e seus impactos ambientais e paisagísticos; ■ Fornos; ■ Exploração mineira a céu aberto (talco e calcário);				



	Guia de preparação do Geopercurso "Em busca do passado — Ciclo Varisco no Maciço de Morais"							
	Tema	Conteúdos	Termos/Conceitos	Objetivos	Casos Práticos			
		1. A Terra e os seus subsistemas em interação 1.2. Interação de subsistemas	Hidrosfera; Biosfera; Geosfera; Atmosfera.	 Conhecer e, sempre que possível, observar exemplos concretos de relação da geologia com outros subsistemas terrestres. Realçar a interação/dependência da biologia face à geologia; Reforçar a ideia de que a geologia é importante – serve de base à implementação da biodiversidade. 	 Presença de plantas endémicas na área do geossítio, observáveis em certos geossítios; 			
)° Ano	Tema I – A geologia, os geólogos e os seus	3. A medida do tempoe a idade da Terra.3.2. Memória dos tempos geológicos.	Eras; Período; Idade geológica (M.a.)	 Conhecer a escala de tempo geológico; Situar os principais acontecimentos tectónicos ocorridos na área em estudo, nas respetivas Eras e Períodos geológicos em que tiveram lugar. 	 Escala do tempo geológico; Cronologia do concelho de Macedo de Cavaleiros. 			
10°	subsistemas em interação	4. A Terra, um planeta em mudança. 4.2. O mobilismo geológico. As placas tectónicas e os seus movimentos.	Gondwana; Rheic; Laurússia; Armórica; Avalónia; Carreamento Unidades Alóctones e Autóctones Pangea	 Perceber a evolução da distribuição dos continentes ao longo do tempo – qual a sua distribuição antes da Pangea, e quais os principais acontecimentos ocorridos na área em estudo. Comparar essa evolução geodinâmica com a atual distribuição dos continentes. Conhecer os principais continentes envolvidos na formação da atual paisagem na área em estudo, que deram origem à formação da Pangea. 	 Tectónica de placas – continentes ancestrais que originaram os atuais. Geocronologia de Macedo de Cavaleiros – principais fenómenos e mudanças ocorridos no Paleozóico. 			
	Tema III	4. Estrutura interna da	Crusta, Manto e	■ Conhecer a composição interna da Terra — os tipos de	■ Composição interna da Terra —			
	– Compreender	geosfera.	Núcleo;	rochas que se encontram nas diferentes camadas.	tipo de rochas;			

a estrutura e a	4.1. Modelo segundo a	Ciclo Varisco;	■ Conhecer as principais fases ocorridas durante um ciclo	■ Fases do ciclo varisco;
dinâmica da	composição química	Peridotitos;	geológico;	■ Formação dos fundos oceânicos
geosfera	(crusta, manto e	Crosta oceânica.	■ Perceber a importância dos peridotitos, cuja formação	– importância dos peridotitos do
	núcleo).		ocorre no manto terrestre.	manto.
			■ Conhecer o modo como se formam os fundos	
			oceânicos, por fusão parcial dos peridotitos do manto.	

	Guia de Preparação do Geopercurso "Em busca do passado – Ciclo Varisco no Maciço de Morais"							
12° Ano	Tema	Conteúdos	Termos/Conceitos	Objetivos	Casos Práticos			
	Tema II – A História da Terra e da	 A medida do tempo e a História da Terra. Tabela cronoestratigráfica. Geohistória. A vida no pré-câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução paleogeográfica. 	Ciclo Varisco; Carreamento; Unidades Alóctones; Unidades Autóctones;	 Conhecer a escala de tempo geológico; Perceber a evolução da distribuição dos continentes ao longo do tempo na área em estudo, e os principais acontecimentos a ela associados. 	 Escala do tempo geológico; Geocronologia do Maciço de Morais. 			
	Terra e da Vida	 4. A história geológica de uma região. 4.1. Cartografia geológica. 4.2. Interpretação a partir de uma carta dos principais aspetos geológicos da região onde a escola se insere. 	Geodiversidade; Carta geológica; Carta topográfica.	■ Identificar a grande diversidade geológica do concelho a estudar, através da carta geológica da região;	■ Localização nas cartas geológica e topográfica do concelho e comparação com cartas da área da escola.			

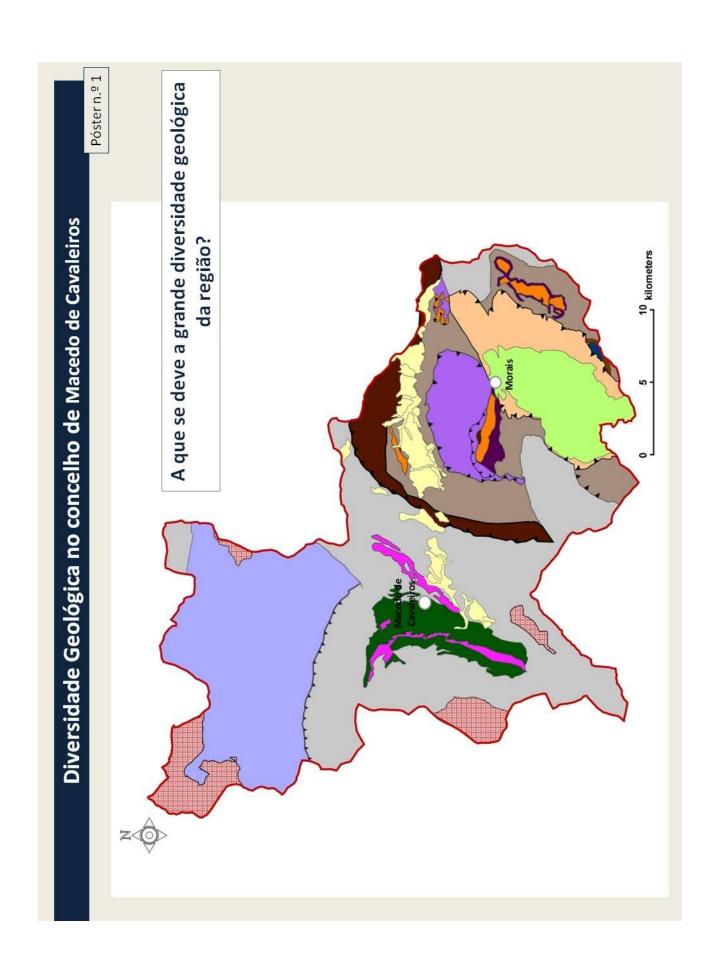
8.1.2. Pósteres de introdução à geologia de morais (Geopercurso B)

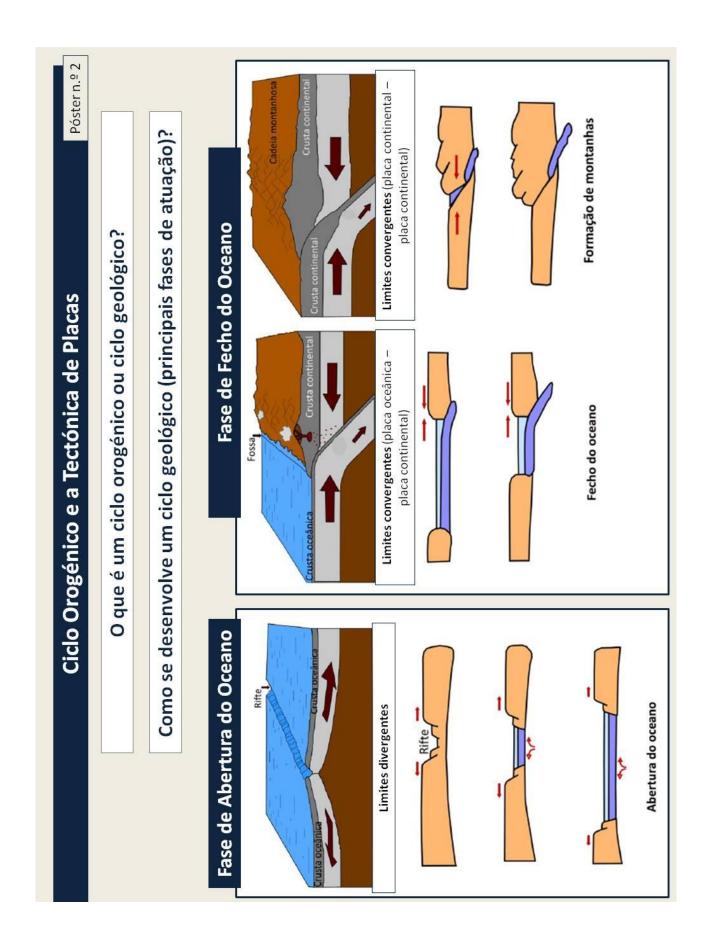
Estes materiais foram produzidos com o intuito de tornar os complexos conceitos, processos e acontecimentos geológicos associados ao passado geológico da área em estudo, num conjunto de matérias acessíveis aos alunos do ensino secundário. O principal objetivo é facilitar a compreensão dos temas a abordar ao longo do itinerário, relacionando-os, sempre que possível, com os conteúdos programáticos lecionados no ensino secundário, no âmbito da Geologia. Para tal, os principais acontecimentos que compõem a história geológica do concelho de Macedo de Cavaleiros e, mais propriamente, da região de Morais, são ilustrados sequencialmente, com recurso a pósteres.

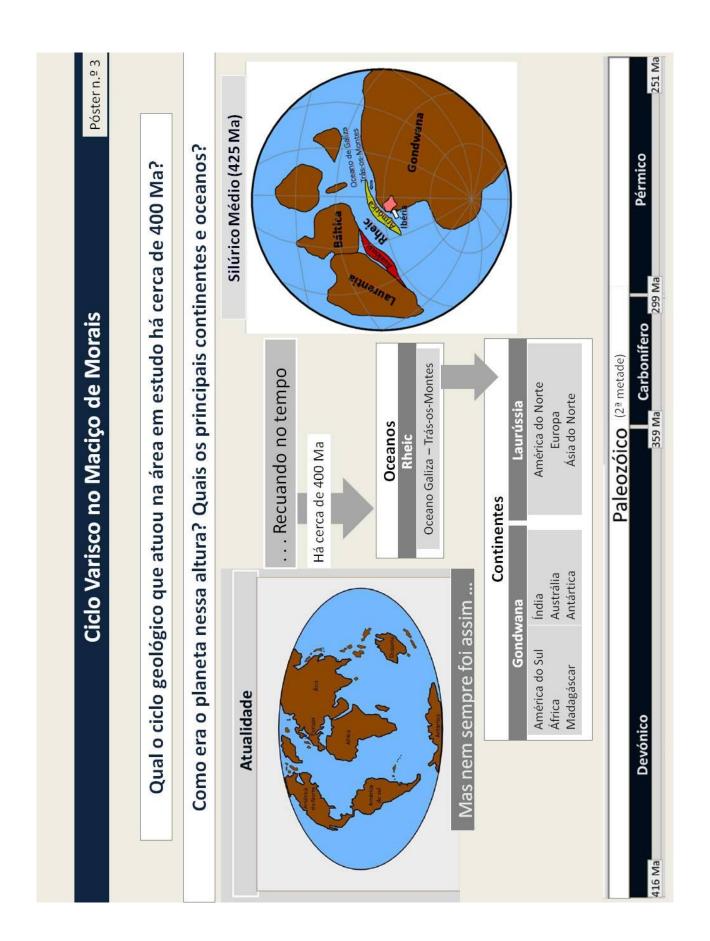
Para o efeito, foram desenvolvidos 10 pósteres em formato A3, por forma a facilitar a sua visualização por todos os intervenientes da atividade no campo. Cada um dos referidos materiais ilustra um determinado capítulo da história geológica de Macedo de Cavaleiros, por resposta a questões simples, mas estratégicas, essenciais para a compreensão da atual geologia do concelho. Os capítulos criados ilustram o título de cada póster, e podem ser compostos por um ou mais elementos, nomeadamente:

- Diversidade geológica no concelho de Macedo de Cavaleiros póster n.º1;
- Ciclo orogénico e a tectónica de placas póster n.º 2;
- Ciclo Varisco no Maciço de Morais póster n.º 3, 4, 5 e 6;
- As litologias de Macedo de Cavaleiros póster n.º 7;
- Rochas peridotíticas e a formação da crusta oceânica póster nº8, 9 e 10.

No item 8.1.3 são apresentados materiais de suporte teórico aos pósteres.

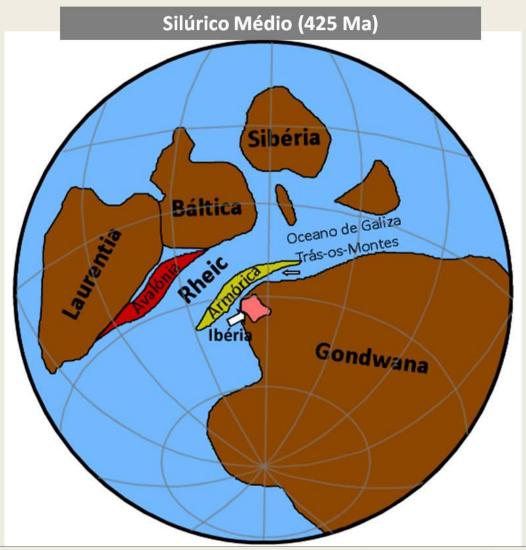




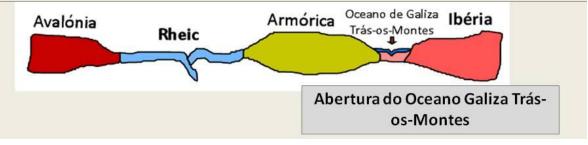


Ciclo Varisco no maciço de Morais (2º metade do Paleozóico)

Póster n.º 4

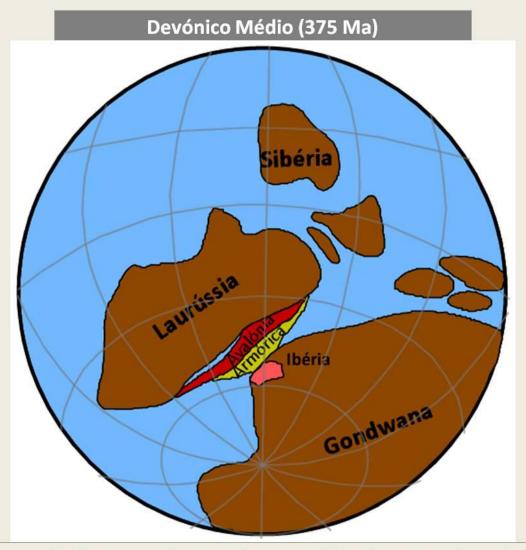


Quais os principais acontecimentos ocorridos durante a fase de abertura do oceano?

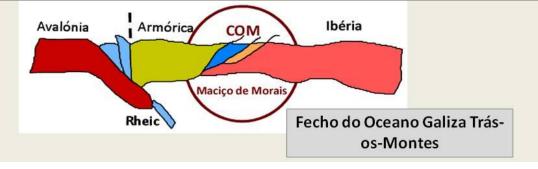


Ciclo Varisco no maciço de Morais (2º metade do Paleozóico)

Póster n.º 5

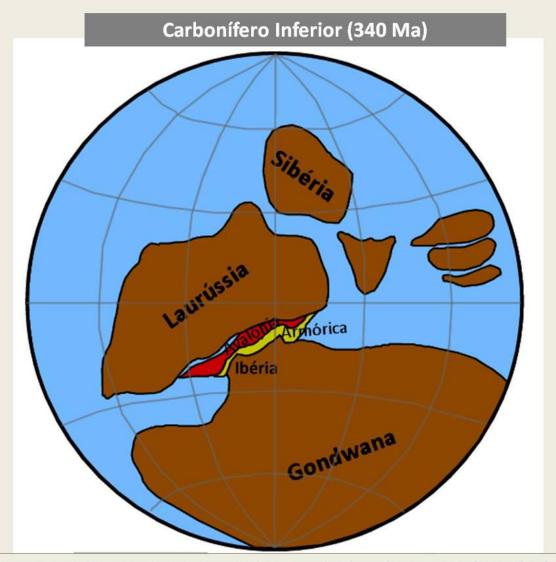


Quais os principais acontecimentos ocorridos durante a fase de fecho do oceano?

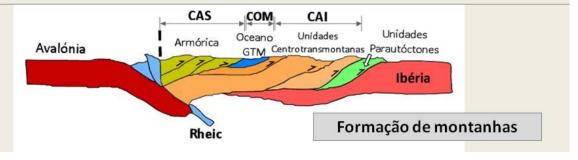


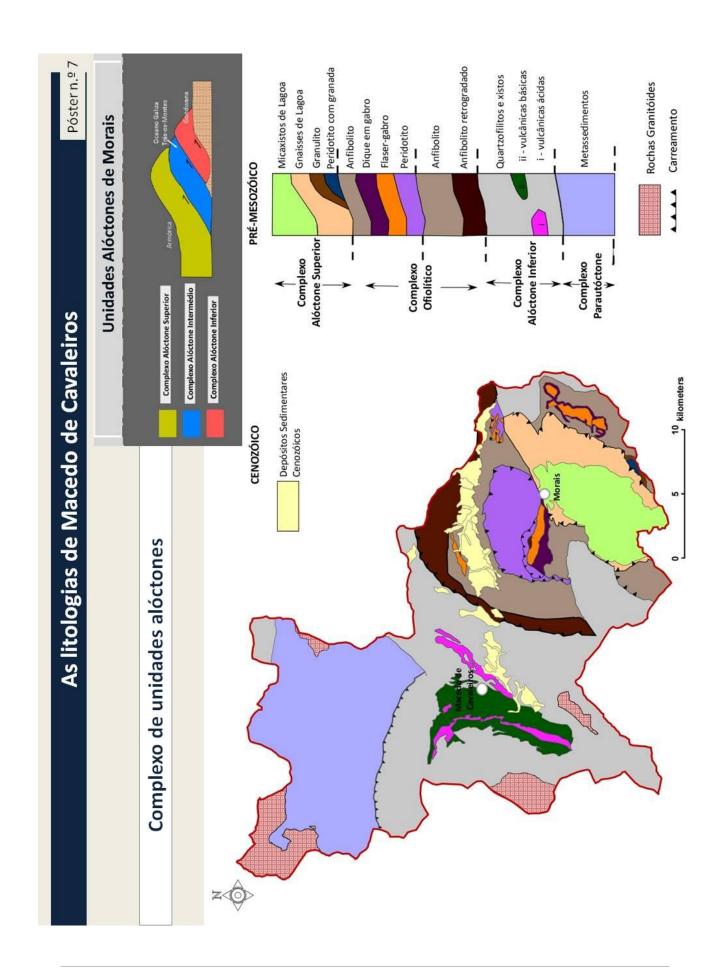
Ciclo Varisco no maciço de Morais (2ª metade do Paleozóico)

Póster n.º 6



Quais os principais acontecimentos ocorridos durante a fase de fecho do oceano?

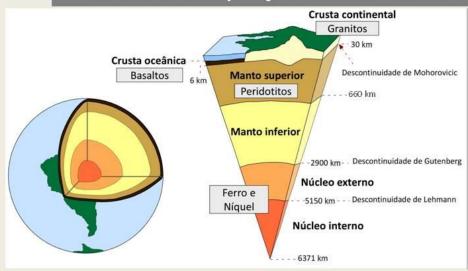


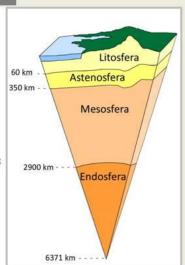


Rochas Peridotíticas e a formação da Crusta Oceânica

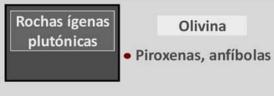
Póster n.º 8

Estrutura e composição interna da Terra









ROCHA ULTRAMÁFICA < 45% de Sio₂

Principal constituinte do Manto Superior

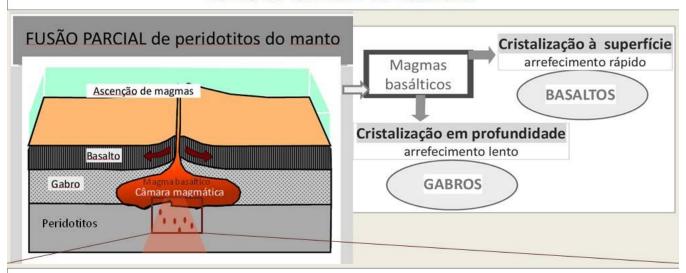
Forma-se por fracionamento magmático



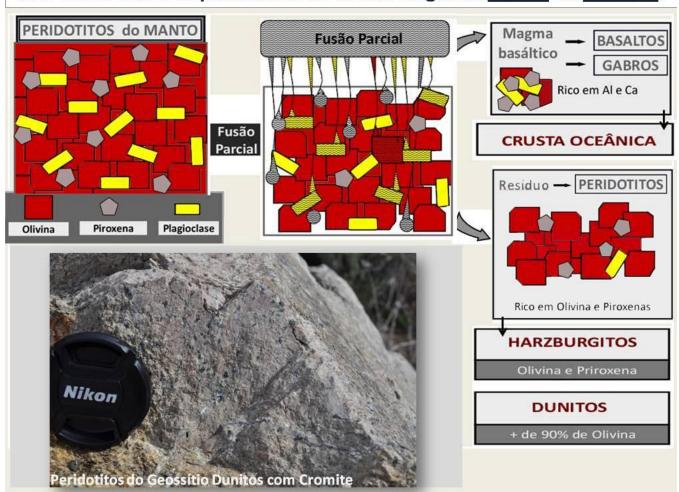
Rochas Peridotíticas e a formação da Crusta Oceânica

Póster n.º 9

Como se formam os Basaltos?

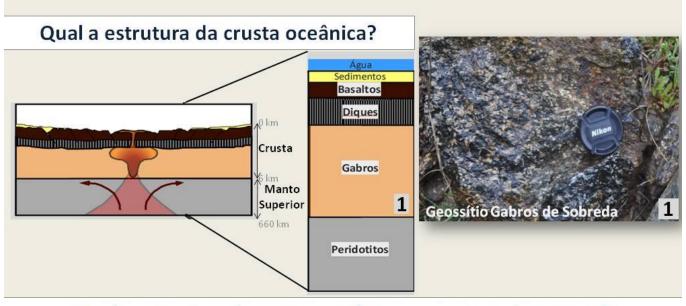


Mas então todos os peridotitos do manto originam gabros ou basaltos?



Rochas Peridotíticas e a formação da Crusta Oceânica

Póster n.º 10



Qual a estrutura da crusta oceânica no maciço de Morais?



8.1.3. História geológica do maciço de Morais – material de suporte teórico para professores/guias - (Geopercurso B)

Este material foi desenvolvido para servir de complemento aos pósteres já apresentados, mas essencialmente para ser utilizado como base de apoio teórico aos professores/guias que participem na atividade. O uso destes pósteres requer uma cuidada exposição oral, que explique e interprete aquilo que ilustram. Por isso, e por se considerar uma fase fundamental para a compreensão daquilo que será visto no campo, este material descreve, ao longo de cinco diferentes capítulos, a história geológica da região. Através da resposta a cada uma das questões presentes nos diferentes pósteres, pretendese preparar cognitivamente os alunos para posterior início da viagem ao campo, onde serão vistos exemplos concretos do resultado de alguns dos processos referidos nesta etapa, e facilitar a função do professor/guia.

Os dois primeiros temas são de cariz introdutório, que pretendem preparar cognitivamente os alunos para alguns dos processos associados ao ciclo geológico que irão abordar de seguida, enquanto os restantes temas são referentes à geologia da área em estudo.

• I. Introdução: <u>DIVERSIDADE GEOLÓGICA NO CONCELHO DE MACEDO DE CAVALEIROS</u>

Capítulo introdutório à ilustração da geologia do Maciço de Morais. Pretende-se dar a conhecer a diversidade geológica do concelho em estudo pela rápida demonstração da grande diversidade de cores presentes na carta geológica simplificada do concelho, que representam diferentes tipos de rochas. Nesta primeira fase, o mais importante é que termos como "Geodiversidade" e "Património Geológico" sejam utilizados, sempre devidamente explicados e enquadrados com as matérias abordadas.

CONTEÚDOS A ABORDAR

A Terra é um planeta dinâmico que, desde a sua formação, tem vindo a sofrer grandes alterações. Uma das principais provas do seu dinamismo é a ocorrência de ciclos geológicos que, ao longo dos seus milhões de anos de existência, têm deixado importantes marcas dessa evolução por toda a sua superfície, como seja a formação dos continentes. A Terra é por isso um planeta dotado de enorme **Diversidade Geológica**, devido aos diferentes processos e acontecimentos geológicos que tem enfrentado.

Como bom exemplo da variedade de acontecimentos e de processos que um ciclo geológico pode provocar, temos a nossa área de estudo, o concelho de Macedo de Cavaleiros.

"A que se deve a grande diversidade geológica da região?"

Macedo de Cavaleiros é um concelho dotado de uma elevada **geodiversidade**. Isto é facilmente comprovado por observação da carta geológica da região, dando conta da grande diversidade de cores aí existentes, onde cada uma representa um tipo de rocha diferente.

No entanto, tal particularidade geológica é mais notória na região correspondente ao maciço de Morais, onde grandes acontecimentos geológicos foram responsáveis pela criação de uma geologia pouco comum a nível mundial, facto que se deve, principalmente, à existência de vestígios de uma antiga crusta oceânica. Estes testemunhos encontram-se bem preservados na região, e são representativos de uma boa parte dos processos que ocorreram na segunda metade do Paleozóico, durante a atuação de um ciclo geológico.

• II. Introdução: CICLO GEOLÓGICO E A TECTÓNICA DE PLACAS

Etapa introdutória, com a qual se pretende ilustrar e interpretar o que é um ciclo orogénico/tectónico (ciclo de Wilson), bem como os principais acontecimentos a ele associados. No entanto, como nos programas educativos de Geologia do ensino secundário esta temática não é abordada, houve a necessidade de tornar os assuntos relacionados com os processos ocorridos durante um ciclo orogénico acessíveis para os alunos. Para isso, nesta fase o grande objetivo é relacionar as principais etapas do ciclo orogénico com os movimentos tectónicos que, estes sim, fazem parte do leque de matérias lecionadas nos referidos anos de escolaridade. Assim, possuindo já umas bases teóricas sobre a dinâmica interna da Terra, os alunos são capazes de entender e interpretar as principais etapas ocorridas ao longo de um ciclo geológico, por associação aos diferentes tipos de movimentos tectónicos existentes.

Considera-se um capítulo essencial para uma boa compreensão da história geológica do concelho, servindo de introdução à mesma. Isto verifica-se, pelo facto de a grande singularidade geológica de Macedo de Cavaleiros ser devida a grandes acontecimentos geológicos ocorridos durante um ciclo geológico – o ciclo Varisco.

CONTEÚDOS A ABORDAR

Os principais conteúdos a abordar nesta pequena introdução podem, e devem ser explicados através da colocação de questões, cuja resposta ajuda na sua compreensão, como por exemplo:

"O que é um ciclo orogénico ou ciclo geológico?"

Um ciclo orogénico ou ciclo geológico constitui uma das principais provas de que a Terra é um planeta dinâmico, que se encontra em constante mutação. Trata-se do conjunto cíclico de processos que terminam com a formação de uma cadeia montanhosa. Os referidos processos ocorrem devido aos movimentos tectónicos, podendo ser explicados à luz da Teoria da Tectónica de Placas.

"Como se desenvolve um ciclo geológico (principais fases de atuação)?"

Cada ciclo geológico (ciclo de Wilson) encontra-se dividido em duas fases distintas:

Fase de abertura do oceano (Sedimentogénese): Primeira fase do ciclo que corresponde à <u>abertura de um oceano</u>, relacionado com a ocorrência de um rifte oceânico. Fase de extensão tectónica, onde se verifica a divergência de placas.

Fase de fecho do oceano (Tectogénse): Fase de convergência tectónica, onde se inicia o fecho do oceano que, até então, se encontrava em fase de expansão. Passa-se de uma situação de divergência de placas para uma situação de convergência tectónica, ocorrida entre uma placa tectónica continental e uma oceânica, ou duas oceânicas. Esta fase é acompanhada pelo início de um processo de colisão e subducção, onde a placa oceânica mergulha sobre a placa continental, por ser mais densa do que esta última, com formação de arcos continentais (ex.: cordilheira dos Andes) ou colisão entre placas oceânicas com subdução de uma delas, originando arcos vulcânicos de ilha (ex.: ilha da Indonésia). Concluído o fecho do oceano outrora aberto, as duas massas continentais presentes em cada um dos lados das placas convergentes encontram-se, iniciando um processo de colisão continental. Esta etapa termina com a formação de uma cadeia montanhosa (ex.: cordilheira dos Himalaias), e dá por concluído também o ciclo geológico em questão.

O processo de atuação de um ciclo geológico pode, por fim, ser simplificado, referindo que, a cada afastamento de dois continentes, relacionado com a abertura de um oceano, e posterior fecho do mesmo, com colisão dos referidos continentes para formar uma cadeia montanhosa, conclui-se um ciclo orogénico. Por cada ciclo que termina, outro deverá ter início.

• III. CICLO VARISCO NO MACIÇO DE MORAIS

Neste capítulo são novamente abordadas as principais etapas ocorridas durante um ciclo geológico mas, desta vez, aplicados ao caso concreto do maciço de Morais. Percebido o conteúdo do capítulo anterior, os alunos terão as bases necessárias para entender os processos ocorridos durante o ciclo varisco, recuando no tempo cerca de 400 milhões de anos.

CONTEÚDOS A ABORDAR

A abordagem aos principais conteúdos referentes a esta etapa da história geológica de Morais é feita através da resposta a algumas questões principais, nomeadamente:

"Qual o ciclo geológico que atuou na área em estudo há cerca de 400 Ma?"

O concelho de Macedo de Cavaleiros é dotado de uma enorme diversidade e complexidade geológicas, que se explicam fundamentalmente com base em processos geológicos ocorridos há muitos milhões de anos. Tratam-se de raros e importantes acontecimentos geológicos ocorridos há cerca de 400 Ma (e ao longo de aproximadamente 150 Ma), na altura que se iniciou o ciclo Varisco. Nessa época, a Terra era bastante diferente, e os continentes, tal como hoje os conhecemos, ainda não existiam; existiam outros continentes mas com configurações diferentes dos atuais.

"Como era o planeta nessa altura? Quais os principais continentes e oceanos?"

Para facilitar a perceção e interpretação dos aspetos geológicos ocorridos no maciço de Morais, é necessário recuar no tempo (cerca de 400 Ma), até à altura em que na Terra existiam apenas dois grandes continentes e um grande oceano, considerados como as principais unidades representativas do ciclo Varisco. Os principais continentes eram o Gondwana (englobava os atuais América do Sul, África, Madagáscar, Índia, Austrália e Antártica) e o Laurússia, que resulta da junção dos continentes Larêntia e Báltica (englobava os atuais América do Norte, Europa e Ásia do Norte). Nessa altura existia ainda um grande oceano, o oceano Rheic, e aquele que se viria a desenvolver, o Oceano Galiza Média – Trás-os-Montes, que era um ramo menor deste oceano principal, com grande relevância na atual geologia da região.

É importante perceber os principais acontecimentos ocorridos desde há 400 Ma, na altura em que atuava o ciclo Varisco, envolvendo os dois referidos super continentes e outros micro-continentes, e que levou à formação do Maciço de Morais, bem como as suas diferentes fases de atuação.

"Quais os principais acontecimentos ocorridos durante a fase de abertura do oceano?"

Esta fase de sedimentogénese, com início no final do Silúrico, é caraterizada pelo transporte e deposição de sedimentos (principalmente sedimentos finos) no Oceano Rheic e pelo início da subducção do referido oceano, e consequente distensão entre a microplaca Armórica e Ibéria, originando a abertura do Oceano Galiza média – Trás-os-Montes, e a deposição de sedimentos neste novo oceano.

"Quais os principais acontecimentos ocorridos durante a fase de fecho do oceano?"

No Devónico médio tem início a fase de tectogénese. Inicia-se pelo fecho do oceano, onde se conclui o fecho do Oceano Rheic iniciada no Devónico inferior. Ao mesmo tempo, verifica-se o início da colisão entre Armórica e ibéria, provocando o fecho do Oceano Galiza Média- Trás-os-Montes. Nesta fase, para além da ocorrência da subducção aquando da colisão da placa oceânica com a continental, ocorre ainda um processo de **obducção** da placa oceânica sobre a placa continental.

Entre o Devónico superior e o Carbónico, ocorre a última etapa desta fase – a colisão continental. A colisão continental fica concluída, tendo como resultado o empilhamento de **unidades alóctones** na região de Morais, provocadas pela ocorrência de **carreamentos**. Os carreamentos são áreas de convergência entre duas placas tectónicas continentais, onde um conjunto de rocha se sobrepõe ao outro. A colisão tectónica ocorrida no final do Paleozóico reagrupou todas as massas continentais num único supercontinente, a Pangea.

• IV. AS LITOLOGIAS DE MACEDO DE CAVALEIROS (O Maciço de Morais)

Capítulo ilustrativo da atual geologia do concelho de Macedo de Cavaleiros, onde será dada maior atenção às litologias associadas aos principais mantos de carreamento que constituem o Maciço de Morais. No fundo, serve de demonstração do resultado final de todos os processos até agora abordados, responsáveis por toda a especificidade geológica atualmente encontrada no concelho.

CONTEÚDOS A ABORDAR

Os mantos de carreamento resultantes da colisão tectónica ao longo do ciclo Varisco levaram à formação de unidade alóctones, pelo que hoje, no Maciço de Morais, é possível distinguir: o *Complexo Alóctone Superior* (representativo da microplaca Armórica), o *Complexo Alóctone Intermédio* ou

Ofiolítico (representa a crusta oceânica – Oceano Galiza – Trás-os-Montes) e o Complexo Alóctone Inferior (representa a parte norte do continente Gondwana).

Conhecidos os processos responsáveis pela atual distribuição de unidades alóctones no concelho, é possível interpretar a sua composição.

Assim, de forma simplificada importa conhecer as principais litologias de cada uma das unidades, onde se distinguem:

Pré-Mesozóico

- Complexo Alóctone inferior. composto maioritariamente por quartzofilitos e xistos, intruídos por rochas vulcânicas básicas e ácidas.
- *Complexo Alóctone Intermédio*: composto, da base para o topo, por peridotitos, gabros, flasergabros, diques em gabro e anfibolitos. Esta unidade encontra-se repetida pela existência de um carreamento, que causa uma duplicação das suas litologias.
- *Complexo Alóctone Superior*: composto, da base para o topo, por peridotitos com granada, granulitos, gnaisses de Lagoa e micaxistos de Lagoa.
- Granitóides: rochas de composição essencialmente granítica, intruídas nas unidades acimas descritas.

Cenozóico

- Formações de Aveleda, Bragança e Vale da Porca, compostas essencialmente por depósitos conglomeráticos, areias ou argilas.

V. AS ROCHAS PERIDOTÍTICAS E A FORMAÇÃO DA CRUSTA OCEÂNICA

Capítulo dedicado às rochas peridotíticas do Complexo Ofiolítico de Morais, com destaque para a formação e composição da crusta oceânica. Mais uma vez, todos os processos explicados estão, de uma ou de outra forma, relacionados com conteúdos programáticos abordados pelos alunos do secundário.

CONTEÚDOS A ABORDAR

A primeira questão que deve ser colocada e devidamente esclarecida é sobre o que são peridotitos. Peridotitos são rochas ígneas plutónicas compostas maioritariamente por olivina, podendo no entanto conter algumas piroxenas, anfíbolas e até micas na sua composição. Por se tratar de um tipo de rocha com menos de 45% de SiO₂, é denominada de rocha ultramáfica. Este tipo de rocha é o principal constituinte do manto superior. Os peridotitos formaram-se como resultado da diferenciação

do manto primitivo da Terra na sua fase inicial e que originou o manto inferior, o manto superior e a crusta terrestre. Nesta hipótese os peridotitos são o *residuum* empobrecido (manto superior) em elementos que foram extraídos para a crusta. Os peridotitos também se podem formar por fracionamento magmático de magmas basálticos ou ultrabásicos, formando cumulados de diferenciação gravítica na base das câmaras magmáticas.

O que torna o maciço de Morais tão especial do ponto de vista científico a nível mundial é o facto de existirem vestígios claros da existência de uma crusta oceânica completa. É possível perceber como esta crusta se forma a partir dos peridotitos, e qual a sua estrutura, pela resposta a três questões muito simples:

"Como se formam os basaltos?"

Os basaltos são, ao contrário dos peridotitos, rochas ígneas vulcânicas, que têm origem no arrefecimento rápido de um magma básico na superfície. Os basaltos e os gabros (equivalente plutónico) resultam da **fusão parcial** de peridotitos do manto. Ao fundirem, os peridotitos originam um magma basáltico, que ascende e se acumula na crusta, originando uma câmara magmática. Parte desse magma ascende a partir da câmara magmática através de fraturas nas rochas encaixantes. Ao chegar à superfície (neste caso no fundo oceânico), irá solidificar rapidamente, originando lavas basálticas em forma de almofada (pillow lavas).

"Mas então todos os peridotitos do manto originam basaltos ou gabros?"

A resposta é não. Os peridotitos do manto são constituídos maioritariamente por olivina, mas podem ainda conter algumas piroxenas e anfibolas. Ao sofrerem fusão parcial, parte dos peridotitos originam um magma basáltico, mas há uma parte que não funde. Os peridotitos que resistiram à fusão constituem aquilo que pode ser designado por resíduo, uma vez que se tratam de peridotitos empobrecidos em certos elementos minerais (anfibolas; clinopiroxenas) que foram os primeiros a sofrerem fusão. Neste caso, trata-se de peridotitos ricos apenas em olivinas e ortopiroxenas, por serem os minerais com mais alto ponto de fusão. Estes peridotitos residuais podem ser do tipo harzburgito (quando apresentam olivina e ortopiroxenas na sua constituição) ou dunito (quando apresentam mais de 90% de olivina), nete último caso resultantes de uma maior taxa de fusão dos peridotitos iniciais. Estas informações podem ser comprovadas através da consulta da série de Bowen, onde é possível consultar as diferentes temperaturas de cristalização dos diferentes minerais.

"Qual a estrutura da crusta oceânica?"

A crusta oceânica é formada, de baixo para cima, pelos peridotitos empobrecidos do manto (marcam a transição manto-crusta), pelos gabros, pelos complexos de **diques**, pelos basaltos e pelos sedimentos finos resultantes da erosão de rochas dos continentes. Convém referir que para alguns autores (Braun & Kelemen, 2002; Abily B., Ceuleneer G. (2012)) os dunitos que ocorrem na base dos ofiólitos resultam de um processo de diferenciação gravítica do magma basáltico por acumulação da olivina na base da câmara magmática.

Importa esclarecer que os diques correspondem à ascensão do magma basáltico através da fracturação na rocha encaixante, e que permitem a subida do magma, que irá gerar os basaltos por arrefecimento rápido na superfície (em contacto com a água – pillow lavas). No entanto, na fase final de alimentação do vulcanismo submarino, o magma pode não atingir a superfície e solidificar dentro da rede de fracturação, originando o complexo de diques existente na parte superior da crusta oceânica.

Na área em estudo, verifica-se a presença de uma sequência completa de crusta oceânica, que constitui o Complexo Ofiolítico de Morais. Esta sequência é composta por, da base para o topo: peridotitos (do tipo dunito e harzburgito), gabros, flaser-gabros, diques anfibolíticos em gabros e anfibolitos. Os flaser-gabros são gabros que, durante o processo de solidificação e/ou transporte tectónico sofreram deformação, adquirindo uma textura com aspeto laminado. No Maciço de Morais já não se verifica a presença de basaltos e de rochas sedimentares. Devido aos processos metamórficos que os transformaram, os primeiros estão representados pelos anfibolitos e os segundos ter-se-ão transformado em filitos e micaxistos. É de referir que todo o Complexo está afetado pelo metamorfismo pelo que devemos utilizar o prefixo meta a anteceder a rocha original (ex.: metagabro).

8.2. Viagem ao Campo

8.2.1. Caderno de campo (Geopercurso A – Anexo II)

Este material foi construído em formato A5, com o objetivo de aumentar a sua durabilidade, e facilitar a escrita.

Para cada paragem, é proposta a realização de uma série de atividades que os alunos, organizados em grupos (três a quatro elementos) deverão realizar. As diferentes tarefas/questões devem ser efetuadas por todos os elementos do grupo, e os respetivos resultados vão sendo respondidos e registados diretamente no Caderno de Campo (deve existir um exemplar por grupo ou, se possível, por aluno). As tarefas propostas são, maioritariamente, direcionadas para que os alunos realizem um pequeno estudo e interpretação dos diferentes tipos de afloramentos. No final das

atividades propostas para cada geossítio, consta ainda no referido caderno de campo um pequeno quadro resumo, com os principais assuntos abordados no decorrer da atividade e que devem ser retidos pelos participantes.

Para além disso, os alunos são ainda incentivados a realizar um "mini" concurso de fotografia. Para o efeito, foram criadas 4 categorias temáticas — Paisagem, Biodiversidade, Geodiversidade e População. Ao longo das sucessivas paragens, os alunos deverão registar pelo menos um elemento para cada uma das categorias. De referir que, desde que devidamente justificado, no Caderno de Campo, no local destinado para o efeito, a mesma fotografia poderá caraterizar mais do que uma categoria temática. No final, serão recolhidas as fotografias, e selecionada a vencedora para cada um dos temas. O concurso estará subordinado à existência de um regulamento a ser elaborado.

8.2.2. Livro da história geológica de Macedo de Cavaleiros (Geopercurso B – Anexo III)

Este material, desenvolvido em formato A5, pretende-se que seja distribuído um exemplar por cada uma das escolas que visitem o geoparque ou, se possível, um por cada aluno participante na saída de campo. Foi criado para que os alunos tenham um registo de todas as matérias associadas à história geológica da região abordada na etapa de pré-viagem, constituindo um pequeno livro, que podem levar para casa e recordar os conhecimentos geológicos adquiridos.

8.2.3. Folhetos informativos (Geopercurso A e B)

Foram criados dois folhetos informativos - um para cada percurso.

Estes materiais servem como um guia do percurso, contendo um mapa do mesmo com descrição das paragens e respetivas fotos devidamente identificadas, de forma a facilitar a orientação do público-alvo. Apresentam ainda algumas informações gerais sobre o tema a abordar ao longo do percurso, bem como as principais caraterísticas do mesmo.

Questões – Chave

As rochas fazem parte do nosso Meio Abiótico.

Significa isto que são imutáveis?

Não se modificam?

Ou será que um tipo de rocha pode originar outro completamente diferente?

rochas terão algo interessante para nos contar? E sendo considerados objetos "não-vivos", as

Através delas podemos, por exemhistória desconhecidos por todos? plo, descobrir pedaços da nossa

DESCOBRE CONNOSCO A RESPOSTA A ESTAS E **MUITAS OUTRAS QUESTÕES!**

Cabe a cada um de nós RESPEITAR, OBSERVAR e ESTUDAR esta maravilha da natureza que passa despercebida à maioria dos olhares.

aberto que são as rochas, e aprende o que elas Faz a diferença! Deixa-te cativar por este livro têm para te ensinar.

Informações úteis

- Duração: 1 dia Distância percorrida: 60 Km
- Meio de deslocação: Autocarro + via pedestre
- Nível de dificuldade: Fácil
- Ponto de partida: Centro Interpretativo de Morais
- Público alvo: Alunos do ensino secundário

Conteúdos programáticos:

Geopercurso

Rochas e Minerais

> Tema I – A geologia, os geólogos e os seus subsistemas em interação

Tema II - A Terra um planeta muito especial

Tema IV - Geologia, problemas e materiais do quotidiano

Contactos:

Município de Macedo de Cavaleiros: 278 420 420 Posto de Turismo: 278 426 193

Bombeiros Voluntários: 278 428 530

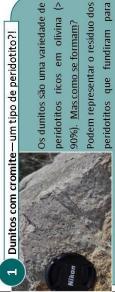
Outras experiências que temos para oferecer...

- Percursos pedestres;
- Observação de aves;
- Desportos de natureza ...

Para mais tarde visitar...

- Praia fluvial do Azibo;
- •Estação de Biodiversidade de Santa Combinha;
- Museu rural de Salselas...





originar magmas basálticos, ou formar-se por acumulação da peridotitos ricos em olivina (> Podem representar o residuo dos peridotitos que fundiram para olivina na base da câmara magmática de um magma basáltico.

Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho— Vêem-se dobras?

sidade (xistos anfibolíticos) e ainda podem ser afloramento, os anfibolitos apresentam xisto-Os anfibolitos são rochas metamórficas formadas essencialmente por anfíbola. Neste observadas dobras. Mas como se formam?

dos em zonas de rifte, durante a formação da crusta oceânica. Por metamorfismo de antigos basaltos formaCalcários de Salselas - Serão rochas metamórficas?

em cia de um oceano a cerca de 200km de distância deste local criou as calcários, que foram deslocados por condições ideais à formação destes ambientes marinhos. Mas como se encontram neste local? A existênforças tectónicas até à posição atual. Estes calcários sofreram metamorfis-Os calcários são rochas sedimentares que se formam

mo, tendo-se transformado em mármores (Metacalcários).

Talcos do Azibo— A suavidade de um toque! alteração dos peridotitos do manto por metamorfismo. O talco é um Os talcos são rochas resultantes da

Þ

do à sua baixa dureza, o que permite esculpi-lo com facilidade

toque suave e macio. É também

conhecido como rocha sabão devi-

mineral que se carateriza pelo seu

Sedimentos de Castro Roupal — Resultado da erosão? 2

As rochas expostas à superfície sofrem meteorização e podem ser erodidas. Os fragmentos são transportados e depositados pela água ou vento. Neste local observa-se um depósito sedimentar formado

por fragmentos de rochas que ocorrem na região, transportados por um antigo rio.

Diques anfibolíticos de Paradinha — Quem é mais antigo? Os diques são rochas com forma tabular que resultam atualmente estão alterados para anfibolitos 90 neste caso, do preenchimento das fraturas através das quais o magma basáltico ascendia à cos. O magma ao arrefecer basaltos dos fundos oceânioriginou micro-gabros que superficie para formar

Micaxistos de Lagoa — Origem marinha?

Os filitos e micaxistos são rochas metassedimentares.



Lagoa

hoje observamos. Neste local é Formam-se por deposição de pelitos no fundo de um antigo oceano. Porém, os processos de metamorfismo a que foram sujeitos, originaram os filitos que

visível a clivagem de fluxo, fruto

da deformação tectónica sofrida pela rocha.

Centro Interpretativo de Morais

Museu Rural de Salselas

Localidades Geossítios Legenda

Gnaisses de Lagoa — Um antigo granito?

Os gnaisses são rochas metamórficas que apresen tam uma estrutura bandada. Estes gnaisses são o resul um antigo granito por tado da deformação de Que minerais se observam? O polimento prometamorfismo.

vocado pela água mostra muito bem círculos

de cor branca que correspondem a grandes cristais de feldspato do granito.

gabros são rochas por arrefecimento de magma plutónicas, formadas Devido à deformação probasáltico no interior da Terra. Podem ter outro aspeto?

Gabros de Sobreda— Orientação dos minerais?

So igneas,

9

aspeto laminado (como se fossem esticados). Quando isso nico da crusta oceânica, estes gabros podem apresentar um se observa podemos designá-los por flaser-gabros. vocada pelo transporte tectó-

Questões-chave

Macedo de Cavaleiros tem uma grande Diversidade Geológical A que se deve essa variedade de litologias?

E um ciclo geológico sabes o que é?

atuou na região há cerca de 400 Ma? Qual terá sido o ciclo geológico que



Aqui existem complexos de Unidades Alóctones . O que são? E como se formaram? É verdade que existem vestígios de uma sequência completa de crusta oceânica no concelho?

DESCOBRE AGORA A RESPOSTA A ESTAS E MUITAS **OUTRAS QUESTÕES!**

Embarca connosco nesta GRANDE, COMPLEXA, mas ENRIQUECEDORA viagem ao Passado Geológico de Macedo de Cavaleiros!

VIVE, DESCOBRE e INTERPRETA os grandes acontecimentos que originaram o que hoje observamos. Recua no tempo por muitos milhões de anos e

Informações úteis

- Duração: 1 dia Distância percorrida: 32,6 Km
- Meio de deslocação: Autocarro + via pedestre
- Nível de dificuldade: Fácil
- Ponto de partida: Centro Interpretativo de Morais

Público alvo: Alunos do ensino secundário

Geopercurso

Em busca do

· Conteúdos programáticos:

Tema I – A geologia, os geólogos e os seus subsistemas em interação Tema III – Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera

Tema II – A história da Terra e da vida

Contactos:

Município de Macedo de Cavaleiros: 278 420 420 Posto de Turismo: 278 426 193

Bombeiros Voluntários: 278 428 530

Outras experiências que temos para oferecer...

- Percursos pedestres;
- Observação de aves;
- Desportos de natureza . . .

Para mais tarde visitar...

- Praia fluvial do Azibo;
- •Estação de Biodiversidade de Santa Combinha;
- Museu rural de Salselas...



"Ciclo Varisco no Maciço de Morais"



Dunitos com cromite—Nos limites entre a crusta oceânica e o manto

peridotitos formados quase É frequente encontrar na base da crusta oceânica exclusivamente por olivina

gera os basaltos e gabros da crusta oceânica, ou serem o (> 90%) - os dunitos. Estas rochas podem resultar da acumulação de olivina que cristaliza na base da câmara magmática, de um magma que resíduo da fusão parcial dos peridotitos do manto.

Diques anfibolíticos de Paradinha—Vulcões a serem alimentados

ıs

bolíticos (micro-gabros meta-O vulcanismo submarino que ocorre associado à formação da dutas de magma basáltico proveniente da câmara magmática crusta oceânica nas zonas de rifte é alimentado através de consituada a cerca de 5 a 7 km de profundidade). Neste local podemos observar os diques anfi-

morfizados) que há muitos milhões de anos (± 400 Ma) alimentavam esses vulcões.

Os micaxistos resultam da transformação de rochas sedimentares Micaxistos de Lagoa—Na margem de um antigo continente

-se pela deposição de argilas num go continente. Assim, a ocorrência destas rochas prova a existência de um antigo oceano (Oceano Galiza fundo oceânico ao largo de um anti-

Trás-os-Montes) situado a cerca de

250 km deste local. A colisão de placas tectónicas provocou o metamorfismo, deformação e transporte tectónico destas rochas.

Gnaisses de Lagoa — Vestígios de uma crusta continental

N 217

Castro Roupal

Carreamento de Limãos — Crusta oceânica duplicada

pequeno continente anterior à Pangea—Armórica. Os gnaisses aqui presentes resultaram do As elevadas pressões que a rocha sofreu ao Estes gnaisses representam a crusta de um metamorfismo e deformação de um granito. longo de milhares de anos provocou a deformação dos megacristais brancos de feldspato.

Carreamento de Lagoa — Uma janela da crusta continental

Besteiros

Combo

outra. Isto originou uma duplicação da crusta oceânica, cujo contacto é visível neste local. Observa-se o contacto entre os peridotitos

uma das partes foi para cima da nicos, esta crusta fraturou e

(unidade superior) e os anfibolitos (unidade inferior).

Terra é um planeta dinâmico

Lagoa O Legenda

cie rochas formadas a muitos quilómelocais. Neste local verifica-se o contacto geológicos capazes de colocar à superfítros de profundidade. Este é um desses onde raramente ocorrem processos

entre os gnaisses de Lagoa da crusta média, os granulitos máficos da crusta inferior e os peridotitos do manto subcontinental.

Centro Interpretativo de Morais

O Localidades Geossítios Gabros de Sobreda — Evidências do transporte da crusta oceânica A solidificação de magma basáltico na crusta oceânica, em cialmente ao transporte tectónico da crusta oceânica para cima da crusta continental (obducção) originando flaser-gabros, também presentes neste local. A estrutura os gabros sofreram deformação, profundidade, gerou gabros. Devido à cristalização, mas essen-

reamento, devido à colisão de placas tectónicas. Esta colisão coloca em contacto a crusta oceânica, representada pelos basaltos metamorfizados (anfibolitos) dos fundos Mais uma vez a dinâmica da Terra mostra o seu poder, com a ocorrência de um car-Carreamento da Foz do Azibo — De pés e mãos na crusta oceânica e continental oceânicos, e uma antiga crusta continental (gnaisses de Lagoa)

laminada destas rochas permite

determinar a direção do transpor-

te tectónico por elas sofrido.



antiga crusta oceânica — o

Na área em estudo existem evidências da existência de uma Complexo Ofiolítico de Morais.

Devido aos movimentos tectó-

8.3. Etapa de Pós-Viagem

8.3.1. Trabalho síntese (Geopercurso A e B)

Este material foi construído com o intuito de "obrigar" os alunos a relembrar os conceitos abordados ao longo do percurso efetuado. Para esta etapa são propostos alguns temas de trabalho que deverão ser realizados pelos alunos (não ultrapassando as quatro páginas), já em sala de aula, sob responsabilidade do seu professor. Individualmente ou organizados em grupos, os alunos deverão escolher um dos temas e desenvolve-lo, respeitando os parâmetros definidos para cada um.

Esta atividade é importante para uma melhor consolidação de conhecimentos por parte dos discentes, que serão obrigados a repensar os principais assuntos abordados no campo. É uma fase imprescindível para perceber se afinal a saída de campo foi produtiva, e se os participantes tiraram partido das explicações que receberam, bem como sobre que matérias incidem as suas principias dificuldades.

Análise de casos reais (Geopercurso A)

Trabalho destinado principalmente a alunos que realizaram o geopercurso "Rochas e minerais". Esta análise de casos reais é baseada na temática das barragens e das pedreiras, que fazem parte do referido percurso. Os alunos deverão desenvolver o trabalho de acordo e respondendo aos seguintes parâmetros:

- 1. Qual o papel do Homem na alteração da paisagem natural? Dê exemplos.
- 2. Qual a sua opinião sobre pedreiras/barragens?
- 3. Qual o impacto das pedreiras/barragens na paisagem natural?
- 4. Realizou uma saída de campo onde observou vários exemplos de explorações ativas ou inativas de diferentes recursos geológicos. Enumere os principais materiais em exploração na região. Qual o papel destas explorações para a economia local? Em que são utilizados esses materiais?
- 5. Na sua opinião quais os principais aspetos positivos e negativos das pedreiras/barragens, quer para o ecossistema, quer para o Homem.
 - 6. Que conclusão retira sobre a existência destas estruturas na região em estudo?

• Revisão de conteúdos (Geopercurso B)

Trabalho baseado na atividade prática "Ciclo Varisco no Maciço de Morais". Neste trabalho é pedido aos alunos que desenvolvam uma pequena síntese de toda a história geológica da região de Morais, abordada ao longo da saída. Devem ser respeitados os seguintes parâmetros:

- 1. Faça um pequeno resumo sobre o que entendeu da história geológica de Macedo de Cavaleiros. Deve ser dado maior ênfase aos principais acontecimentos geológicos ocorridos na área correspondente ao Maciço de Morais, durante o ciclo Varisco.
- 2. Indique, de todos os assuntos abordados e observados ao longo de toda a atividade prática, aqueles que mais lhe agradaram e suscitaram maior interesse e curiosidade. Porquê?
- 3. Refira também quais as principais dificuldades sentidas a nível de conteúdos abordados. Ou seja, de todos os conceitos/acontecimentos geológicos abordados, sobre qual/quais sentiu maior dificuldade de compreensão.
- 4. Por fim, relacione os geossítios visitados com os conteúdos geológicos enumerados na história geológica da região, situando-os nas diferentes unidades alóctones existentes. Por exemplo, o geossítio gnaisses de Lagoa representa uma das unidades superiores do Complexo Alóctone Superior.

Capitulo 9

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi desenvolvido com base nos geossítios previamente inventariados por Pereira et al. (2012). As informações contidas no referido trabalho, bem como as diversas pesquisas bibliográficas e trabalho de campo efetuado na área em estudo, foram cruciais para que se tornasse possível a realização desta dissertação.

Os resultados obtidos através da aplicação da metodologia de quantificação adotada (Brilha, 2014) demonstram que Macedo de Cavaleiros possui um forte potencial didático do ponto de vista da geologia, que deve ser aproveitado. Contudo, as pontuações obtidas em critérios como "Deteorização de conteúdos", "Segurança" e "Condições de observação" são, na generalidade dos casos, relativamente baixas. Este facto coloca em aberto a possibilidade de, futuramente, o valor educativo de cada geossítio aumentar consideravelmente, através da aplicação de medidas de segurança e por uma correta e constante monitorização de cada geossítio.

Neste sentido, a presente dissertação pode servir como futuro elemento de avaliação das ações de valorização e monitorização levadas, ou não, a cabo no geoparque. Ou seja, visto que esta metodologia foi efetuada numa fase precária de implementação do geoparque, poderá ser repetida no futuro, servindo como base de comparação e consequente avaliação das possíveis (e desejáveis) alterações positivas à mesma. Este processo permitirá averiguar se as necessárias medidas de valorização propostas para cada geossítio foram, ou não, postas em prática, pelo que o ideal seria que o potencial educativo do território aumentasse consideravelmente.

A valorização didática dos geossítios selecionados teve por base a criação de dois percursos geológicos. Partindo desses percursos, o principal objetivo foi o desenvolvimento de materiais capazes de ilustrar (pósteres), descrever (folhetos informativos) e interpretar (Livro da história geológica e Caderno de Campo) aspetos geológicos à partida complexos, com uma linguagem simples e acessível a alunos do ensino secundário.

No presente trabalho consta apenas a criação de dois percursos geológicos. Contudo, importa realçar que, devido ao enorme potencial educativo da componente geológica da região, muitos outros percursos podem ser desenvolvidos, para alunos de diferentes níveis de ensino, e não apenas do ensino secundário como aborda esta dissertação. Temas relacionados com a tectónica, exploração de recursos minerais, bem como a aplicação desses recursos no nosso dia-a-dia, são apenas uma

pequena amostra da grande geodiversidade do conselho, e que pode ser usada em atividades direcionadas para jovens.

Dada a enorme riqueza do território de Macedo de Cavaleiros, não só a nível da geologia, existe ainda a possibilidade de valorizar o potencial de determinados geossítios, mostrando aos alunos em que medida a geologia se relaciona com outros subsistemas terrestres. Por exemplo, o facto de existirem rochas com uma geologia muito particular no Maciço de Morais permite o desenvolvimento de espécies de flora endémicas na região, algumas das quais não existem em nenhum outro local do planeta. Neste sentido, desenvolver estratégias educativas direcionadas para esta temática e que mostrem realmente esta relação de dependência da biodiversidade face à geodiversidade seria um importante passo a dar na mudança de mentalidades, realçando a ideia de que a biodiversidade depende da geodiversidade para poder subsistir, e não o contrário. Consciencializar a sociedade para estes assuntos, com certeza será importante na criação de um futuro mais sustentável, e onde o Geoparque Terras de Cavaleiros pode ter um papel preponderante.

O facto de, de todos os 42 geossítios aqui inventariados, apenas 12 terem sido usados na criação de estratégias de valorização, enaltecem a ideia de que mais de metade desses geossítios se encontram ainda à disposição, podendo ser valorizados, com vista à aplicação de estratégias educativas dentro do Geoparque, concretizando assim um dos principais objetivos do mesmo.

Por tudo isto, considera-se que os objetivos inicialmente apresentados foram totalmente respeitados, na esperança que os resultados e materiais produzidos sejam úteis ao Geoparque Terras de Cavaleiros, a fim de fomentar as atividades educativas no seu território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografia

- Abily B., Ceuleneer G. (2012) The dunitic mantle-crust transition zone in the Oman ophiolite: Residue of melt-rock interaction, cumulates from high-MgO melts, or both? *Geology*, vol. 41, p. 67-70.
- Almeida N. & Ribeiro M.A. (2010) A complexidade da escala geológica numa prática letiva assente no Trabalho de Campo: um exemplo para o Ensino Secundário. VIII Congresso Nacional de Geologia. Vol. 15, nº. 36.
- Bonito J. (2001) As atividades práticas no ensino das geociências: um estudo que procura a conceptualização. Instituto de Inovação Educacional. Lisboa, 290p.
- Braun M. & Kelemen P. (2002) Dunite distribution in the Oman Ophiolite: Implications for melt flux through porous dunite conduits. Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 3 (11): 8603. doi: 10.1029/2001GC000289.
- Brilha J. (2005) Património Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage Editores, Viseu, 190 p.
- Brilha J. (2006) Proposta metodológica para uma estratégia de geoconservação. Livro de resumos do VII Congresso Nacional de Geologia, J. Mirão e A. Balbino (Coord.), Estremoz, 925-927.
- Brilha J. (2009) A importância dos geoparques no ensino e divulgação das geociências. Revista do Instituto de Geociências USP, v. 5, p. 27-33.
- Brilha J. (2014) Inventory and quantitative assessment of geological and geocultural heritage: a review. Geoheritage, (submetido).
- Brilha J. & Galopim de Carvalho A. (2010) Geoconservação em Portugal: uma introdução. *In:* J.M. Cotelo Neiva, A. ribeiro, L. Mendes Victor, F. Noronha, M. Magalhães Ramalho (Eds.). Ciências Geológicas Ensino e Investigação e sua História. Associação Portuguesa de Geólogos, Volume II, Capítulo IV, p. 435-441.
- Brilha J., Alcala L., Almeida A., Araújo A., Azeredo A., Azevedo M.R., Barriga F., Brum da Silveira A., Cabral J., Cachão M., Caetano P., Cobus A., Coke C., Couto H., Crispim J., Cunha P.P., DiaS R.,

- Duarte L.V., D"ria A., Falé P., Ferreira N., Ferreira Soares A., Fonseca P., Galopim de Carvalho A., Gonçalves R., Granja H., Henriques M.H., Kullberg J.C., Kullberg M.C., Legoinha P., Lima A., Lima E., Lopes L., Madeira J., Marques J.F., Martins A., Martins R., Matos J., Medina J., Miranda R., Monteiro C., Moreira M., Moura D., Neto Carvalho C., Noronha F., Nunes J.C., Oliveira J.T., Pais J., Pena dos Reis R., Pereira D., Pereira P., Pereira Z., Piçarra J., Pimentel N., Pinto de Jesus A., Prada S., Prego A., Ramalho L., Ramalho M., Ramalho R., Relvas J., Ribeiro A., Ribeiro M.A., Rocha R., Sá A., Santos V., Sant'ovaia H., Sequeira A., Sousa M., Terrinha P., Valle Aguado B., Vaz N. (2010) O inventário nacional do património geológico: abordagem metodológica e resultados. e-Terra, vol. 18, nº 1, http://e-terra.geopor.pt, 4p.
- Carneiro C., Cunha C. & Campanha G. (1993) A Teoria e a Prática em Geologia e o Eterno Retorno. Revista Brasileira de Geociências, vol. 23, p. 339-346.
- Carvalho M.J. (2007) A Geologia da Serra do Marão: Proposta de uma exposição didática. Tese de Mestrado em Biologia e Geologia para o ensino. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Dias G., Brilha J.B., Alves M.I.C., Pereira D.I., Ferreira N., Meireles C., Pereira P. & Simões P.P. (2003)

 Contribuição para a valorização e divulgação do património geológico com recurso a painéis interpretativos: exemplos em áreas protegidas do NE de Portugal. Ciências da Terra (UNL), nº esp. V, p. 132-135.
- Dias R. (2010) Evolução geodinâmica de Portugal no contexto do ciclo Varisco. GEOTIC Sociedade Geológica de Portugal. VIII Congresso Nacional de Geologia. Volume 8 n.º3.
- Dias R. & Ribeiro A. (2010) Terrenos exóticos do NE do Portugal; um contributo para o inventário do património geológico português. GEOTIC Sociedade Geológica de Portugal. VIII Congresso Nacional de Geologia. Volume 18 n.º7.
- Dourado L. (2001) Trabalho Prático (17), Trabalho Laboratorial (17), Trabalho de Campo (17) e Trabalho Experimental (18) no Ensino das Ciências contributo para uma clarificação de termos. *In:* Ministério da Educação (Ed.), Ensino Experimental das Ciências: (Re)Pensar o Ensino das Ciências, p. 13-18.
- Estêvão C.M.S.V. (2010) O Património Geológico em Areas Protegidas no Maciço Ibérico: Inventariação de Geossítios baseada em pesquisa bibliográfica. Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação. Universidade do Minho.

- Farias P., Gallastegui G., González F., Marquínez J., Martín-Parra L., Martínez Catalán J., Pablo J. & Rodriguez-Fernández L. (1987) Aportaciones el conocimiento de la litostratigrafía y estrutura de Galicia Central. Memórias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 1, 411-431.
- Fernandes M. (2008) Valorizar e Divulgar o Património Geológico de Parque Nacional da Peneda-Gerês numa estratégia dirigida ao ensino das geociências. Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação. Universidade do Minho.
- Fraga R. (2010) Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia Brasil). Tese de Doutoramento em Ciências. Universidade do Minho.
- Gomes J. (2009) Maciço de Morais: um pedaço de história da Terra. Revista Parques e Vida Selvagem. Ano X, №29 22 de Setembro a 21 de Dezembro, p. 40-44.
- Gonçalves L. (2004) Caraterização Tectónica de Resíduos de Exploração de Areeiros. Contribuição para o uso Sustentável dos Recursos. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Gonçalves B. (2013) Avaliação do valor turístico dos geossítios do Geoparque Terras de Cavaleiros.

 Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação. Universidade do Minho.
- Gray M. (2004) Geodiversity: vakuing and conserving abiotic nature. John Wiley and Sons, Chichester, England, 434 p.
- Gray M. (2005) Geodiversity and Geoconservation: What, why, and How? The George Wright Forum, Volume 22, N.·3.
- Julivert M. & Martínez F. (1983) El Paleozoico de las Cadenas Costeras Catalanas. Libro Jubilar J. M. Rios Geologia de España, Volumen I'. IGME, Madrid, 529-536.
- Julivert M., Fontboté J.M., Ribeiro A. & Conde L. (1972) Mapa tectónico de la Península Ibérica y baleares a escala 1:1.000.000. Memória explicativa, IGME, Madrid.
- Leite L. (2001) Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. *In* H. V. Caetano & M. G. Santos (Orgs.), cadernos Didáticos de Ciências Volume 1. _Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES), pp. 77-96.

- Lotze F. (1945) Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch.*, 6, 78-92. (Tradução espanhola de 1950, in *publicaciones extrangeras sobre geologia de España*, V, 147-166).
- Mártinez Catalán J.R., Arenas R., Díaz García F., Rubio Pascual F.J., Abati J. & Marquínez J. (1996) Variscan exhumation of a subducted Paleozoic continental margin: The basal units of the Ordenes Complex, Galicia, NW Spain. Tectonics, Vol. 15, p.106-121.
- Mártinez Catalán J.R., Arenas R., Díaz García F., González Cuadra P., Gómez-Barreiro J., Abati J., Castiñeiras P., Férnandez-Suárez J., Sánchez Martínez S., Andonaegui P., González Clavijo E., Díez Montes A., Rubio Pascual F.J. & Valle Aguado B. (2007) Space and time in the tectonic of the northwestern Iberian Massif: Implications for the Variscan belt. *In*. Hatcher, R.D., Jr., Carlson, M.P., McBride, J.h., and Martínez Catalán, J.R., eds., 4-D Framework of Continental Crust: Geological Society of America Memoir 200, p. 403-423.
- Martínez Catalán J.R., Arenas R., Abati J., Martínez S.S., Garcia F.D., Suárez J.F., Cuadra P.G, Castiñeiras P., Barreiro J.G, Montes A.D, Clavijo E.G., Pascual F.J.R., Andonaegui P., Jeffries T.E, Alcock J.E., Fernández R.D., Carmona A.L. (2009). A rootless suture and the loss of the roots of a mountain chain: The Variscan belt of NW Ibéria. *Comptes Rendus Geoscience*, Volume 341, Issue 2, Pages 114-126.
- Matte P. (1991) Accretionary history and crustal evolution of the Variscan belt in Western Europe. *Tectonophysics*, 196, 309-337.
- Matte P. (2001) The Variscan collage and orogeny (480-290 Ma) and the tectonic definition of the Armorica microplate: a review. Terra Nova, 13(2), 122-128.
- Mendes A. & Rebelo D. (2011) Trabalho Prático em Ciências. *In:* Manuel P. e Alcina M. (Coord.). Cadernos Pedagógicos do Centro de Formação de Associação de escolas do concelho de Ílhavo, Vagos e Oliveira do Bairro, p. 3-9.
- Ministério da Educação (2001) Programa de Biologia e Geologia 10° Ano. Departamento de Ensino Secundário. Lisboa, 97p.
- Ministério da Educação (2003). Programa de Biologia e Geologia 11° Ano. Departamento de Ensino Secundário. Lisboa, 48p.

- Ministério da Educação (2004). Projeto de programa da disciplina de Geologia 12° Ano. Departamento de Ensino Secundário. Lisboa, 58p.
- Ministério da Educação (2004a). Organização curricular e Programas do Ensino Básico 1° Ciclo. Departamento da Educação Básica. Lisboa, 242p.
- Moreira J. (2001) O Trabalho de Campo em Geologia com alunos do 11º ano uma perspetiva inovadora. Da construção de materiais à aprendizagem dos alunos: Um estudo na área de Valongo. Tese de Mestrado em Geologia para o ensino. Universidade do Porto.
- Nance R., Gutiérrez-Alonso J., Keppie D., Linnemann U., Murphy J., Quesada C., Strachan R. & Woodcock N. (2010) Evolution of the Rheic Ocean. Gondwana research. 17, 194-222.
- Nascimento M.A.L., Ruchkys U.A. & Mantesso Neto V. (2008) Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo, trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. 1º Ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo).
- 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, p. 325-331.
- Orion N. (1996) An holistic approach to introducing geosciences into a schools: The Israeli model from practice to theory.
- Orion N., Thompson D.B. & King C. (1996) Earth Science Education: an extra dimension to science education in school. Cadernos IG/Unicamp. Vol. 6, No.1, p. 122-133.
- Pereira D.I. (1997). Sedimentologia e Estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes oriental (NE Portugal). Dissertação de doutoramento. Universidade do Minho.
- Pereira D.I. (2004) Dos aspetos gerais a algumas particularidades da geomorfologia do Nordeste Transmontano e do Alto Douro. *In* M.A. Araújo & A. Gomes (Eds.) Geomorfologia do NW da Península Ibérica, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, GEDES, 71-91.
- Pereira D.I., Brilha J., Pereira P. (2012) Inventariação, Caraterização e Avaliação do Património Geológico do concelho de Macedo de Cavaleiros. Relatório elaborado para a Câmara Municipal de Macedo de Cavaleiros no âmbito do projeto do "Geoparque Terras de Cavaleiros", 129p.

- Pereira E. (sem data) Breve História Geológica do NE de Trás-os-Montes (Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo e Maciço de Morais). http://www.azibo.org/geohistoriappaa.pdf.
- Pereira E. (coord) (2000) Carta Geológica de Portugal à escala 1/200000. Folha 2- Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa.
- Pereira E. (2011) Geology of the Morais massif. In: C. Aguiar & T. Monteiro-Henriques (eds.). A Natureza dos ultramáficos de Morais. Instituto Politécnico de Bragança.
- Pereira E., Ribeiro A. & Castro P. (2000) Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000. Notícia explicativa da Folha 7 D (Macedo de Cavaleiros). Serv. Geol. de Portugal. 63p.
- Pereira E., Ribeiro A., Oliveira D., Machado M., Moreira M., Castro P. (2003) Unidade de Pombais: Ofiolito inferior do Maciço de Morais (NE de Trás-os-Montes Portugal). nº esp. V. CD-ROM, B64-B67, Ciências da Terra (UNL), Lisboa.
- Pereira J. (2010) Conceção de uma Estratégia de Geoconservação para Cabo Verde e sua aplicação Á ilha de Santiago. Tese de Doutoramento em Ciências. Universidade do Minho.
- Pereira P. (2006) Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho. Tese de doutoramento em Ciências. Universidade do Minho.
- Poças E. (2004) Contribuição da Palinologia para a caraterização paleoecológica e paleoclimática do Cenozóico a norte do Douro. Tese de Mestrado, Universidade do Minho.
- Quesada C. (1992) Evolutión Tectónica del Macizo Ibérico (Una historia de crecimiento por acrecencia sucessiva de terrenos durante el Proterozoico superior y el Paleozoico). *In* J.G. Guitiérrez Marco, J. Saavedra & I. Rabano (Eds.) *Paleozoico Inferior de Ibero-América*, Universidad de Extremadura, 173-190.
- Ribeiro A. (2006) A Evolução Geodinâmica de Portugal. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J. Kullberg (Eds.), Geologia de Portugal no contexto da Ibéria. Évora: Universidade de Évora.
- Ribeiro A., Antunes M.T., Ferreira M.P., Rocha R., Soares A.F., Zbyszewski G., Moitinho de Almeida F., Carvalho D. & Monteiro J.H. (1979) Introduction à la géologie générale du Portugal, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

- Ribeiro A., Quesada C. & Dallmeyer R.D. (1990) Geodynamic evolution of the Iberian Massif. In R.D. Dallmeyer & E. Martinez (Eds.) Pre-Mesozoic Geology of Ibera, Springer Verlag, Heidelberg, 399-409.
- Ribeiro A., Pereira E., Ribeiro, L. & Castro P. (2006) Unidades alóctones da região de Morais (Trás-os-Montes oriental). *In:* R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha e J. Kullberg (Eds.), "Geologia de Portugal no contexto da Ibéria". Universidade de Évora, p. 85-105.
- Rocha P. (2003) O trabalho de campo no processo de alfabetização científica dos cidadãos: Investigação desenvolvida na praia de Lavadores Vila Nova de Gaia. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Scortegagna A. & Negrão O.B.M. (2005) Trabalhos de campo na disciplina de Geologia Introdutória: a saída autônoma e seu papel didático. *Terrae Didática*, 1(1): 36-43.
- Sharples C. (2002) Concepts and principles of geoconservation. Ficheiro PDF publicado eletronicamente nas páginas do Tasmanian Parks & Wildlife Service, Australia, 79 p.
- Silva P. (2007) Inventariação do Património Geológico do concelho de Vieira do Minho e sua utilização com fins didáticos. Tese de Mestrado. Universidade do Minho.

Vera J.A. (Ed.) (2004) – Geologia de España, SGE-IGME, Madrid.

Webgrafia

www.cm-macedodecavaleiros.pt – (http://www.cm-macedodecavaleiros.pt/PageGen.aspx?WMCM_Paginald=44346) – visitado em Novembro de 2013 www.cm-macedodecavaleiros.pt – Guia de Morais (http://issuu.com/gabinete.comunicacao/docs/guiademorais) – visitado em Agosto de 2013

ANEXOS

Anexo I

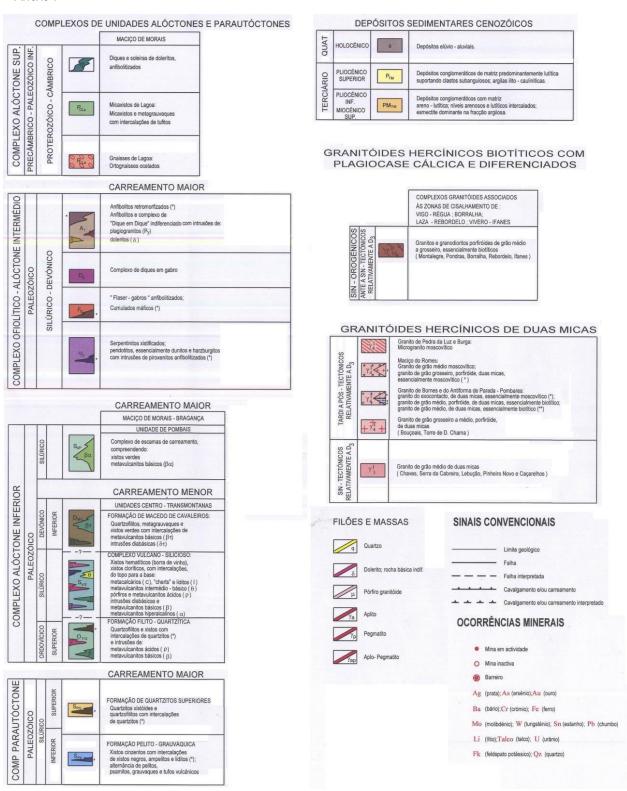


Figura Anexo I – Legenda do extrato da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:200 000 (modificado de Pereira, 2000) (em Pereira et al., 2012).