

Módulo de Ensino de Geociências no Campo: os Geoparques e os Geossítios

Geopark Naturtejo da Meseta Meridional



Joana de Castro Rodrigues
Carlos Neto de Carvalho
Maria Manuela Catana

Geopark Naturtejo da Meseta Meridional, sob os auspícios da UNESCO

Project GEOescolas



Série Módulos de Ensino GEOescolas

“Módulo de Ensino de Geociências no Campo: os Geoparques e os Geossítios”

Castelo Branco – PORTUGAL

2013



Série Módulos de Ensino GEOescolas

GEOescolas é um projecto da União Europeia financiando pelo Programa de Aprendizagem ao Longo da Vida que reúne geocientistas de universidades, museus, geoparques, centros de formação de professores e pedagogos que melhor podem "traduzir" as geociências em oportunidades de aprendizagem e linguagem que possam ser compreendidas pelos alunos.

“Módulo de Ensino de Geociências no Campo: os Geoparques e os Geossítios”

Geoparque Europeu & Global, sob
os auspícios da UNESCO
Av. Nuno Álvares, 30
6000-083 Castelo Branco (PORTUGAL)
Web: <http://www.naturtejo.com>

GEOescolas

Coordenador:

*Universidade Nacional e Kapodistriana de
Atenas - Grécia:*

Michael Dermitzakis & Georgia Fermeli

Parceiros:

*Comité de Didáctica das Geociências da
Sociedade Geológica da Grécia:*

Anastasia Koutsouveli

Universidade de Saragoça - Espanha:

Guillermo Meléndez Hevia

*Universidade de Alcalá de Henares, Madrid-
Espanha:*

Amelia Calonge García

*Universidade de Palermo (Museu Geológico
G.G. Gemmellaro) - Itália:*

Carolina D'Arpa & Carolina Di Patti

Geopark Naturtejo - Portugal:

Carlos Neto de Carvalho & Joana Rodrigues

Museu Krahuletz - Austria:

Fritz Steininger

Autores:

Joana de Castro Rodrigues

Carlos Neto de Carvalho

Maria Manuela Catana

Capa:

Nuno Brás Dias

Fotografias:

Joana de Castro Rodrigues,

Carlos Neto de Carvalho

Maria Manuela Catana

Design:

Layer – Design and Print Studio. Castelo
Branco, Portugal

Publicação:

Geopark Naturtejo Meseta Meridional
Av. Nuno Álvares, 30
6000-083 Castelo Branco (PORTUGAL)

IMPRESSO EM PORTUGAL

Este documento faz parte do Projecto “GEOschools-Teaching
Geosciences in Secondary Schools”. EACEA-Lifelong
Learning Programme: Comenius, ICT and Languages.
Nr. 510508-2010-LLP-GR-COMENIUS-CMP.

Este projecto foi financiado com o apoio da Comissão
Europeia. Esta publicação expressa a opinião dos autores e a
Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que
possa ser dado à informação aqui apresentada.

ISBN: 978-989-97888-1-7

Copyright ©: 2013 by GEOschools

Índice

I. Introdução	3
1. Como surge o Módulo de Ensino das Geociências no Campo: os Geoparques e os Geossítios	4
2. Objetivos gerais	6
3. Estratégia	7
II. Descrição do Itinerário	11
Falha do Ponsul	12
<i>Inselberg</i> de Monsanto	13
Parque Icnológico de Penha Garcia.....	14
Monumento Natural das Portas de Ródão	16
Troncos Fósseis de Vila Velha de Ródão.....	17
Geomonumento das Portas de Almourão	18
III. Documentos para os professores	21
Saídas de Campo - Planificações	
Atividade 1.....	22
Atividade 2.....	23
Atividade 3.....	24
Atividade 4.....	25
Atividade 5.....	26
Atividade 6.....	27
Atividade 7.....	28
IV. Documentos para os alunos	29
Documento 1.....	30
Documento 2.....	33
Documento 3.....	38
Documento 4.....	42
Documento 5.....	47
Documento 6.....	52
Documento 7.....	55
V. Bibliografia	59

ANEXOS

Apresentações PowerPoint sobre os geossítios do Geopark Naturtejo para a sala de aula

Apresentação 1 – Geopark Naturtejo da Meseta Meridional visto da sala de aula

Apresentação 2 – Falha do Ponsul

Apresentação 3 – *Inselberg* de Monsanto

Apresentação 4 Parque Icnológico de Penha Garcia

Apresentação 5 – Monumento Natural das Portas de Ródão

Apresentação 6 – Árvores Fósseis de Vila Velha de Ródão

Apresentação 7 – Geomonumento das Portas de Almourão

I. Introdução

1. Como surge o Módulo de Ensino das Geociências no Campo: os Geoparques e os Geossítios?

O Módulo de Ensino das Geociências no Campo: os Geoparques e os Geossítios surge no âmbito do projecto europeu “GEOescolas-Ensino das Geociências no 3º Ciclo do Ensino Básico” financiado pelo Lifelong Learning Programme - COMENIUS que reúne geocientistas de diferentes universidades, museus, geoparques, professores e escolas de formação para professores, que melhor conseguem “traduzir” as Geociências numa linguagem e aprendizagem acessíveis a todos os estudantes (Fermeli et al., 2011).

O objetivo deste projecto é definir modelos com princípios para uma literacia em Geociências para todos os cidadãos europeus, a ser aplicado, pelo menos, nos programas escolares das escolas básicas e secundárias dos respectivos países participantes. Os objetivos principais deste projecto são: (a) preencher o vazio entre o conhecimento científico e o conhecimento Geocientífico nas escolas; (b) aumentar o conhecimento dos professores e a capacidade dos estudantes na avaliação e apreciação das Geociências; (c) melhorar as capacidades educativas das Geociências no meio escolar Europeu; (d) estabelecer e sustentar um consórcio em investigação e iniciativas na didática geocientífica e (e) apoiar a educação para a sustentabilidade.

O Ensino das Geociências no 3º Ciclo do Ensino Básico não é uma temática nova em Portugal. Desde algumas décadas a esta parte vários especialistas em Didática da Geologia têm-se debruçado particularmente sobre o currículo no ensino obrigatório das Geociências com os objetivos de inovar nas estratégias educativas, melhorar a formação de professores e melhorar tanto os conteúdos pedagógicos como científicos dos manuais escolares (i.e., Andrade, 1991; Marques & Praia, 2001, dando apenas alguns exemplos).

As pontes entre investigação e inovação educacional têm vindo a ser melhoradas e as consequências nos currículos adicionais de Geociências estão agora mais próximos com a demanda atual da sociedade portuguesa e com o dia-a-dia dos alunos, futuros cidadãos. Também desde há muito e também dos muito influentes trabalhos de Orion (1993) e Orion & Hofstein (1994), o ensino de geociências no campo é considerado uma das maiores ferramentas metodológicas sob a abordagem Ciências-Tecnologia e Sociedade.

O principal objetivo do Ensino das Geociências no Campo não é contribuir para a formação de geólogos, mas antes trabalhar procedimentos, atitudes e conceitos geológicos que possam capacitar os alunos a compreender e interpretar o ambiente natural.

Ainda nesta perspetiva, o Ensino das Geociências no Campo pode estimular o interesse conhecer melhor o mundo (Rebelo & Marques, 2000). De acordo com Marques et al. (2001), ensinar no campo é fundamental porque: a) introduz intencionalidade na aprendizagem estruturando conceitos geológicos; b) contribui para articular a atividade de investigação didática com a sala de aula e o laboratório; c) promove a observação cuidadosa e refletida; e d) encoraja discussões sobre problemas específicos acerca do mundo natural. Ensinar no campo pode também contribuir para aproximar professores e alunos num ambiente mais informal onde ambos podem aprender uns com os outros.

Existe um consenso geral entre professores sobre a importância do campo no ensino da geologia uma vez que o contacto com os processos naturais facilita aprender geociências. Porém, boa parte dos professores sente várias dificuldades conceptuais e metodológicas quando levam os seus alunos para o campo. De acordo com Moreira et al. (2002), o trabalho de campo promovido pelas escolas não corresponde às expectativas. Normalmente, e mesmo se a oferta de atividades educativas para as escolas tem melhorado nos últimos anos, está muitas vezes limitada a atividades desconectadas dos currículos e do que é lecionado nas aulas e quase sempre sem

fundamentos epistemológicos e didáticos. Estas atividades restringem a iniciativa dos alunos e reduzem o nível de participação para observações qualitativas e manipuladas, normalmente sem planeamento prévio, desconectadas de ideias prévias e interesses dos alunos e quase sem dimensão social (Moreira et al., 2002).

Um estudo sobre as concepções sobre o Ensino no Campo feito através de questionário a 132 professores portugueses (Rebello & Marques, 2000), analisando as atitudes dos professores no que respeita o ensino no campo, as suas dificuldades e a organização pedagógica, mostrou que 60% dos professores pensa que o campo é o local mais importante de ensino/aprendizagem de conceitos e processos geológicos; 90% dos professores promove saídas de campo para facilitar a observação e interpretação de conceitos, e 81% para motivar alunos para o currículo. As dificuldades sentidas pelos professores estão principalmente relacionadas com a falta de formação, apesar do número crescente de ofertas educativas por diferentes instituições, como universidades, geoparques, museus e outras instituições relacionadas com as Geociências. No mesmo estudo 57% dos professores tinha dificuldades didáticas e conceptuais com a Geologia de Campo, 70% tinha obstáculos financeiros e 43% organizava poucas atividades de campo devido à grande extensão do currículo a ser ensinado na sala de aula. Finalmente, considerando a organização, apenas 43% dos professores planificam as suas atividades (Rebello & Marques, 2000).

O trabalho de campo no 3ª Ciclo do Ensino Básico deve ser planeado como parte integrante do currículo e não como uma atividade isolada.

Segundo Bonito & Bernardo Sousa (1997, e autores previamente referidos) há diferentes categorias de ensino de geociências no campo, todas requerendo planificação cuidada na sala de aula, execução pedagógica fundamentada, aprofundamento do trabalho e revisão após a viagem de campo, e uma avaliação final das atividades: a) saída de campo ilustrativa, procurando esclarecimentos, em contacto com exemplos reais de conceitos aprendidos na sala de aula; b) saída de campo motivadora, criando predisposição e interesse; c) saída de campo treinada, desenvolvendo competências e orientando o desempenho dessas competências; e d) saída de campo de geração de problemas, orientando o aluno a apresentar e resolver problemas que são assumidos como objetivos básicos da atividade científica.

Ensinar no campo permite, de acordo com Bonito & Bernardo Sousa (1997): (1) considerar a preconcepção dos conceitos geológicos por cada aluno; (2) desenvolver aprendizagens significativas de novos conceitos geológicos; (3) contactar pela primeira vez com a realidade; (4) contactar, testar e verificar diretamente conceitos e processos aprendidos na sala de aula e no laboratório; (5) recolher informação no campo para trabalho subsequente na sala de aula e no laboratório; (6) sugerir problemas e formular primeiras hipóteses e questões; (7) usar competências relativas com atividades de campo, exemplificando conhecimento teórico; (8) desenvolver atitudes e valores, como o entusiasmo pela descoberta, a atitude científica e o compromisso ético com o ambiente; e (9) desenvolver interesse pelo trabalho de campo e competências para o fazer.

Este Módulo de Ensino surge no culminar de uma linha de investigação em que se analisaram de forma comparativa e crítica os currículos e programas de Ensino de Geociências no Ensino Básico e Secundário dos países europeus envolvidos no projecto e se pesquisou junto dos alunos e professores, através de questionários, os seus próprios interesses relativamente aos conteúdos de Geociências, alguns já abordados outros que eventualmente deveriam ser explorados no ensino obrigatório, assim como as suas preferências relativamente a estratégias de ensino. Com a análise e o cruzamento destes dados foi proposto um Enquadramento Europeu com Princípios de Literacia Científica para as Geociências com conteúdos e competências que julgamos essenciais para alunos que terminam o ensino básico, dando-lhes as bases para o exercício de uma cidadania europeia plena. Os Módulos de Ensino são ferramentas práticas dos princípios propostos, mostrando sugestões didáticas que, no caso específico das Geociências no Campo – Geoparques

e Geossítios –, foram aplicados no Geopark Naturtejo da Meridional (Portugal) como paradigma, mas pode ser replicado em qualquer Geoparque da Rede Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO, ou em qualquer Geossítio.

Ensino das Geociências no Geopark Naturtejo da Meseta Meridional

O Geopark Naturtejo, pertencente às Redes Europeia e Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO desde 2006, tem cerca de 170 geossítios e uma história geológica de 600 milhões de anos, numa área que se estende por 4624 km². Este território apresenta uma extensa área aplanada cortada por cristas quartzíticas, relevos residuais graníticos, revelos residuais sedimentares e pela bacia hidrográfica do rio Tejo, por vezes profundamente entalhada na superfície aplanada. A paisagem é também pautada pelo desnível provocado pela atividade recente da Falha do Ponsul, um degrau tectónico cuja origem remonta à formação da Pangeia.

Os geossítios selecionados para o Módulo de Ensino das Geociências no Campo incluem-se em áreas protegidas, sítios arqueológicos e percursos pedestres.

O módulo “Ensino de Geociências no Campo: Geoparques e Geossítios” no Geopark Naturtejo é centrado não só nos temas Geoparques e Geossítios, mas também na Geodiversidade, Património Geológico, Geoconservação, Conservação da Natureza e Impacte do Homem na Paisagem. Trata-se de um local privilegiado para propor pontes interdisciplinares em Arqueologia, Biodiversidade e Cultura.

No Geopark Naturtejo existem Programas Educativos de acordo com os currículos nacionais do Ministério da Educação Português, destinados a todos os níveis de ensino, desde o pré-escolar até ao ensino universitário (Catana, 2009a). No programa “A Escola vai ao Geopark”, alunos e professores visitam geossítios, museus, percorrem percursos pedestres, fazem passeios de barco, visitam um Centro de Ciência, sempre guiados pela equipa especializada do Geopark Naturtejo. No programa “Geopark vai à Escola” a equipa do Geopark desenvolve atividades na sala de aula ou promove o conhecimento da geodiversidade à volta da escola. Existe ainda um programa anual especial “Anim’ a Rocha”, concebido para apoiar alunos e professores ao longo de todo o ano. E como a Educação não termina na escola o Geopark trabalha para comunicar patrimónios ao público desenvolvendo estratégias adequadas, com ferramentas específicas e guias especializados (Neto de Carvalho, 2009; Catana, 2009b; Rodrigues, 2012).

2. Objetivos gerais deste Módulo de Ensino

- Desenvolver o raciocínio geológico através da observação de campo
- Compreender o planeta Terra como um sistema
- Compreender que a paisagem resulta da dinâmica terrestre
- Reconhecer na paisagem evidências da geodinâmica interna
- Reconhecer evidências da dinâmica interna da Terra
- Distinguir os diferentes tipos de rochas e conhecer os seus processos de formação
- Conhecer e relacionar as grandes etapas da História da Terra
- Compreender a importância dos fósseis e rochas enquanto testemunhos do Passado e do Tempo
- Reconhecer o papel do Homem no planeta Terra
- Apreciar o Património Geológico como elemento para o desenvolvimento sustentável local
- Consciencializar para a Geodiversidade e para a Geoconservação

- Reconhecer responsabilidades nas questões da geoconservação enquanto cidadão, a nível local, nacional e internacional
- Aprender a construir argumentos persuasivos a partir de evidências

3. Estratégia

Neste módulo propõe-se uma estratégia que promova o envolvimento dos alunos na resolução de situações-problema, favorecendo a explicitação de conceções prévias, formulação e confrontação de hipóteses, contribuindo para um pleno exercício da sua cidadania, nomeadamente para o debate de ideias e tomadas de posição relativamente a temas de Património Geológico e Geoparques.

Na base de todo o módulo, e adjacente ao suporte conceptual, estará a construção da história geológica do Geopark Naturtejo que irá sendo revelada através das atividades propostas nos geossítios escolhidos.

Ensino de Geociências em Geoparques e outras áreas de especial importância para o uso do Património Geológico

A Educação é um dos pilares de um Geoparque sob os auspícios da UNESCO. Através da Educação é possível consciencializar para a importância da Conservação da Natureza, mantendo a integridade do Património Geológico e sensibilizar para o Geoturismo, com geoturistas mais conscientes e exigentes em termos de uma oferta local mais justa e com maior qualidade. Assim os Programas Educativos dos geoparques desempenham um papel fundamental que alicerça toda a sua atividade.



Ensinar no campo requiere estratégias pedagógicas diferentes

Assim, nos geoparques os Programas Educativos devem ser assegurados por monitores especializados com preparação pedagógica e científica em Geociências que garantam a qualidade dos conteúdos abordados e das estratégias utilizadas, assim como a adequação da linguagem aos níveis de ensino/escalões etários.

No que respeita as estratégias didáticas (Catana, 2009b; Rodrigues, 2012) os geoparques diferenciam-se pelo desenvolvimento de ferramentas e atividades que valorizam os geossítios, explorando conteúdos curriculares. A magnitude espaço-temporal dos fenómenos e processos geológicos é um dos maiores obstáculos à compreensão da Geologia e a utilização de modelos é uma das formas de minimizar este efeito. Assim os geoparques têm diferentes abordagens para promover a perceção do tempo, o tamanho e a intensidade dos fenómenos com modelos que interpretem os processos e permitam aos alunos melhor compreender fenómenos complexos. A utilização de ferramentas sensoriais como a visão é muito recomendada. Atualmente todos têm acesso a diferentes materiais para construir simples e baratos modelos para usar no campo ou

aplicações móveis que vão fazendo parte do dia-a-dia, como o GPS, IPAD's ou smartphones para capturar e comunicar informação.

No Geopark Naturtejo os Programas Educativos estão estruturados por níveis de ensino, com conteúdos adaptados aos diversos programas curriculares, de modo a que os alunos sintam que as saídas de campo aos geossítios surgem contextualizadas e possam aplicar os seus conhecimentos na resolução de problemas/resposta a questões. Deste modo, é fundamental que os professores preparem as visitas aos geoparques com aulas pré-campo focadas nos geoparques, na sua geodiversidade e património geológico, análise de cartografia temática, análise das paisagens geológicas com recurso a imagens GogleEarth®, observação de rochas, minerais e/ou fósseis e que concluam com uma aula pós-campo para análise de fotografias obtidas e discussão das observações efetuadas, e da correção das atividades propostas, reforçando a relação entre o programa curricular e os exemplos estudados.

Além da visita a geossítios podem incluir-se também percursos pedestres temáticos, passeios de barco ou de kayak e ou/ desportos de aventura, atividades que pelo seu carácter lúdico-pedagógico potenciam a aprendizagem porque diversificam as experiências e introduzem uma abordagem mais abrangente ao Meio Ambiente. Por outro lado, nos geoparques também se incluem as visitas a museus, centros de interpretação, aldeias histórias, sítios arqueológicos, áreas protegidas, locais que promovem a interdisciplinaridade e exploração da Geodiversidade como suporte da Biodiversidade ou a ocupação humana como consequência da Geodiversidade. É fundamental nas novas sociedades a introdução de novas



A utilização de GPS para localizar e medir a orientação de estruturas sedimentares e metamórficas



Exemplo do *workshop* Detectives das Rochas



Excursões de barco no Monumento Natural das Portas de Ródão

tecnologias de informação e interpretação de dados como o recurso ao GoogleEarth® de enquadramento no pré-campo ou de interpretação pós-campo, ou o uso de GPS, nomeadamente em atividades como o Geocaching ou na localização de Earthcaches®. Este tipo de ferramentas e o fomento do uso das redes sociais e de ferramentas como o Panoramio no GoogleEarth® contribuem para a generalização das Geociências na Sociedade, adequando o desenvolvimento tecnológico à investigação científica e disseminação pública dos seus resultados. Outra forma de promoção das geociências para a Sociedade é a discussão, através da apresentação de exemplos nos geossítios e geoparques, de exploração sustentável de recursos geológicos, evidências de risco geológico e das alterações climáticas à escala geológica (geoistórica) e humana (histórica), introduzindo os geocientistas como especialistas fundamentais para a previsão de cenários, modelação de processos e acompanhamento de soluções técnico-científicas.



Realização de um documento filmico sobre as técnicas ancestrais de garimpo de ouro em Proença-a-Nova no âmbito do projecto escolar anual Anim'a Rocha

Os geoparques devem proporcionar Programas Educativos no Geopark para escolas nacionais e oriundas de outros países desta forma difundido a linguagem técnica e o raciocínio científico na cultural geral e o diálogo intercultural, mas também Programas para escolas do território, englobando atividades de sala de aula e atividades de campo sobre a Geodiversidade da região da escola. Este tipo de atividades tem como objetivo aumentar o conhecimento dos alunos sobre a área em que vivem, promovendo a consciencialização sobre o património e recursos da sua região. Por outro lado os geoparques devem proporcionar aos alunos maior contacto com as comunidades locais, com projetos anuais que permitam o desenvolvimento de competências de cidadania (Rodrigues *et al.* 2012). Estes Programas Educativos desenvolvidos em metodologia de projecto devem ser adaptados às necessidades presentes dos alunos, enquanto cidadãos integrados na sua comunidade, e ser planeados com eles, sendo que o processo e o resultado devem incluir a comunidade e contribuir para a resolução dos seus problemas/valorização da sua identidade.



Aprender Geociências no Campo deve ser para todos

Os geoparques devem proporcionar aos alunos maior contacto com as comunidades locais, com projetos anuais que permitam o desenvolvimento de competências de cidadania (Rodrigues *et al.* 2012). Estes Programas Educativos desenvolvidos em metodologia de projecto devem ser adaptados às necessidades presentes dos alunos, enquanto cidadãos integrados na sua comunidade, e ser planeados com eles, sendo que o processo e o resultado devem incluir a comunidade e contribuir para a resolução dos seus problemas/valorização da sua identidade.

Não menos importante é a estruturação progressiva dos geoparques como territórios inclusivos, onde todos têm acesso à Educação. Desta forma, urge dotar os geossítios e espaços interpretativos com um conjunto de ferramentas e equipamentos que permitam o acesso fácil à

informação e ao usufruto por parte de alunos com necessidades educativas especiais, temporárias ou permanentes. A Educação Inclusiva passa pela adaptação de geossítios a diferentes níveis cognitivos e de condição física-motora, o que contribui ainda para ampliar o seu potencial de uso por turistas e membros da comunidade local.

II. Descrição do Itinerário

1ª Paragem - Falha do Ponsul

2ª Paragem – *Inselberg* de Monsanto

3ª Paragem – Parque Icnológico de Penha Garcia

4ª Paragem - Monumento Natural das Portas de Ródão

5ª Paragem - Troncos Fósseis de Vila velha de Ródão

6ª Paragem – Geomonumento das Portas de Almourão

Falha do Ponsul

A Falha do Ponsul foi identificada pela primeira vez pelo geógrafo pioneiro em Portugal, Hermann Lautensach, em 1932, tendo sido estudada sob vários pontos de vista e acompanhada até aos dias de hoje por cientistas portugueses célebres, como o geógrafo Orlando Ribeiro.

Actualmente, do Castelo Medieval de Idanha-a-Nova construído no século XII, apenas restam ruínas, mas a sua localização é facilmente explicada por razões geológicas. A fortaleza foi edificada no bloco levantado da Falha do Ponsul, uma das mais importantes falhas activas da região, com uma extensão de cerca de 120 km e que iremos voltar a observar em Vila Velha de Ródão. Esta falha teve origem há cerca de 300 Ma, com a colisão de placas litosféricas que terão dado origem à Pangeia, já em fase tardia da Orogenia Varisca, ocorrendo um movimento de desligamento esquerdo. Na Orogenia Alpina, há cerca de 10 Ma, terá ocorrido a sua reactivação dando-se um movimento vertical inverso, com um rejeito que aqui atinge mais de 120 m de altitude.

Este enorme degrau que separa a Superfície de Castelo Branco da Superfície do Alto Alentejo constituiu uma estrutura de defesa natural, tendo sido a escolha mais óbvia para a construção do castelo, assim como de outras estruturas defensivas, ao longo da mesma. Este miradouro permite ainda observar não só o enorme rejeito alpino desta falha, como também a sua evolução em várias fases, a geomorfologia de uma extensa área do Geopark Naturtejo, destacando-se superfícies de aplanação (Alto Alentejo), relevos residuais (Inselberg de Monsanto, cristas quartzítica de Penha Garcia, Monforte da Beira e seu prolongamento para S. Martinho-Castelo Branco, Sierra de S. Pedro e Serra de S. Mamede), etc.

A paisagem idanhense é caracterizada pela escarpa granítica de Idanha e pelo plano da Várzea, apresentando características geológicas e geomorfológicas completamente distintas. O seu contacto é brusco, tendo uma origem tectónica. A Falha do rio Ponsul é um importante acidente tectónico do **Maciço Ibérico**, que se estende por cerca de 85km em território português, e que se prolonga por Espanha, atingindo um comprimento total de aproximadamente 120km (Dias e Cabral, 1989). Tem uma orientação geral ENE-WSW. A falha esboça a primeira subida do planalto da Meseta em direcção à Cordilheira Central, elevando-o da Superfície de aplanação do Alto Alentejo, a Sul, para a **Plataforma de Castelo Branco**, mais alta, a Norte. O rio Ponsul segue a falha por 35km. O percurso do Rio Ponsul sobre a falha é, no entanto, **epigénico**, pois corta-a indiferenciadamente. De facto, o rio Ponsul sai do seu desfiladeiro entalhado na superfície de Castelo Branco, bem patente na Senhora da Graça, onde aqui corre condicionado pela evolução complexa da zona de falha, passando a descrever meandros livres ao pé da escarpa de falha. O Ponsul sobrepõe-se à falha do Ponsul por epigenia, no entanto o seu percurso é controlado pela falha, o que mostra a antecendência do rio condicionada por reactivações recentes da falha.



Falha do Ponsul evidenciando múltiplos movimentos verticais.

A Falha do Ponsul corresponde a uma estrutura tardivarisca com mais de 300 milhões de anos, evidenciando originalmente um movimento do tipo **cisalhamento esquerdo**, tendo separado regiões até cerca de 1,5km da sua origem. A sua

reactivação mais recente como **falha inversa** é mostrada por contactos por falha entre as rochas antigas do soco e sedimentos com menos de 50 milhões de anos e por dados geomorfológicos – a escarpa de falha, elemento dominante do relevo regional, ainda bem preservada nesta zona, como o atesta as fragas verticais. A escarpa de falha apresenta grande frescura no granito em Idanha-a-Nova, onde é vertical, com cerca de 150m de desnível.

A falha moveu-se nos últimos 2,5 a 2 milhões de anos, com deslizamentos verticais acumulados entre 65 e 130m, o que conduz a uma taxa média de deslizamento entre 0,026mm/ano e 0,065mm/ano. A última separação vertical de 10m deu-se há cerca de 300000-100000 anos (Dias e Cabral, 1989). A Falha do Ponsul é considerada uma falha activa com baixo grau de actividade. O sismo de máxima magnitude para esta falha foi calculado entre 6,75 e 7,25 na Escala de Richter (sismo de média-grande intensidade), com um intervalo de recorrência para um sismo máximo de 30000 e 9000 anos, respectivamente (Dias e Cabral, *op. cit.*).

Inselberg de Monsanto

Monsanto é uma Aldeia Histórica construída sobre o plutonito granítico sinorogénico de Penamacor-Monsanto. A particularidade deste maciço granítico é aflorar nesta zona em três inselberge, Monsanto, Moreirinha e Alegrios, relevos residuais surgem de uma longa etapa de intensa e profunda meteorização química do Maciço Ibérico durante o Mesozóico, seguidos de ciclos de erosão-exumação-sedimentação durante o Cenozóico, que culminou no presente com a exposição de uma paisagem fossilizada há 50 milhões de anos.

O plutão granítico alcalino de Penamacor-Monsanto aflora numa área de 136km², apresentando uma disposição elíptica de eixo maior N35°W, segundo a orientação F3 Varisca do eixo do antiforma desenvolvido em litologias do Grupo das Beiras. No bordo NNW, o granito forma serra em arco e no centro-sul, desenvolvem-se inselberge acastelados rodeados por pedimento rochoso ou com manchas pouco espessas de rególito. O granito mostra-se zonado em três fácies de distribuição concêntrica, de grão médio a grosseiro, com fenocristais de microclina e plagioclase da série oligoclase-albite (Neiva & Campos, 1992; Neiva *et al.* 2001). No entanto, todas as fácies graníticas sofreram intensa alteração



Inselberg Granítico de Monsanto



Amostras de quartzo, feldspato, biotite, moscovite e granito para utilizar no campo

metassomática logo após a sua intrusão, com microclinização caulinizada da plagioclase, moscovitização do feldspato potássico e sericitização dos fenocristais de plagioclase, sobretudo na margem e no núcleo do plutão (Neiva & Campos, 1993).

Não obstante, o grau de alteração das rochas e a variação composicional e textural concêntrica dos granitos não coincidem com a topografia, não explicando assim a sua erosão diferencial. Deste modo, o inselberg de Monsanto, pelo menos, é uma forma estrutural, resultante da exploração pela meteorização e erosão de um diaclasamento ortogonal e vertical, com orientações predominantes N34°E e N54°W. Este inselberg mostra ainda uma evolução poligénica, com alternâncias de escarpa e rampa, relacionada com a evolução do relevo regional. O topo, a 758 m de altitude, é correlacionável com o aplanamento das cristas quartzíticas de Penha Garcia e o desenvolvimento da Superfície Inicial no pós-Kimeridgiano. Já a rechã onde se alcançava a vila medieval de Monsanto apresenta uma cota de 650 m aproximada ao topo do inselberg da Moreirinha, correlacionável com o retalho planáltico de Alagoas, com possível idade Cretácico Superior. A Superfície de Castelo Branco, no sopé dos inselberges, deverá ser anterior ao Eocénico médio (Cunha & Martins, 2004). A aplanação pós-Placenciano é responsável pelo nivelamento dos topos dos relevos sedimentares da Murracha e Murrachinha, assim como do inselberg de Alegrios, da rechã de Relva e do relevo a E do Lagar de Maria Martins, entre as cotas 550-600 m.

O Património Geomorfológico de Monsanto apresenta um valor acrescido pelas suas dimensões humana, tão sobejamente conhecida, e natural, que se procura agora conciliar na perspectiva da diversificação de um produto turístico para o Geopark Naturtejo da Meseta Meridional (Neto de Carvalho, 2004; Rodrigues *et al.* 2009).

Parque Icnológico de Penha Garcia

O Parque Icnológico de Penha Garcia localiza-se no vale do Rio Ponsul, em garganta quartzítica com 150 m de profundidade e cerca de 1 km de extensão. O relevo quartzítico de Penha Garcia, do tipo "Appalachiano" é exemplar, erguendo-se aqui 200 m acima da Superfície de Castelo Branco que se estende, monótona e ocasionalmente retalhada pela incisão fluvial, pela Extremadura. O encaixe epigénico do Rio Ponsul deu-se nos últimos 2 milhões de anos, facilitado pela existência de um conjunto de falhas de orientação N-S e WSW-ENE, uma das quais rejeitando em 200 m a Serra do Ramilo, com movimento de desligamento esquerdo, de origem Varisca. As 3 fases de deformação Varisca encontram-se bem representadas neste trecho do flanco SW do sinclinal hectaquilométrico de Penha Garcia-Cañaverl, sob a forma de belas dobras mesoscópicas e falhas com rejeitos verticais e horizontais.



Parque Icnológico de Penha Garcia

O Parque Icnológico de Penha Garcia mostra uma sequência completa correspondente à Formação do Quartzito Armoricano, com cerca de 400 m de espessura, assente em concordância sobre a Formação de Serra Gorda (Tremadociano?) e sendo sobreposta pela Formação de Brejo Fundeiro; o estratotipo da Formação de Serra Gorda encontra-se situado nas imediações. Um aspecto raro em Portugal é a ocorrência da Biozona de *Didymograptus purchisoni* na base da Formação de Brejo Fundeiro, a qual permite atribuir uma idade para o topo da Formação do Quartzito compatível com o Dapingiano superior. *Cruziana* apresenta uma morfologia a nível específico muito particular invariante num curto intervalo de tempo. Estas formas podem ser bons indicadores cronológicos, sobretudo em sequências siliciclásticas, onde as condições diagenéticas (permeabilidade e quimismo) impediram a preservação de somatofósseis. Os icnofósseis de trilobites, sobretudo o igén. *Cruziana*, têm uma distribuição à escala gondwânica durante o Paleozóico Inferior, com grande variabilidade de comportamentos (mais de 34 icnoespécies remetidas ao igén. *Cruziana*) desenvolvidos em curtos intervalos de tempo (ao nível do Período). A ocorrência de todas as icnoespécies do grupo *Cruziana rugosa* permite corresponder grande parte da Formação do Quartzito Armoricano em Penha Garcia, ao Floiano (Ordovícico Inferior), podendo atingir o Dapingiano superior, como já se referiu.

Os afloramentos do Parque Icnológico de Penha Garcia são excelentes para a caracterização sedimentológica de duas icnofácies clássicas: *Skolithos* e *Cruziana*, permitindo identificar estruturas sedimentares no plano de estratificação e em secção.

A jazida paleontológica do Parque Icnológico de Penha Garcia é conhecida e estudada desde 1883, sobretudo no que diz respeito ao conteúdo paleontológico da Formação do Quartzito Armoricano. Embora ocorram vestígios de um nível de braquiópodes quitinofosfatados gigantes de relevante interesse paleoambiental são os icnofósseis que lhe dão reconhecimento. Entenda-se icnofósseis, em toda a sua dimensão, como: estruturas sedimentares porque resultam da interação entre um organismo e o substrato sedimentar, guardando este a memória do acontecimento; de origem biológica, pois testemunham formas de comportamento do seu produtor em resposta a estímulos ambientais; fósseis, enquanto momentos dinâmicos do dia-a-dia de uma vida agora preservada nas rochas. São conhecidos 21 icnogéneros e 33 icnoespécies que tipificam as fácies relativas a esta formação com distribuição peri-Gondwanica. Esta jazida é considerada como referência internacional para o grupo *Cruziana rugosa* pela diversidade de comportamentos determinados, qualidade de preservação e exposição do registo fóssil, dimensões (variando entre mm e as maiores *Cruziana* que se conhecem no registo paleontológico mundial), assim como a muito rara atribuição a um produtor (trilobite Asaphida) que co-ocorre nas mesmas assembleias. A interpretação de *Cruziana* como escavações atribuíveis a trilobites foi desenvolvida por Roland Goldring com base em recolhas feitas em Penha Garcia, nos finais da década de setenta. São ainda reconhecidos comportamentos de crustáceos filocarídeos, de anémonas e de vermes (incluindo poliquetas sésseis e errantes). Deve-se realçar a ocorrência de uma pista de locomoção do tipo *Merostomichnites* atribuída a filocarídeos. Apenas se conhecem duas ocorrências em Portugal e esta é a única observável. Tratam-se dos vestígios mais antigos deste importante grupo de artrópodes encontrados em Portugal. A Formação de Brejo Fundeiro, que também aflora no Parque Icnológico de Penha Garcia, regista ainda a ocorrência de 20 espécies de trilobites, ostracodos, graptólitos, bivalves, braquiópodes e briozoários, em acumulações tafonómicas.

Monumento Natural das Portas de Ródão

O Monumento Natural das Portas de Ródão foi classificado em 2009 pelo ICNB, com base nos variados valores naturais aí existentes, numa área de 965 ha.

Do Miradouro podemos observar as Portas de Ródão, o ex-libris desta Área Protegida, atravessadas pelo rio Tejo, que há 2,6 milhões de anos começou a sua incisão fluvial, muito bem marcada pelas etapas sucessivas de encaixe materializadas nos terraços fluviais.



Monumento Natural das Portas de Ródão

Trata-se de um garganta epigénica, um obstáculo que o rio ultrapassou num local que é ponto de cruzamento de várias falhas. Porém, como já foi visto as Portas do Ródão contam uma importante história dos últimos 600 milhões de anos marcados por grandes episódios da história geodinâmica da Terra, caracterizados pela presença de vários tipos de rochas sedimentares e metamórficas, por inúmeras estruturas geomorfológicas, por fósseis, culminando com eventos mais recentes relacionados com a exploração mineira dos recursos naturais, nomeadamente a exploração de ferro na cristas quartzíticas e a exploração de ouro nas margens do rio, como veremos adiante.

O Monumento Natural das Portas de Ródão destaca-se ainda pela biodiversidade do qual destacamos as aves e algumas espécies vegetais rupícolas, a Arte Rupestre, elementos históricos culturais, etc.

A atalaia localizada ao lado do miradouro remonta ao séc. XII e foi uma torre de vigia, designada por Torre do Rei Wamba ou Castelo de Ródão, que terá permitido inicialmente o controlo da fronteira do Tejo com os muçulmanos, tendo posteriormente feito parte da linha de defesa contra espanhóis e, mais recentemente, nas Invasões Francesas.

A partir deste miradouro pode contemplar-se uma belíssima paisagem sobre o Monumento Natural das Portas de Ródão, sendo possível identificar diversos elementos:

- Para E observa-se o Porto do Tejo, na margem direita do rio, onde é possível avaliar os sucessivos patamares de terraços fluviais que se desenvolvem no horizonte (T1 a T6), representando o encaixe sucessivo do rio Tejo ao longo do Quaternário, em degraus.
- A SE observa-se o Sinclinal do Ródão, com as suas escarpas quartzíticas cobertas por vegetação e ainda por depósitos de vertente.
- Para SW observa-se a Mina de Ouro Romana do Conhal, do Arneiro, actualmente caracterizada pelos amontoados de seixos de quartzito alinhados. Trata-se dos vestígios de uma exploração a céu aberto dos depósitos fluviais que eram desmontados por injeção de água sob pressão (transportada desde a serra em canais) contra sedimentos cenozóicos pouco coesos. O que se observa actualmente são os resíduos de lavagem de ouro nas margens do Tejo, sendo esta uma das principais lavras auríferas do país em área desmontada (cerca de 7 ha). Os montículos (conheiras) de blocos arredondados (conhos) correspondem às escombrelas de materiais de maiores dimensões, uma vez que estes seixos maiores eram retirados dos canais de evacuação de sedimentos, por triagem manual e empilhados nas margens do canal, atingindo mais de 5 m de

altura, em amontoados cónicos e alinhamentos com centenas de metros. Os materiais mais finos eram encaminhados para lagoas onde eram bateados.

- Para W temos uma vista panorâmica do terraço de Vilas Ruivas (T4) representando uma das últimas etapas de enchimento sedimentar da planície aluvial do Pré-Tejo.

- Mais perto, observa-se a Ilha da Fonte das Virtudes, em pleno Tejo, onde houve uma intensa exploração de inertes que, conjugada com a subida do nível das águas do rio, levou à formação de uma “ilha” artificial ligada à margem.



Mina de Ouro Romana do Conhal do Arneiro

Troncos Fósseis de Vila Velha de Ródão

Estes troncos fósseis foram encontrados no topo do terraço de Monte do Pinhal (T1), o terraço fluvial do Rio Tejo mais antigo e aquele que se dispõe a altitude mais elevada (181m), entre os amontoados de seixos rolados de uma conheira, postos a descoberto durante a exploração aurífera levada a cabo possivelmente durante o domínio Romano. Este terraço, datado recentemente de há cerca de 1,6 milhões de anos, ravina depósitos cenozóicos anteriores, pelo que os troncos terão sido remobilizados das sequências arcóicas mais antigas por acção fluvial e depositados a jusante.



Troncos Fósseis de Vila Velha de Ródão

O forte desgaste dos fósseis, as incisões de choque provocadas por seixos assim como a ampliação das fracturas pré-existentes que os seccionam, mostram que os troncos assentaram, em parte, num leito fluvial de elevada energia, cascalhento, posteriormente à sua fossilização. Assim, os troncos fósseis serão mais antigos do que os depósitos plistocénicos do Tejo, possuindo entre 15 e 5 milhões de anos (Miocénico médio-superior).

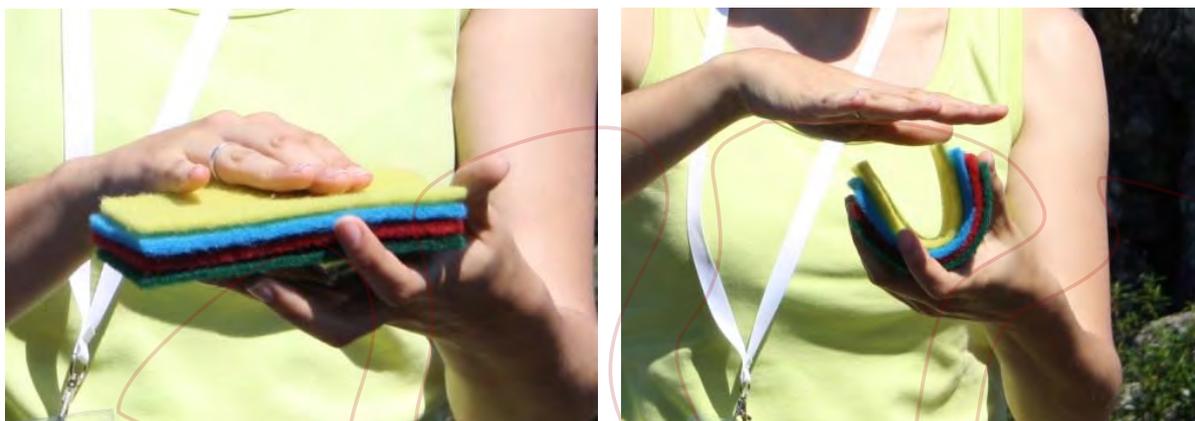
Estes troncos e outros partilham as características de uma mesma árvore atribuída a *Annonoxylon teixeirae*, cuja representante actual mais conhecida é a Anoneira, indicando que o clima nesta região terá sido quente e húmido, com estações contrastantes.

As zonas ocas nos troncos demonstram que estes já estavam podres quando se iniciou o seu enterramento antes de fossilizar. A madeira foi sendo degradada, e a matéria orgânica foi sendo substituída por sílica (fossilização por mineralização), proveniente dos sedimentos areno-siliciosos onde estavam enterrados.

Observam-se ainda aspectos do sistema vascular e anéis de crescimento resultantes da substituição das fibras por sílica, que indicam estações do ano contrastadas, com períodos húmido e seco. Actualmente, apresentam uma cor alaranjada devido à incorporação de óxidos de ferro, matéria orgânica e argilas.

Geomonumento das Portas de Almourão

As Portas de Almourão correspondem a uma garganta epigénica no rio Ocreza, aberta nos quartzíticos do sinclinal do Ródão, num encaixe de 350 metros com orientação ENE-OSO, em que a Serra das Talhadas foi dividida pelo rio que aproveitou uma zona de fraqueza estrutural para entalhar o seu leito, ao longo dos últimos 2 milhões de anos. As Portas de Almourão complementam as Portas de Ródão em virtude do facto de as vertentes abruptas revelarem um corte de referência para a compreensão da deformação das rochas durante a Orogenia Varisca que levou à formação da serra das Talhadas (Metodiev *et al.*, 2009).



Modelos de deformação com esfregões

Às Portas de Almourão acresce o valor patrimonial dada as comunidades-reliquia de zimbro, as oliveiras em socalcos construídos nas vertentes escarpadas de quartzitos, as aves rupícolas nidificantes nas escarpas, como o grifo, a águia-de-Bonelli ou a cegonha-preta.

Este geomonumento esteve ameaçado pela construção do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alvito desde a década de quarenta do séc. XX, cujo paredão da barragem que se iria situar imediatamente a montante ou a jusante da garganta epigénica, sentenciaria irreversivelmente o local do ponto de vista ambiental e paisagístico. Em 2010 a Avaliação Ambiental Estratégica, indicou a mudança de localização do paredão devido a condicionantes técnicas e, em grande parte, devido à importância geológica do local, actualmente



Geomonumento das Portas de Almourão

integrado no Geopark Naturtejo e nas redes Europeia e Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO.

Todos estes elementos revestem este geossítio de um elevadíssimo interesse patrimonial, permitindo reconstituir paleoambientes passados, nomeadamente, as condições de deposição dos actuais quartzitos, a dinâmica sedimentar, a paleoecologia documentada pelos icnofósseis e a deformação das rochas causada pelas orogenias Varisca e Alpina. Este é um geossítio de âmbito nacional, com interesse científico e didáctico, uma vez que ilustra importantes etapas da história geológica de Portugal, assim como muito elevado interesse turístico, porque apresenta extraordinária beleza cénica e fácil legibilidade.

Este geossítio permite uma observação privilegiada sobre o escalonamento dos 3 terraços fluviais a jusante das Portas de Almourão, entre a margem de Sobral Fernando e a margem de Foz do Cibrão, entre as cotas de 160-130m, e da Conheira de Foz do Cibrão-Sobral Fernando, proporcionando uma panorâmica da extensa área onde se desenvolveram os trabalhos mineiros romanos e onde actualmente se estendem os vestígios dessa exploração. Observam-se dois níveis de terraços fluviais que foram desmontados pela exploração mineira, observando-se hoje amontoados de seixos e possíveis *piscinae* ou depressões para a acumulação de água.

Deste Miradouro é possível observar o vale do Ocreza, profundamente entalhado na Serra das Talhadas, com um desnível superior a 350 m, aproveitando para isso o cruzamento da Falha de Sertã-Proença-a-Nova com o Cavalgamento de Vinagra-Foz do Cibrão e do Retrocavalgamento de Chão das Servas-Carregais, a delimitar a serra das Talhadas. Recentemente, próximo deste miradouro, foi identificado um nível quartzítico com importantes vestígios de comunidades microbianas de há quase 480 milhões de anos.

O caminho de Sobral Fernando-Carregais entrena-se nas paisagens mais avassaladoras da garganta das Portas de Almourão, onde o rio Ocreza corre revoltado no inverno e as escarpas (de falhas) atingem 100 m a prumo. O Corte do caminho de Sobral Fernando – Carregais corresponde a uma área de grande interesse geológico que congrega vários pontos de interesse, designadamente: o Cavalgamento Vinagra – Foz do Cibrão, Dobras e falhas (cavalgamentos em regime dúctil e retrocavalgamentos), Icnofósseis, *Ripple marks* e outras estruturas sedimentares, assim como a vista para as Portas do Ocreza, os blocos tectónicos de Escada e Escalhão, na margem oposta e os impressionantes depósitos coluvionares que acompanham as vertentes.



Dobra da Albarda

Os intensos esforços tectónicos estão materializados ao longo do corte em inúmeras dobras assimétricas de grandes dimensões, com amplitudes métricas a decamétricas, apresentando a maioria vergência para NW. Algumas destas dobras observadas encontram-se limitadas por falhas. Destaca-se a Dobra da Albarda, uma dobra antiforma do tipo *Box Fold*, de grande escala, cuja designação local está relacionada com a sua morfologia, semelhante a uma albarda utilizada para transporte em jumentos, na perspectiva sempre interessante das comunidades locais. Observam-se evidências da 1ª fase de deformação Varisca (cavalgamentos e retrocavalgamentos) e o controlo estrutural da garganta através do cruzamento das falhas: Falha do Alvito, Cavalgamento D1b de Vinagra-Foz do Cobrão e Retrocavalgamento D1b Chão das Servas-Carregais a delimitar o sinclinal e falha paralela à Falha de Sertã-Proença-a-Nova. A interferência do cavalgamento de Vinagra-Foz do Cobrão e do retrocavalgamento de Chão das Servas-Carregais com vergências opostas (Metodiev et al., 2009), provocam um processo de descolamento em profundidade de tipo de thin-skinned, acompanhando de fricção e constricção, constituindo a estrutura triangular D1c de Foz do Cobrão à escala macroscópica, no núcleo da qual foi originado o anticlinal de Albarda com plano axial sub-vertical e vergente para NE. O processo que gerou esta estrutura é ainda responsável pela transformação (na região de Foz do Cobrão) do sinclinal complexo de Vila Velha de Ródão em anticlinório de escala local. Esta estrutura triangular resultou de uma compressão progressiva com atitude próxima de NE-SO.

Ao longo de todo o Sinclinal do Ródão os icnofósseis são abundantes (Neto de Carvalho & Baucon, 2010) e no Corte do caminho de Sobral Fernando – Carregais destacam-se alguns locais particulares para a sua observação, como as camadas da Dobra da Albarda onde abundam *Skolithos*, ocorrendo num biofabric denso característico de Formação do Quartzito Armoricano conhecido por piperock. Nas mesmas camadas existem icnofósseis do tipo *Daedalus*.

Neste mesmo local há a destacar a existência de *ripple marks*, que documentam a direcção bimodal das paleocorrentes preservada nos *ripples* atestando a proximidade do litoral. Estes indícios juntamente com os vestígios de icnofósseis são de grande importância patrimonial, permitindo uma reconstituição paleoambiental e paleoecológica desta região.

Mais adiante, próximo dos miradouros temáticos estruturados no PR2 – Segredos do Vale de Almourão, existe uma laje com diversos tipos de icnofósseis: *Rosselia socialis*, *Diplocraterion*, *Monocraterion* e *Skolithos*. Esta associação vem apoiar o paleoambiente já identificado de planície tidal – zona de entre marés a inframareal (Neto de Carvalho & Baucon, 2010).

III. Documentos para os professores

Saídas de Campo - Planificações

Para todos os geossítios (paragens) sugere-se um procedimento geral de manuseamento e interpretação de cartas topográficas e geológicas.

Procedimento geral para todas as paragens:

- Orientação das cartas topográfica e geológica, com bússola
- Localização das diversas paragens na carta topográfica
- Identificação da altitude e aspetos dominantes de relevo
- Marcação da paragem no mapa geológico
- Identificação de rochas

Atividade 1

Atividade de preparação da visita ao Geopark Naturtejo da Meseta Meridional

Objetivos:

- Interpretar o mapa geológico;
- Identificar, caracterizar e distinguir as rochas existentes;
- Relacionar a diversidade de paisagens com a diversidade de rochas existentes;
- Comparar a idade das rochas integrando-a na Escala de Tempo Geológico;
- Aplicar a noção de ciclo das rochas;
- Introduzir/relembrar os conceitos: geodiversidade, geossítio, geomonumento, património geológico, geoconservação, geoparque e geoturismo

Material:

- Mapa Geológico simplificado do Geopark Naturtejo
- Documento 1 “Geopark Naturtejo da Meseta Meridional visto da Sala de Aula”
- Amostras das rochas representadas no Mapa Geológico
- Apresentação PowerPoint “Geopark Naturtejo da Meseta Meridional visto da Sala de Aula”
- Documentário: “Geopark Naturtejo um Oásis na Europa” (disponível online)

Estratégias:

- Visualizar o documentário: “Geopark Naturtejo um Oásis na Europa”.
- A exploração do Documento 1 “Geopark Naturtejo da Meseta Meridional visto da Sala de Aula” deve ser feita com base numa análise cuidada do Mapa Geológico Simplificado, incluindo a observação e manuseamento das rochas nele representadas.
- O Professor deverá fazer uma ponte entre os conteúdos abordados e a sua aplicação ao território do Geopark Naturtejo.
- Os conceitos geodiversidade, geossítio, geomonumento, património geológico, geoconservação, geoparque e geoturismo podem ser introduzidos recorrendo à sua aplicação concreta ao território do Geopark Naturtejo.

Bibliografia aconselhada:

- Brilha J. 2005. Património Geológico e Geoconservação. A conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage Editores, Braga, 199 p.
- Neto de Carvalho, C., Catana, M.M. & Rodrigues, J. 2011. Parque Icnológico de Penha Garcia e a herança Alpina na Paisagem Raiana. *GEOescolas: Novas práticas no Ensino das Geociências, Guia de Excursão A*. Geopark Naturtejo - Idanha-a-Nova, 5 e 6 de Novembro de 2011, 9 pp.
- Neto de Carvalho C. & Martins P. 2006. *Geopark Naturtejo da Meseta Meridional 600 Milhões de anos em imagens*. 1ª Edição. Naturtejo, E.I.M. – Câmara Municipal de Idanha-a-Nova, Idanha-a-Nova, 151 p.
- Rodrigues, J.C., Canilho, S. & Neto de Carvalho, C. 2011. Monumento Natural das Portas de Ródão e Troncos Fósseis. *GEOescolas: Novas práticas no Ensino das Geociências, Guia de Excursão B*. Geopark Naturtejo - Idanha-a-Nova, 5 e 6 de Novembro de 2011, 9 pp.

Atividade 2

1ª Paragem: Falha do Ponsul

Questão-chave: Como se formam as montanhas?

Objetivos:

- Interpretar os elementos da paisagem;
- Reconhecer os movimentos das falhas;
- Compreender as implicações da Tectónica de Placas na paisagem;
- Relacionar a geomorfologia com a ocupação humana;
- Discutir como se formam as montanhas.

Material:

- Apresentação “Falha do Ponsul: Como se formam as montanhas?”
- Mapa Geológico simplificado do Geopark Naturtejo
- Carta topográfica nº 281
- Bússola
- Documento 2 “Falha do Ponsul: Como se formam as montanhas?”
- Modelo em madeira, cartão ou sabão para exemplificar os movimentos da falha

Estratégias:

- Exploração em sala de aula da apresentação “Falha do Ponsul: Como se formam as montanhas?”
- Os alunos deverão ser organizados em grupos de modo a promover a discussão e o debate de ideias.
- Numa primeira fase os alunos deverão realizar as suas observações livremente, elaborando em grupo as suas dúvidas.
- O Documento 2 deverá ser explorado em conjunto, relacionando observações e conclusões relativas aos dois pontos que compõem a paragem.
- Deverá ser adotado o procedimento geral para todas as paragens.

Miradouro do Castelo de Idanha-a-Nova

- Explorar o painel interpretativo sobre a formação da Falha do Ponsul.
- Relacionar a importância da geomorfologia no posicionamento do Castelo de Idanha-a-Nova com o de outros castelos da raia reconhecidos na paisagem.
- Utilização de um modelo em madeira, cartão ou sabão para exemplificar o movimento da falha.

Falha do Ponsul – Geossítio da Devesa (Estrada Nacional Nº 354)

- Observar a falha ao nível do afloramento.

Bibliografia aconselhada:

Neto de Carvalho, C., Catana, M.M. & Rodrigues, J. 2011. Parque Icnológico de Penha Garcia e a herança Alpina na Paisagem Raiana. *GEOescolas: Novas práticas no Ensino das Geociências, Guia de Excursão A*. Geopark Naturtejo - Idanha-a-Nova, 5 e 6 de Novembro de 2011, 9 pp

Rodrigues, J.C., Canilho, S. & Neto de Carvalho, C. 2011. Monumento Natural das Portas de Ródão e Troncos Fósseis. *GEOescolas: Novas práticas no Ensino das Geociências, Guia de Excursão B*. Geopark Naturtejo - Idanha-a-Nova, 5 e 6 de Novembro de 2011, 9 pp.

Atividade 3

2ª Paragem: Inselberg de Monsanto

Questão-chave: Como é que a água molda a paisagem?

Objetivos:

- Compreender o processo de formação de rochas magmáticas plutónicas;
- Caracterizar mineralógica e texturalmente o granito;
- Interpretar o processo genético do granito de Monsanto;
- Relacionar os agentes erosivos com a alteração das rochas;
- Aplicar a noção de ciclo das rochas;
- Identificar elementos da paisagem;
- Relacionar a ocupação humana com a geodiversidade de Monsanto;
- Discutir de que formas a água molda a paisagem;
- Distinguir Património Histórico-Cultural e Património Geológico;
- Compreender a importância de um geoparque.

Material:

- Apresentação “Monsanto: Como é que a água molda a paisagem?”
- Mapa Geológico simplificado do Geopark Naturtejo
- Carta topográfica nº 258
- Bússola
- GPS
- Lupa
- Máquina fotográfica
- Amostras de quartzo, feldspato, biotite e moscovite
- Documento 3 “Monsanto: Como é que a água molda a paisagem?”

Estratégias:

- Exploração em sala de aula da apresentação “Monsanto: Como é que a água molda a paisagem?”
- Explorar o painel interpretativo sobre a formação do *inselberg* de Monsanto (localizado no Miradouro do Baluarte).
- Explorar o painel interpretativo sobre a formação do modelado granítico (localizado no Miradouro do Baluarte).
- Adotar o procedimento geral para todas as paragens.
- Promover a discussão em torno da localização da aldeia de Monsanto no *inselberg*, da utilização do granito nas construções tradicionais.
- Enumerar outras povoações portuguesas caracterizadas por uma arquitetura tradicional dominada pela rocha local.
- Explorar o Documento 3, ao longo do Percurso Pedestre “Rota dos Barrocais”.
- Fotografar exemplos de morfologias graníticas moldadas pela água e explicar a sua génese.
- Observar com a lupa os minerais do granito, nos Penedos Juntos.
- Comparar as amostras de quartzo, feldspato, biotite e moscovite com os minerais dos afloramentos graníticos.
- Responder à questão “Como é que a água molda a paisagem?”

Bibliografia aconselhada:

- Neto de Carvalho, C. 2004. O Parque Geomorfológico de Monsanto através do seu percurso pedestre *As Pedras para Além do Sagrado*. *Geonovas*, 18, 65-75
- Rodrigues, J.; Neto de Carvalho, C.; Oliveira, T. 2009. Património Geomorfológico de Monsanto. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Volume VI, Braga, 243-248

Atividade 4

3ª Paragem: Parque Icnológico de Penha Garcia

Questão-chave: Que testemunhos nos permitem reconstituir ambientes do passado?

Objetivos:

- Analisar a intervenção do Homem na paisagem da região;
- Compreender fenómenos de metamorfismo regional;
- Interpretar a diversidade icnológica registada em Penha Garcia;
- Discutir que testemunhos nos permitem reconstituir os ambientes do passado;
- Reconhecer o contributo da História da Ciência no desenvolvimento do pensamento científico em Penha Garcia;
- Reconhecer a importância dos fósseis de Penha Garcia para a evolução do conhecimento científico sobre os icnofósseis;
- Relacionar a construção tradicional com a geodiversidade de Penha Garcia;
- Conhecer geossítios do Geopark Naturtejo.

Material:

- Apresentação "Penha Garcia: Que testemunhos nos permitem reconstituir os ambientes do passado?"
- Mapa Geológico simplificado do Geopark Naturtejo
- Carta topográfica nº 258
- Bússola
- GPS
- Folhas A3
- Marcadores coloridos
- Régua
- Documento 4 "Penha Garcia: Que testemunhos nos permitem reconstituir os ambientes do passado?"

Estratégias:

- Exploração em sala de aula da apresentação "Penha Garcia: Que testemunhos nos permitem reconstituir os ambientes do passado?"
- Explorar o painel interpretativo sobre a origem dos fósseis de Penha Garcia (localizado no Miradouro da Igreja Matriz).
- Adotar o procedimento geral para todas as paragens.
- Enumerar outras povoações portuguesas e no Geopark Naturtejo caracterizadas por uma arquitetura tradicional dominada pela rocha local.
- Explorar o Documento 4, ao longo do Percurso Pedestre "Rota dos Fósseis".
- Imaginar um recuo de 50 anos no tempo e conjecturar sobre como seria o vale do Ponsul, qual foi a intervenção do Homem na paisagem, quais as consequências e como reduzir os impactes causados pela ação humana.
- Reunir evidências de justifiquem a origem marinha das rochas de Penha Garcia, ao longo da "Rota dos Fósseis".
- Esquematizar, em folhas A3 e com marcadores coloridos, o filão da Mina do Ti Meio Quartilho e a rocha encaixante e as respetivas idades.
- Medir várias *Cruziana*, ao longo do Percurso Pedestre, inferir o tamanho dos seus produtores e debater as conclusões.
- Selecionar alguns exemplares de *Cruziana* e identificar o sentido do deslocamento dos animais que as produziram.
- Organizar uma lista de valores patrimoniais do Parque Icnológico de Penha Garcia.

Bibliografia aconselhada:

Catana, M. M. 2009. *Rota dos Fósseis – Perguntas e respostas (Parque Icnológico de Penha Garcia)*. Município de Idanha-a-Nova. 106 pp.

Neto de Carvalho, C. 2004. Os Testemunhos que as Rochas nos Legaram: Geodiversidade e Potencialidades do Património do Canhão Fluvial de Penha Garcia. *Geonovas*, 18, 35-65.

Atividade 5

4ª Paragem: Monumento Natural das Portas de Ródão

Questão-chave: De que modo a Geodiversidade condiciona a Biodiversidade, a ocupação e atividades humanas?

Objetivos:

- Identificar processos de deformação das rochas na Serra das Talhadas;
- Relacionar a paleogeografia atual com a de há 480 milhões de anos;
- Reconhecer a importância arqueológica deste geossítio;
- Discutir de que modo a Geodiversidade condiciona a Biodiversidade, a ocupação e atividades humanas.

Material:

- Apresentação “Monumento Natural das Portas de Ródão: De que modo a Geodiversidade condiciona a Biodiversidade, a ocupação e atividades humanas?”
- Mapa Geológico simplificado do Geopark Naturtejo
- Carta topográfica, nº 314
- Bússola
- Binóculos
- Guia de identificação de Aves
- 3 esfregões ou esponjas da louça de cores diferente
- Documento 5 “Monumento Natural das Portas de Ródão: De que modo a Geodiversidade condiciona a Biodiversidade, a ocupação e atividades humanas?”

Estratégias:

- Exploração em sala de aula da apresentação “Monumento Natural das Portas de Ródão: De que modo a Geodiversidade condiciona a Biodiversidade, a ocupação e atividades humanas?”
- Adotar o procedimento geral para todas as paragens.
- Explorar o Documento 5.
- Explorar o conceito de sinclinal com recurso aos 3 esfregões ou esponjas da louça de cores diferente.
- Usar os binóculos para observar espécies da Avifauna identificando-as através de um Guia de Aves. Organizar uma lista de valores patrimoniais do Monumento Natural das Portas de Ródão que levaram à sua classificação.
- Promover o debate sobre a importância da classificação deste geomonumento como Monumento Natural nacional, integrando a Rede Nacional de Áreas Protegidas.

Bibliografia aconselhada:

- Canilho, S.R.B. 2011. Definição de temáticas científicas, propostas de valorização e divulgação do Monumento Natural das Portas de Ródão, e suas imediações, para Turismo Científico. *Açafa-Online*, 4, 77 pp.
- Cunha, P. P., Canilho, S., Pereira, D. I., Gouveia, J. & Martins, A. 2009. O Monumento Natural das Portas de Ródão. *Geonovas*, 22, 3-13.

Atividade 6

5ª Paragem: Troncos Fósseis de Vila Velha de Ródão

Questão-chave: Como é que estes fósseis permitem reconhecer alterações climáticas?

Objetivos:

- Reconstituir processos de fossilização;
- Compreender paleoclimas;
- Discutir como é que estes os Troncos Fósseis de Vila Velha de Ródão permitem reconhecer alterações climáticas;
- Conhecer Geoparques Globais, sob os auspícios da UNESCO.

Material:

- Apresentação "Troncos Fósseis: Como é que estes fósseis permitem reconhecer alterações climáticas?"
- Mapa Geológico simplificado do Geopark Naturtejo
- Carta topográfica, nº 314
- Bússola
- GPS
- Documento 6 "Troncos Fósseis: Como é que estes fósseis permitem reconhecer alterações climáticas?"

Estratégias:

- Exploração em sala de aula da apresentação "Troncos Fósseis: Como é que estes fósseis permitem reconhecer alterações climáticas?"
- Explorar o painel interpretativo sobre os Troncos Fósseis (localizado à entrada do Jardim dos Fósseis).
- Adotar o procedimento geral para todas as paragens.
- Observar detalhadamente os fósseis e procurar explicar os aspetos de pormenor da sua constituição.
- Debater em grupo, com base nas observações, as etapas do processo de fossilização dos troncos.
- Enumerar os geoparques portugueses.
- Explorar o Documento 6.
- Salientar os valores patrimoniais dos Troncos Fósseis.
- Identificar fatores de risco para o Património Geológico.

Bibliografia aconselhada:

Neto de Carvalho, C. 2005. O tronco silicificado de *Annonoxylon teixeirae* Pais, 1973 (Perais, Vila Velha de Ródão). *Estudos de Castelo Branco*, 41-50.

Neto de Carvalho, C & Rodrigues, J. 2008. As árvores fósseis de Vila Velha de Ródão: contribuição para a sua conservação e valorização como geomonumentos. *Açafa On-line*, 1 – 23.

Atividade 7

6ª Paragem: Geomonumento das Portas de Almourão

Questão-chave: Qual a sustentabilidade da construção de uma barragem neste geossítio?

Objetivos:

- - Compreender o ciclo das rochas;
- - Interpretar os processos de formação da paisagem;
- - Identificar processos de deformação das rochas;
- - Compreender o modo como a biodiversidade é condicionada pela geodiversidade;
- - Discutir a sustentabilidade da construção de uma barragem no geomonumento das Portas de Almourão.

Material:

- Apresentação “Portas de Almourão: Qual a sustentabilidade da construção de uma barragem neste geossítio?”
- Mapa Geológico simplificado do Geopark Naturtejo
- Carta topográfica, nº 303
- Bússola
- Máquina Fotográfica e escala
- Folhas A3
- Marcadores coloridos
- Documento 7 “Portas de Almourão: Qual a sustentabilidade da construção de uma barragem neste geossítio?”

Estratégias:

- Exploração em sala de aula da apresentação “Portas de Almourão: Qual a sustentabilidade da construção de uma barragem neste geossítio?”
- Adotar o procedimento geral para todas as paragens.
- Listar, em grupo, os principais elementos da paisagem.
- Em grupos desenhar a Dobra da Albarda, marcar o seu eixo e a orientação das forças que a terão originado.
- Discutir a importância da Geodiversidade para a Biodiversidade.
- Em grupos escrever nas folhas A3 as vantagens e desvantagens da construção de uma barragem no local. Discutir com toda a turma.
- Explorar o painel interpretativo sobre a evolução da paisagem das Portas de Almourão (localizado no cimo do Miradouro).
- Enumerar outros geossítios do Geopark Naturtejo.
- Discutir, em grupo, a importância de um geoparque para as comunidades locais.

Bibliografia aconselhada:

Lobarinhas, D. C. 2011. Inventariação da geodiversidade da região das Portas de Almourão (Vila Velha de Ródão e Proença-a-Nova, Geopark Naturtejo da Meseta Meridional): contributo para a sua inclusão na rede nacional de áreas protegidas. *Açaфа-Online*, 4, 84 pp.

Metodiev, D., Romão, J., Dias, R. & Ribeiro, A., 2009. Sinclinal de Vila Velha de Ródão (Zona Centro-Ibérica, Portugal): litostratigrafia, estrutura e modelo de evolução da tectónica Varisca, *Comunicações Geológicas*, 96, 5-18.

IV. Documentos para os alunos

Documento 1

Geopark Naturtejo da Meseta Meridional visto da Sala de Aula

GRUPO I

1. Analisando o mapa geológico do Geopark Naturtejo:

1.1. Identifica as rochas mais antigas e refere a sua idade.

1.2. Indica a que Era pertencem as rochas mais recentes.

1.3. Nomeia as rochas mais comuns.

1.4. Quais as probabilidades de encontrares uma paisagem vulcânica? Justifica a tua resposta.

1.5. Dá o exemplo de um local onde predominem os quartzitos.

1.6. O que concluis relativamente à orientação das várias formações quartzíticas?

1.7. Dos seguintes locais, destaca onde não poderá haver fósseis: Oleiros, Proença-a-Nova ou Castelo Branco?

1.8. Refere o nome de três rios que contribuíram para a modelação das paisagens.

1.9. Qual a Era a que pertencem as rochas que constituem os geomonumentos:

a) Parque Icnológico de Penha Garcia. _____

b) Formas Graníticas da Serra da Gardunha. _____

2. Preenche o seguinte quadro com base nas rochas existentes no Geopark Naturtejo.

Tipo de rocha	Rochas Ígneas	Rochas Sedimentares	Rochas Metamórficas
Exemplos			

GRUPO II

3. Observa e avalia as amostras de rochas disponíveis na sala de aula.

3.1. Quais das rochas do Geoparque existem em amostra de mão na tua escola?

3.2. Distingue o xisto do quartzito através de três características:

Xisto	Quartzito
<ul style="list-style-type: none"> • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • •

3.3. Refere duas diferenças entre as rochas sedimentares que originaram os xistos e os quartzitos.

3.4. Distingue o granito do conglomerado através de uma característica.

3.5. Refere os minerais constituintes do granito.

GRUPO III

4. Que motivos apontas para a existência de uma grande diversidade de paisagens no Geoparque?

5. Observa e analisa as seguintes paisagens do Geopark Naturtejo.



A



B



C

5.1. Qual destas paisagens pode ser de Monsanto? Justifica.

5.2. Que tipo de rochas esperas encontrar nas construções das casas de Penha Garcia?

6. O território do Geopark Naturtejo apresenta uma elevada geodiversidade. Concordas ou discordas? Justifica a tua escolha.

Documento 2

Falha do Ponsul: Como se formam as montanhas?

1. Analisa o Mapa Geológico.

1.1. Identifica a Falha do Ponsul no mapa, sabendo que é a mais extensa do Geopark.

Miradouro do Castelo de Idanha-a-Nova

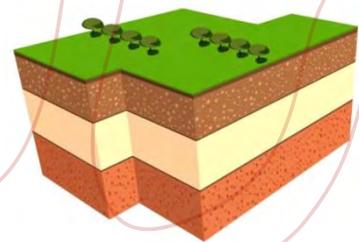
2. Relaciona o Castelo Templário com o seu posicionamento geográfico.

3. Identifica os tipos de paisagens que daqui se observam.

4. A Falha do Ponsul teve origem há 300 milhões de anos, tendo tido inicialmente um movimento horizontal.

4.1. Representa no esquema a aplicação das tensões.

4.2. Como se designa este tipo de falha?



5. Há 300 milhões de anos o que estava a acontecer às placas litosféricas à escala global e que provocou a formação desta falha?

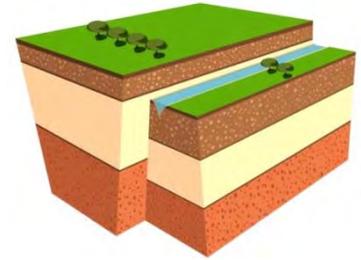
5.1. Qual o nome do Supercontinente que se estava a formar há cerca de 300 milhões de anos?

5.2. Qual o nome da teoria que explica o movimento das placas litosféricas?

6. Mais tarde há 10 milhões de anos a Falha do Ponsul voltou a mover-se, agora verticalmente.

6.1. Representa no esquema a aplicação das tensões.

6.2. Como se designa este tipo de falha?

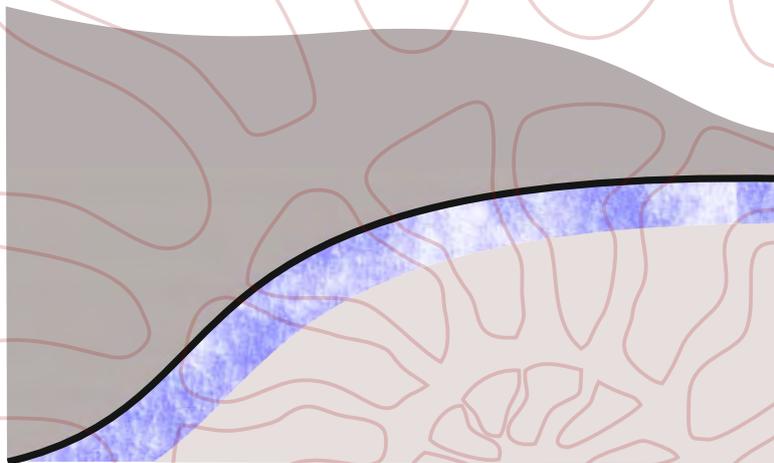


7. Qual a relação entre esta falha e o rio Ponsul?

8. Como é que a falha se materializa na paisagem?

Falha do Ponsul – Geossítio da Devesa (Estrada Nacional Nº 354)

9. Considerando que o seguinte esquema representa o afloramento da Devesa:



9.1. Identifica sobre o esquema os tipos de rochas e os grupos a que pertencem.

9.2. Compara a estrutura e textura destas rochas, descrevendo-as.

9.3 Compara os dois tipos de rochas quanto à sua idade.

10. O que conclus relativamente ao movimento da falha? É normal, inverso ou de desligamento?

11. Como podes avaliar o grau de importância desta falha?

12. O geossítio da Devesa é um dos geossítios que constituem o património geológico do Geopark Naturtejo.

12.1. O que entendes por geossítio?

12.2. Relaciona os conceitos geossítio e património geológico.

Documento 3

Monsanto: Como é que a água molda a paisagem?

1. Analisa o Mapa Geológico do Geopark Naturtejo e localiza a área de Monsanto e sua envolvente.

2. Explica a etimologia do topónimo Monsanto.

3. Observando a paisagem a partir do Penedo em Chama procura identificar na paisagem os xistos e grauvaques, os quartzitos e os granitos. Que critérios utilizaste?

4. Coloca por ordem cronológica as etapas de formação do monte-ilha (*inselberg*) de Monsanto:

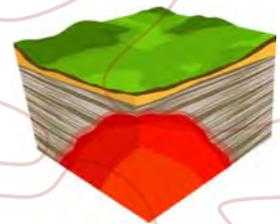
A - Magma solidifica, arrefecendo lentamente.

B - A água da chuva que se infiltra circula em profundidade nas fracturas, provocando alteração.

C - Ocorre uma intrusão magmática no seio dos xistos e grauvaques.

D - Erosão e forças tectónicas promovem a exposição do granito.

5. Quando ocorreu a intrusão do granito o que aconteceu aos xistos e aos grauvaques que estavam mais próximos?



6. Compara a composição mineralógica, dimensão e morfologia dos minerais das rochas que compõem os Penedos Juntos com as areias acumuladas no chão.

7. Explica o aparecimento das areias no solo, junto aos Penedos Juntos.

8. Na figura está representada a textura de um granito observada ao microscópio.

8.1. Como se pode relacionar esta textura com o tempo de arrefecimento do magma?



9. Classifica como rocha (R) ou mineral (M).

Granito		Feldspato	
Xisto		Grauvaque	
Quartzo		Biotite	
Quartzito		Conglomerado	

10. Observa atentamente um maciço granítico e faz um esquema das rochas fraturadas.



10.1. O que deduzes da direção da fracturação?

11. Coloca por ordem cronológica as etapas da formação de um caos de blocos representadas nos esquemas A, B e C.



11.1. Qual o principal agente modelador da paisagem granítica de Monsanto?

12. A fracturação ortogonal é responsável pela dominância de um modelado em bolas - caos de blocos, designado em Monsanto de Barrocal. Explica resumidamente como se formam estas paisagens.

13. De que forma a geologia foi condicionando a vida do Homem em Monsanto?

14. Obtém as coordenadas GPS e altitude do ponto mais elevado de Monsanto e compara com a Carta Topográfica à escala 1:25.000. Que conclusões poderás daí retirar?

15. O Castelo de Monsanto é um miradouro com vista a 360° sobre a paisagem do Geopark Naturtejo. Com uma bússola ou GPS identifica a direção de:

- Serra da Estrela _____

- Castelo Branco _____

- Serra de Penha Garcia _____

- Serra de S. Mamede _____

16. Observa as imagens A e B.



A. Capela de S. Pedro Vir-a-Corça (Monsanto)



B. *Inselberg* de Monsanto

16.1. Refere, justificando, qual das imagens de Monsanto corresponde a Património Geológico e qual corresponde a Património Histórico-Cultural.

17. O Geopark Naturtejo da Meseta Meridional integrou as Redes Europeia e Global de Geoparques sob os auspícios da UNESCO, em 2006. Foi o primeiro geoparque português e destaca-se pelo seu Património Geológico com geossítios de relevância nacional e internacional. Quais os principais objetivos de um geoparque?

Documento 4

Penha Garcia: Que testemunhos nos permitem reconstruir os ambientes do passado?

1. Analisa o Mapa Geológico do Geopark Naturtejo e localiza Penha Garcia e a sua área envolvente.

2. Que tipos de rochas formam as construções existentes na aldeia? Qual a mais abundante? Refere uma razão para o seu uso.

3. A partir do miradouro da Igreja Matriz, avalia a intervenção do Homem na paisagem do vale do Ponsul e as suas consequências.

4. A Garganta do Ponsul foi escavada pelo rio do mesmo nome, o qual deixou à vista uma sequência completa de origem sedimentar marinha com quase 500 milhões de anos. Qual a principal característica que evidencia essa origem na paisagem que se aprecia do Miradouro do Castelo?

5. Qual o tipo de metamorfismo que levou à formação dos xistos e quartzitos do vale do Ponsul a partir de rochas sedimentares?

6. No Castelo Templário construído em 1256 encontras-te no ponto mais elevado da Rota dos Fósseis. Com recurso ao GPS obtém o teu posicionamento e a altitude a que te encontras.

7. A Mina do Ti Meio Quartilho é uma antiga exploração quartzo, uma entre muitas existentes na serra do Ramilo, onde se observa um filão.

7.1. Distingue quartzo de quartzito, com base naquilo que observas no local.

7.2. Relaciona a idade das rochas quartzíticas com a do filão de quartzo.

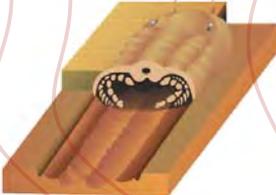
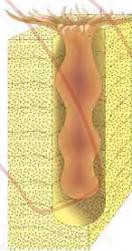
7.3. Qual a origem do filão de quartzo?

8. Observa as camadas, identifica-as na fotografia e assinala com uma seta a mais antiga.

8.1. Que princípio te permitiu chegar a esta conclusão?



9. As rochas de Penha Garcia preservam estruturas espectaculares de organismos marinhos com 480 milhões de anos. Procura os fósseis nas rochas e procura identificar o seu organismo produtor e o tipo de estrutura/comportamentos presentes.

<p><i>Cruziana</i></p>		<p>Produtor: _____</p> <p>Tipo de estrutura: _____</p>
<p><i>Monocraterion</i></p>		<p>Produtor: _____</p> <p>Tipo de estrutura: _____</p>

9.1. De que tipo de fósseis se tratam?

9.2. Que dimensões encontras para os possíveis produtores de *Cruziana*? Dá 3 exemplos com base em medições que faças.

10. Determina, através de setas, o sentido de deslocação dos animais que fizeram as *Cruziana* no esquema.

10.1. Como explicas a formação das *Cruziana*?



11. A maioria dos fósseis do tipo *Cruziana* que observas em Penha Garcia apresenta-se em contramolde. Descreve este processo de fossilização.

12. De que modo relacionas a formação das *Cruziana* com os fundos marinhos aqui existentes há cerca de 480 milhões de anos?

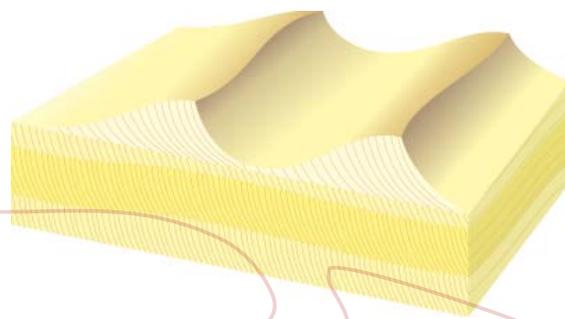
13. Ao longo dos séculos os fósseis de Penha Garcia foram conhecidos pelos habitantes locais como "Cobras Pintadas". No séc. XIX, pensava-se que as *Cruziana*, que se encontram em rochas de várias regiões do mundo, eram moldes de algas marinhas. Mas os fósseis de Penha Garcia ajudaram a descobrir a sua verdadeira origem nas décadas de 1950-1980. De que modo o avanço da Ciência na região tem contribuído para o conhecimento da Evolução da Vida na Terra?

14. As trilobites estão na base da Evolução da vida multicelular no planeta. De que modo esta afirmação traz valor acrescido aos fósseis de Penha Garcia como documento da vida no passado?

15. Qual a relevância das trilobites serem consideradas bons fósseis de idade?

16. Quais os três principais argumentos que documentam o paleoambiente de Penha Garcia há 480 milhões de anos?

17. Que informação nos fornece as marcas de ondulação?



18. Como explicas o aparecimento de vestígios de organismos marinhos a cotas de 510 m de altitude acima do nível do mar, com base na paisagem que observas?

19. Qual a importância do estudo e conservação destes fósseis nas rochas que constituem a paisagem do Vale do Ponsul em Penha Garcia?

20. Qual a importância da construção de um museu para a valorização do conhecimento existente sobre este Património Geológico e para o reconhecimento cada vez maior de Penha Garcia como um Geomonumento de importância internacional?

21. A que se deve a designação Parque Icnológico?

22. O Parque Icnológico de Penha Garcia é um geossítio do Geopark Naturtejo. O que é um geossítio e qual a sua importância num Geoparque?

23. Conheces mais algum? Se sim, refere-os.



Documento 5

Monumento Natural das Portas de Ródão: De que modo a Geodiversidade condiciona a Biodiversidade, a ocupação e actividades humanas?

1. Analisa o Mapa Geológico do Geopark Naturtejo e localiza a área de Vila Velha de Ródão e a sua envolvente.

1.1. Refere o nome das rochas que existem na área da povoação de Vila Velha de Ródão.

2. Por que razão os quartzitos se destacam na paisagem?

3. De que forma os quartzitos documentam o paleoambiente de há 480 milhões de anos?

4. Nos quartzitos que constituem as Portas de Ródão encontram-se vestígios de trilobites e conchas. De que forma estes dados comprovam o paleoambiente de há 480 milhões de anos?



5. Estabelece comparação entre a localização atual de Vila Velha de Ródão no globo terrestre, com a de há 480 Ma.

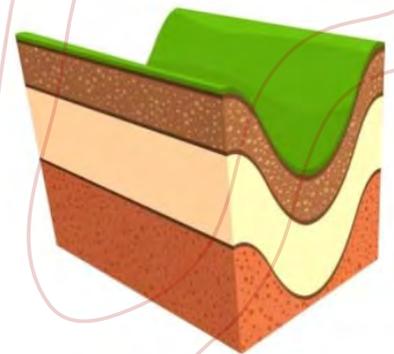
6. Os primeiros fósseis encontrados no Geopark Naturtejo foram identificados em 1874 por Joaquim Filipe Nery Delgado, pioneiro da Paleontologia em Portugal. Orlando Ribeiro, geógrafo pioneiro em Portugal estudou esta região na década de 1940. Como pensas que os primeiros cientistas portugueses contribuíram para a Sociedade moderna?

7. As Portas de Ródão localizam-se numa mega-dobra em U, o Sinclinal do Ródão, bem visível na paisagem.

7.1. Assinala no esquema as rochas mais antigas (A) e as mais recentes (B).

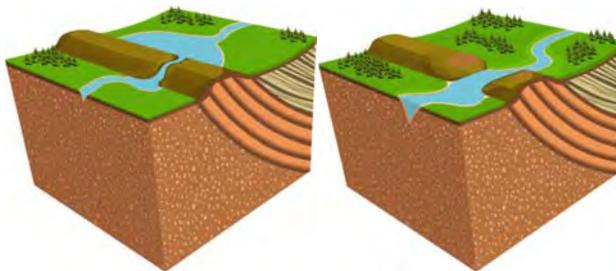
7.2. Identifica o tipo de deformação das rochas presentes.

7.3. Que tipo de forças atuou na formação desta estrutura?



8. Que fenómenos terão estado na origem do Sinclinal do Ródão?

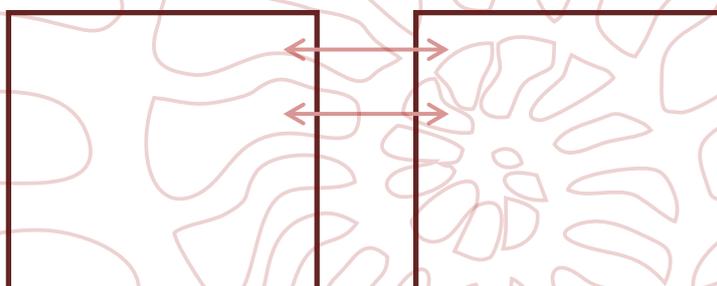
9. Ao longo da sua evolução o rio Tejo foi adaptando o seu leito, encaixando-se progressivamente por patamares que ficaram marcados pelos Terraços Fluviais. Durante o encaixe foram-se formando as Portas de Ródão. Que explicação encontras para a sua formação?



10. Repara que a linha de cumeada da Serra das Talhadas, ao afastar-se das Portas de Ródão, é quase plana. Como explicas este fenómeno?

11. Na margem direita surge um banco de areia em forma de península onde garças e cegonhas buscam alimento nas águas rasas da zona ribeirinha. Como poderás relacionar a existência deste depósito de areias com a formação das Portas de Ródão?

12. Destaca dois elementos da Biodiversidade condicionados pela Geodiversidade, no Monumento Natural das Portas de Ródão.



13. Consultando um Guia de identificação de aves determina o nome científico de pelo menos uma espécie que tenhas observado na área do Monumento Natural das Portas de Ródão.

14. O zimbro é uma espécie-reliquia outrora muito abundante na floresta portuguesa mas que hoje surge em pequenas manchas isoladas, como aquela existente no Monumento Natural das Portas de Ródão. Quais as características do solo local que permitem a sobrevivência desta espécie?

15. A ocupação humana nesta região remonta há centenas de milhares de anos. Há vestígios de habitações e ferramentas feitas de rocha nas margens do rio Tejo, em terrenos férteis. Explica, com exemplos, de que modo as formas de relevo e os tipos de rochas existentes influenciaram a ocupação humana.

16. No Terraço Fluvial da Foz do Enxarrique foram encontrados artefactos líticos, restos ósseos de cavalo, auroque elefante da floresta e rinoceronte, com uma idade de cerca de 34 mil anos. O que podemos concluir sobre a ocupação humana no Paleolítico?

17. De que modo os fósseis encontrados no Terraço Fluvial da Foz do Enxarrique permitem-nos reconhecer evidências das alterações climáticas?

18. Na margem esquerda do Rio Tejo ocorrem amontoados de seixos. Correspondem aos depósitos deixados pela exploração de uma gigantesca mina de ouro há 2000 anos. De que modo esta exploração mineira terá condicionado a biodiversidade local e uso do solo ao longo do tempo?

19. Apresenta 3 motivos que justificaram a classificação deste Monumento Natural, ficando a sua área integrada na Rede das Áreas Protegidas de Portugal.

20. Qual a importância desta área ter sido classificada como Monumento Natural Nacional?

Documento 6

Troncos Fósseis: Como é que estes fósseis permitem reconhecer alterações climáticas?

1. Analisa o Mapa Geológico do Geopark Naturtejo e localiza a área de Vila Velha de Ródão.
2. Obtém as coordenadas GPS do Jardim dos Fósseis onde te encontras.

3. Estes dois troncos fósseis da espécie *Annonoxylon teixeirae*, descoberta pela primeira vez em Portugal, pertenciam a uma árvore de grande porte, cuja representante atual mais próxima será a Anoneira.



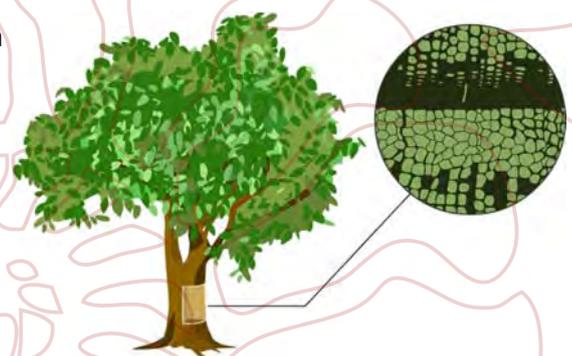
- 3.1. Observa no mapa a distribuição atual das anonáceas. Onde é possível encontrar anoneiras?

4. Os troncos estão datados do Miocénico médio-superior (15-5 milhões de anos). Qual o significado paleoclimático e paleoambiental destes achados para esta região?



5. Qual o tipo de fossilização dos troncos? Selecciona com um x a opção correta.

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> - Moldagem | <input type="checkbox"/> - Mumificação |
| <input type="checkbox"/> - Mineralização | <input type="checkbox"/> - Impressão |



5.1. Descreve esse processo de fossilização.

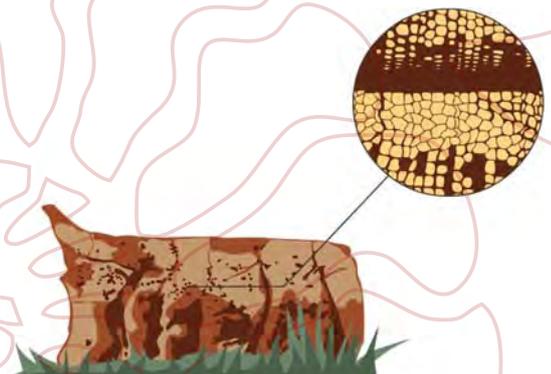
5.2. A que se deve a cor destes troncos?

6. Os troncos exibem diversos espaços ocos. Como se terão formado?

7. Observando atentamente os troncos é possível notar um certo polimento e o desgaste da sua superfície. A que se deve esta aparência?

8. Que outros vestígios de transporte observas nos troncos?

9. Numa análise detalhada do tronco em corte observam-se as estruturas esquematizadas em A. O que representam e qual a sua função?



10. Estamos num dos actuais 100 geoparques da Rede Global de Geoparques sob os auspícios da UNESCO, espalhados pelo mundo, que testemunham a grande e rica geodiversidade do nosso planeta. Faz corresponder cada fotografia com o nome e localização de cada um.

<p>A - Geopark Vulkaneifel</p> <p>Paisagens vulcânicas</p>	<p>B - Geopark Floresta Petrificada de Lesvos</p> <p>20 Milhões de anos de floresta subtropical</p>	<p>C - Reserve Geologique de Haute Provence</p> <p>Ambiente marinho do Jurássico</p>	<p>D - Geopark Sobrarbe</p> <p>O modelado glacial pirenaico</p>
---	--	---	--



Foto 1. _____; Foto 2. _____; Foto 3 _____; Foto 4 _____

Documento 7

Portas de Almourão: Qual a sustentabilidade da construção de uma barragem neste geossítio?

1. Analisa o Mapa Geológico e localiza o geomonumento Portas de Almourão.

2. Que elementos da Geodiversidade observamos deste miradouro?

3. Observando o Mapa Geológico, identifica quais as rochas que existem à volta das formações quartzíticas.

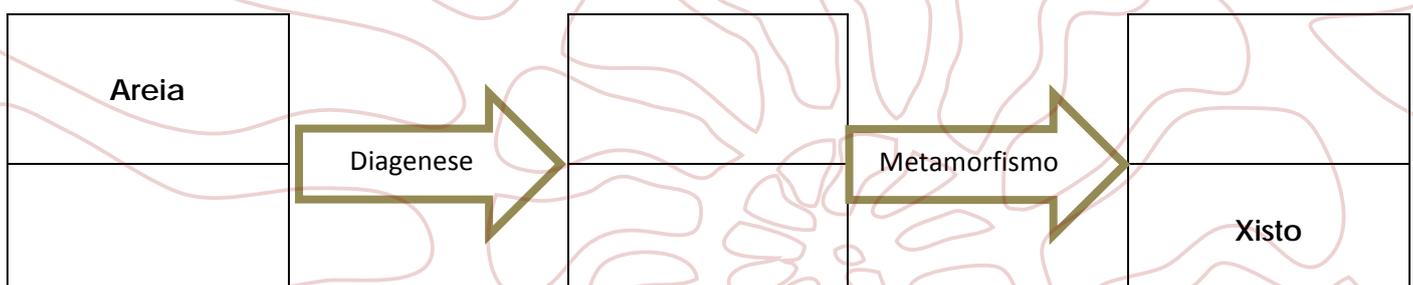
4. Procura na área a existência de fósseis ou de estruturas sedimentares que te indiquem a origem marinha destas rochas. Com recurso ao GPS indica a localização destes raros achados e fotografa-os com escala, orientando cada fotografia com auxílio de uma bússola. Mas lembra-te, estás numa região onde o Património Geológico é muito importante logo não deverás recolher fósseis, minerais ou rochas sem autorização!

Amostra 1 _____

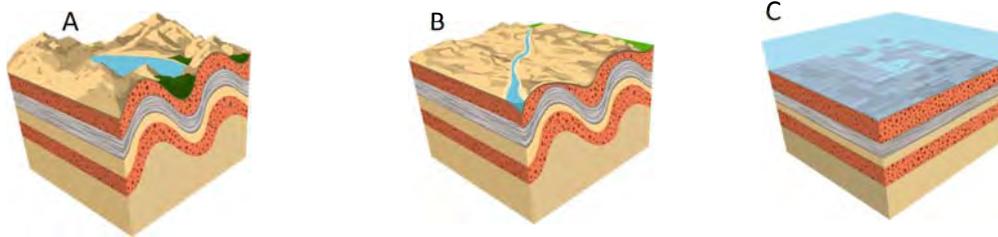
Amostra 2 _____

Amostra 3 _____

5. Completa o diagrama com as rochas em falta.



6. No esquema estão representadas algumas etapas da formação da paisagem deste geomonumento.



6.1. Coloca-as por ordem. _____

6.2. Descreve sucintamente o processo de formação da paisagem.

7. A Dobra da Albarda é um dos principais elementos da paisagem.

7.1. Assinala as rochas mais antigas (A) e as mais recentes (B).

7.2. Traça, com linhas, as camadas que a formam.

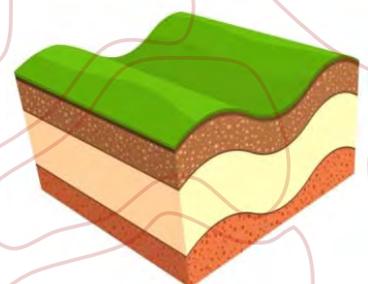
7.3. Que forças terão originado a Dobra da Albarda?



7.4. Qual a etimologia da Dobra da Albarda?

8. Neste local observa-se a mega-dobra em U, o Sinclinal do Ródão.

8.1. Observa o Mapa Geológico e refere qual a constituição e orientação desta mega-dobra.



8.2. Que tipos de forças deram origem a esta estrutura?

8.3. Que outro geomonumento se situa no Sinclinal do Ródão?

9. As Portas de Almourão constituem uma garganta onde o rio Ocreza cruza a Serra das Tallhadas. Qual o processo de formação desta garganta?

10. Podemos dizer que a Geodiversidade é suporte da Biodiversidade? Discute este assunto com os teus colegas e apresenta alguns argumentos com base nas evidências observadas no local.

11. Qual a rocha mais usada nas construções das aldeias de Foz do Cobrão e Sobral Fernando? Por que razão se verifica esse facto?

12. As Portas de Almourão foram ameaçadas pela construção de uma barragem desde a década de 1940. Qual a importância da construção de um Aproveitamento Hidroeléctrico neste local?

13. Indica três vantagens para a região da construção de uma barragem.

14. Quais as desvantagens que observas da eventual construção da barragem neste local?



V. Bibliografia

- Catana, M.M. 2009a. Os programas educativos do Geopark Naturtejo: ensinar e aprender geociências em rotas, geomonumentos, museus e na escola. In: Neto de Carvalho C. & Rodrigues J. (eds.), *Geoturismo & Desenvolvimento Local*. Idanha-a-Nova, 291-307.
- Catana, M. M. 2009b. *Rota dos Fósseis – Perguntas e respostas (Parque Icnológico de Penha Garcia)*. Município de Idanha-a-Nova, 106 p.
- Cunha, P.P., Martins, A., 2004. Principais aspectos geomorfológicos de Portugal Central: sua relação com o registo sedimentar e a relevante importância do controlo tectónico. *Geomorfologia do Noroeste da Península Ibérica*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto, pp. 151-178.
- Dias, R. P. & Cabral, J. 1989. Neogene and Quaternary reactivation of the Ponsul river fault in Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 75, 3-28.
- Fermeli, G., Meléndez, G., Calonge, A., Dermitzakis, M., Steininger, F., Koutsouveli, A., Neto de Carvalho, C., Rodrigues, J., D'Arpa, C. & Di Patti, C. 2011. Geoschools: innovative teaching of geosciences in secondary schools and raising awareness on geoheritage in the society. In: Fernández-Martínez, E. & Castaño de Luis, R. (eds), *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España*. Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico. Sociedad Geológica de España. Universidad de León, 120-124.
- Metodiev, D., Romão, J., Dias, R. & Ribeiro, A. 2009. Sinclinal de Vila Velha de Ródão (Zona Centro Ibérica, Portugal): litostratigrafia, estrutura e modelo de evolução da tectónica Varisca. *Comunicações Geológicas*, 96, 5-17.
- Neiva, A.M.R., Campos, T.C., 1992. Genesis of the zoned granitic pluton of Penamacor-Monsanto, Central Portugal. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu do Laboratório Mineralógico e Geológico, Universidade de Coimbra* 114, 21-68.
- Neiva, A.M.R., Campos, T.C., 1993. "e zoned granitic pluton of Penamacor-Monsanto, Central Portugal: hydrothermal alteration. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu do Laboratório Mineralógico e Geológico, Universidade de Coimbra* 116, 51-68.
- Neiva, A.M.R., Silva, M.M.V.G., Antunes, I.M.H.R., Ramos, J.M.F., 2001. Phosphate minerals of some granitic rocks and associated quartz veins from northern and central Portugal. *Journal of the Czech Geological Society* 46(3-4), 35-43.
- Neto de Carvalho, C. 2004. O Parque Geomorfológico de Monsanto através do seu percurso pedestre *As Pedras para Além do Sagrado. Geonovas*, 18, 65-75.
- Neto de Carvalho, C. 2009. *Ródão: A mais fantástica viagem de um grão de areia*. Associação de Estudos do Alto Tejo, 21p.
- Neto de Carvalho, C. & Baucon, A. 2010. *Nereites* trails and other sandflat trace fossils from Portas de Almourão geomonument (Lower Ordovician, Naturtejo Geopark). *e-Terra*, 17(18), 1-4.
- Rodrigues, J. 2012. Pedagogical Geosciences tools to explain Naturtejo Geopark in both non-formal and formal environments. In: Eds. Calonge A., Fermeli G., Lopez Carrillo M. D. & Meléndez G. (eds.), *Publ. Seminario de Paleontología de Zaragoza*, 10, 43-46.
- Rodrigues, J., Neto de Carvalho, C., Henriques, B & Canilho. S. 2012. Naturtejo geopark school programme Anim'a Rocha: students project developing interpretative tools for the "Travel across the Earth bones". In Dolven, J.K., Ramsay, T. and Rangnes, K. (eds.). *Proceedings of the 10th European Geoparks Conference*. European Geoparks Network, Porsgrunn, Norway, 156-161.
- Rodrigues, J., Neto de Carvalho, C., Oliveira, T. 2009. Património Geomorfológico de Monsanto. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Volume VI, Braga, 243-248.

Integrado no projecto "GEOschools-teaching geosciences in secondary schools".
EACEA-Lifelong Learning: Comenius, ICT and Languages.510508-2010-LLP-GR-COMENIUS-CMP

Este projecto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia.
Esta publicação reflete apenas as opiniões dos autores e a Comissão não pode ser responsabilizada por
qualquer uso que possa ser feita das informações nele contidas.



GEOschools



Departamento de
Ciencias de la Tierra
Universidad Zaragoza



National and Kapodistrian
University of Athens



Este documento faz parte do Projecto "GEOschools-Teaching Geosciences in Secondary Schools". EACEA-Lifelong Learning Programme: Comenius, ICT and Languages. 510508-2010-LLP-GR-COMENIUS-CMP

Este projecto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. Esta publicação expressa a opinião dos autores e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser dado à informação aqui apresentada.