**Universidade do Minho**

Escola de Ciências

Óscar Joel Martins Miranda

# Valorização e Interpretação Geológica de Percursos no Geoparque Terras de Cavaleiros

Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação

Trabalho efetuado sob a orientação do
**Professor Doutor Diamantino Ínsua Pereira**

Outubro de 2013

# DECLARAÇÃO

**Nome:** Óscar Joel Martins Miranda

**Endereço eletrónico:** oscar560miranda@gmail.com

**Número do Cartão do Cidadão:** 13776531

**Título da Tese de Mestrado:** Valorização e Interpretação Geológica de Percursos no Geoparque Terras de Cavaleiros

**Orientador:** Professor Doutor Diamantino Ínsua Pereira

**Ano de conclusão**: 2013

**Dissertação de Mestrado:**

Mestrado em património Geológico e Geoconservação

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, __/__/__

Assinatura:_____

## Agradecimentos

Para a realização deste trabalho foi importante o apoio de várias pessoas que sem a sua colaboração não teria sido possível levar a bom termo. Agradeço em particular:

Ao Professor Doutor Diamantino Pereira, quero deixar aqui o meu maior agradecimento pela sua orientação e acompanhamento constante e disponibilidade para esclarecimento de dúvidas. Enalteço as críticas e os conselhos que permitiram a concretização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Pedro Pimenta pelo esclarecimento de dúvidas ao nível da petrologia e pelo fornecimento de fotografias.

À minha família pelo apoio contínuo que me prestaram, em particular aos meus pais que permitiram a finalização desta etapa.

À Vera pelos seus conselhos e permanente incentivo nos momentos difíceis que me permitiram cumprir os meus objetivos.

A todos os meus colegas de mestrado, em particular à Ângela Oliveira, à Barbara Sá, ao Bruno Gonçalves, à Fátima Oliveira e ao José Benado pelo acompanhamento nas saídas de campo e partilha de conhecimento. Ainda pelos momentos de boa disposição e mútuo encorajamento que transmitiram.

Não posso ainda esquecer o amigo John Macadam pelas experiências que me passou e ao meu amigo Nuno pelo auxílio quando precisei.

Finalmente, ao Geoparque Terras de Cavaleiros pela sua hospitalidade.

## Resumo

Valorização e Interpretação Geológica de Percursos no Geoparque Terras de Cavaleiros

A geoconservação, ou seja, a conservação da natureza numa vertente geológica, deve constituir uma oportunidade de valorização dos recursos que a Terra nos oferece.

Atualmente, cresce a necessidade de preservar, valorizar e promover uma cultura geológica, pois só desta forma será possível um destacamento desta ciência comparativamente com outras. A educação científica e, em particular, geocientífica torna-se desta forma um pilar crucial no desenvolvimento das comunidades.

Os percursos apresentados no presente projeto irão possibilitar ao recém-formado *Geoparque Terras de Cavaleiros* integrar uma nova estratégia didática que enaltece o valor desta região e, sobretudo, dos geossítios e de outros locais de interesse geológico ali presentes.

A proposta destes roteiros perspetiva não só a exploração do património geológico através de um percurso pedestres e três rotas pela zona destacada, como também desenvolver um plano de interpretação desta ciência que seja acessível a todos: Geologia, uma ciência de todos e para todos! Esta é uma aposta fundamental para que o mundo da Geologia não se resuma aos seus investigadores científicos, e chegue à população em geral, abrindo o leque de oportunidade relacionadas com o turismo.

O primeiro percurso proposto é um trilho pedestre e enquadra-se entre as freguesias de Vale da Porca e Salselas. Incorpora alguns pontos de interesse geológico assim como outros locais que o turista pode observar.

Os três percursos restantes são rotas temáticas de maior dimensão, a pensar num passeio exploratório de automóvel. São eles a *Rota do Oceano de Morais*, a *Rota dos Recursos Geológicos* e a *Rota das Falhas Geológicas e Sismos*.

A *Rota do Oceano de Morais* tem como abordagem o *Complexo Ofiolítico* do *Maciço Alóctone de Morais* e apresenta locais que evidenciam esta particularidade geológica. A *Rota dos Recursos Geológicos*, como o nome indica, valoriza os recursos geológicos presentes na área do Geoparque. Aqui aconselha-se a visita aos locais onde se registaram as explorações.

Por último, a *Rota das Falhas Geológicas e Sismos* baseia-se na tectónica da região, desde as falhas às influências visíveis na morfologia e sismologia.

O crescente interesse do turista pela realização de atividades ao ar livre conciliado com as recentes plataformas de informação foram as chaves para este projeto que assenta na valorização do património geológico do novo *Geoparque Terras de Cavaleiros*.

Para a realização dos percursos e rotas foi utilizada uma metodologia de campo, a fim de definir quais os *Locais de Interesse Geológico* que possuem maior potencial turístico. Por outro lado houve o cuidado de escolher pontos de fácil acesso para o turista comum e um percurso relativamente simplificado.

Para cada percurso pedestre e rota é proposto um folheto que incorpora um mapa onde estão assinalados todos os pontos de paragem e ainda uma descrição/ interpretação simples do recurso geológico que é possível observar. A acompanhar o folheto existe também um guião interpretativo, com informação mais extensa e cientifica a pensar num turista mais curioso.

**Palavras-chaves:** geoconservação; percursos; geoturismo; interpretação.

## Abstract

Geological Promotion and Interpretation of routes in *Terras de Cavaleiros Geopark*

Geoconservation, or the conservation of nature in a geological aspect, should provide an opportunity for development of resources that Earth provides us.

Currently, the need to preserve, develop and promote a geological culture is growing, and only in this way can we up this science compared to others. Scientific education and, in particular, geoscience, it becomes a crucial pillar in community development.

The courses presented in this project will enable the newly formed *Terras de Cavaleiros Geopark* to integrate new teaching strategy that enhances the value of this region and especially geosites and other places of geological interest present there.

The purpose of these roadmaps enhance not only the exploration of geological heritage through a pedestrian route but also three routes previously highlighted, as well as developing a plan for interpretation of this science that can become accessible to all: "Geology, a science by all and for all"! This is a fundamental bet to the world of geology so as it is not restricted to scientific researchers, but making it reach the general population, opening range of opportunities related to tourism.

The first proposed route is a pedestrian footpath and fits between the parishes of "Vale da Porca" and "Salselas". It incorporates some points of geological interest as well as other places that tourists can observe.

The three remaining routes are larger thematic routes, maybe thinking in a car ride exploratorion. They are *Rota do Oceano de Morais*, *Rota dos Recursos Geológicos*, and *Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos*.

The route *Rota do Oceano de Morais* approaches the *Ofiolític Complex of Morais* and presents evidence that places this as a geological peculiarity.

The route *Rota dos Recursos Geológicos,* as the name indicates, values geological resources present in the area of the Geopark. Here, it is advisable to visit the places where explorations were registered.

Finally, the route *Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos* is based on tectonics of the region, ranging from the fault to the visible influences on morphology and seismology.

The growing interest of tourists for conducting outdoor activities reconciled with recent information platforms, were the keys to this project which is based on the geological patrimony value of the new *Terras de Cavaleiros Geopark.*

For the design of paths and routes we used a field methodology in order to define which of the Geological Interest Sites have greater potential for tourism. On the other hand we were careful to choose points of easy access to the common tourist route, and a relatively simplified route.

For each route, it is proposed a brochure that incorporates a map where all points are marked off, and even a description/interpretation of simple geologic features that can be observed. Accompanying the booklet there is also a guide book interpretation, with more extensive information and scientific thinking for a more curious tourist.

Keywords: geoconservation; routes; geoturism; interpretation.

# Índice Geral

Resumo ..... iv
Abstract ..... vi
Capítulo 1. Introdução ..... 1
1.1. Enquadramento geral do tema ..... 1
1.2. Geoparque Terras de Cavaleiros ..... 2
1.3. Objetivos ..... 3
1.4. Metodologia ..... 3
1.5. Enquadramento da área ..... 5
1.5.1. Enquadramento geográfico e administrativo ..... 5
1.5.2. Enquadramento Geológico ..... 6
1.5.3. Enquadramento Geomorfológico ..... 12
Capítulo 2. Interpretação geológica ..... 14
2.1. O problema da interpretação geológica ..... 14
2.2. Aspetos importantes num plano interpretativo ..... 16
2.2.1. Público-alvo do produto geoturístico ..... 16
2.2.2. Construção do produto interpretativo e a linguagem ..... 17
2.2.3. A construção de mapas ..... 18
Capítulo 3. Os percursos no Geoparque Terras de Cavaleiros ..... 20
3.1. Percursos já existentes ..... 20
3.2. Os percursos propostos ..... 24
3.2.1. Propostas de guias e desdobráveis interpretativos sobre os roteiros ..... 31
Capítulo 4. Livro - Guia dos Percursos Geológicos ..... 43
4.1. Percurso Pedestre Vale da Porca - Salselas ..... 44
4.2. Rota do Oceano de Morais ..... 64
4.3. Rota dos Recursos Geológicos ..... 83
4.4. Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos ..... 102
Capítulo 5. Considerações finais ..... 123
5.1. Medidas de intervenção ..... 123
5.2. Conclusões ..... 126
Referências bibliográficas ..... 127

# Índice de figuras

Figura 1: Localização do concelho de Macedo de Cavaleiros e mapa de freguesias (modificado de http://www.amtqt.pt)..... 5
Figura 2: Localização do Maciço de Morais no conjunto de zonas paleogeográficas do Maciço Ibérico e grandes unidades Alpinas (Julivert et al, 1972, modificado Pereira et al, 2004), 1 - bacias continentais e de margem continental; 2 - orlas Meso-cenozóicas; 3 – cordilheiras alpinas (Pirenaica e Bética); 4 – Maciço Ibérico; 5 – Maciços Alóctones que registam presença de ofiólitos. ..... 6
Figura 3: Mapa simplificado da geologia do concelho de Macedo de Cavaleiros. ..... 7
Figura 4: Representação esquemática do empilhamento das unidades Alóctones; A - fraturação da crusta oceânica; B - início da subducção; C e D - subducção e carreamento sobre a crusta continental; E - formação do Monte de Morais. ..... 8
Figura 5: Etapas da passagem da drenagem Endorreica para Exorreica (Pais et al, 2012). ..... 10
Figura 6: Mapa apresentando os percursos pedestres do Geoparque Terras de Cavaleiros. ..... 20
Figura 7: Exemplos de folhetos de dois percursos (Trilho Quercus e Rota Entre Aldeias). ..... 22
Figura 8: Mapa da Rota Geológica. ..... 23
Figura 9: Folheto interpretativo da Rota Geológica. ..... 23
Figura 10: Mapa do Percurso Pedestre Geológico Vale da Porca - Salselas com os pontos de interesse. ..... 25
Figura 11: Pombal junto à aldeia abandonada de Banreses, local interesse cultural. ..... 26
Figura 12: Mapa da *Rota do Oceano de Morais* com as localidades e os seus locais de interesse. ..... 27
Figura 13: Mapa da *Rota dos Recursos Geológicos* com as localidades e Locais de Interesse Geológico (imagem Google earth). ..... 28
Figura 14: Mapa da *Rota das Falhas Geológicas e Sismo* com as localidades e Locais de Interesse Geológico (imagem Google earth). ..... 30
Figura 15: Esquema das divisões da folha A4 para o desdobrável. À esquerda parte frontal, à direita a parte posterior. ..... 31
Figura 16: Mapa do Percurso Pedestre Geológico de Vale da Porca – Salselas (imagem Google earth). ..... 44
Figura 17: Perfil altimétrico do percurso pedestre Vale da Porca Salselas (Google Earth). ..... 45
Figura 18: Mapa simplificado da geologia do percurso pedestre. ..... 45
Figura 19: Perfil altimétrico e substrato geológico do percurso. ..... 46
Figura 20: Em primeiro plano a paisagem característica ao longo do percurso, ao fundo a serra de Bornes. ..... 47
Figura 21: Foto da esquerda, vista sobre a exploração; à direita, frente de exploração de talco. 48
Figura 22: Antiga estação CF do Azibo. ..... 50
Figura 23: Foto da esquerda o alto da Carrasqueira; à direita pormenor das rochas calcárias (foto: Pedro Pimenta). ..... 51
Figura 24: Foto à esquerda o LIG Sedimentos Vale da Porca; à direita pormenor de uma falha. ..... 53
Figura 25: Etapas da passagem de drenagem endorreica para exorreica e evolução do rio Douro (Pais et al, 2012). ..... 55
Figura 26: Na foto à esquerda, LIG Xistos anfibolíticos; à direita pormenor da grande alteração da rocha (foto Pedro Pimenta). ..... 56

Figura 27: Pormenor da dobra e falha nos xistos anfibolíticos. ..... 57
Figura 28: Pormenor na sinalização do percurso em Banreses. ..... 58
Figura 29: Foto da esquerda LIG 5, areeiro abandonada de Salselas; à direita, pormenor da maquinaria existente..... 59
Figura 30: À esquerda LIG calcários de Salselas; à direita Pormenor da coluna de sustentação. ..... 61
Figura 31: Esquema da decomposição química do calcário..... 62
Figura 32: Mapa da rota do Oceano de Morais. ..... 64
Figura 33: Representação esquemática do empilhamento das unidades alóctones do Monte de Morais. ..... 65
Figura 34: Representação esquemática da crusta Continental e Oceânica e do Manto em perfil, com a localização dos LIGs nos respetivos locais de formação..... 66
Figura 35: Perfil altimétrico da rota do Oceano de Morais. ..... 67
Figura 36: Mapa geológico simplificado da área da rota do Oceano de Morais. ..... 68
Figura 37: Na foto da esquerda o LIG Xistos anfibolíticos; à direita pormenor da deformação nos xistos anfibolíticos (foto: Pedro Pimenta). ..... 69
Figura 38: Representação esquemática da ascensão do magma pelo rift e formação de basaltos. ..... 70
Figura 39: Pormenor da dobra e da falha nos xistos anfibolíticos. ..... 70
Figura 40: À esquerda LIG Carreamento de Limãos; à direita pormenor de peridotito com opala. ..... 72
Figura 41: Na imagem da esquerda LIG Poço dos Paus; à direita a formação de diques em gabros nas margens do rio Azibo (fotos: Diamantino Pereira). ..... 74
Figura 42: Pormenor dos diques intrusivos (cor mais escura) no gabros. ..... 75
Figura 43: Esquema representativo da formação de um dique..... 76
Figura 44: À esquerda LIG gnaisses de Lagoa; à direita pormenor dos gneisses. ..... 77
Figura 45: Esquema simplificado da formação do Gnaisse de Lagoa..... 79
Figura 46: LIG do Carreamento da Foz do Azibo (foto: Diamantino Pereira) ..... 80
Figura 47: Foto do carreamento (tracejado vermelho) observando-se o contacto entre os gnaisses e os anfibolitos ..... 81
Figura 48: Mapa da rota dos Recursos Geológicos. ..... 83
Figura 49: Perfil altimétrico da rota dos Recursos Geológicos. ..... 84
Figura 50: Mapa geológico simplificado da área do geoparque com a marcação do trajeto da rota dos Recursos Geológicos. ..... 85
Figura 51: Foto à esquerda lagoa artificial no LIG Mina de Murçós; à direita observam-se edifícios de apoio a exploração (fotos: Diamantino Pereira). ..... 86
Figura 52: Exemplo de minério (scheelite) pertencente a um habitante da aldeia de Murçós que foi extraído da mina. ..... 87
Figura 53: Imagem da esquerda entrada do LIG Mina de Corujas; à direita o interior da galeria. ..... 89
Figura 54: À esquerda exploração de talco (foto Pedro Pimenta); à direita por menor de uma rocha com dobras. ..... 92
Figura 55: Na foto à esquerda *geossítio* Calcários de Salselas, uma exploração artesanal de calcário; à direita pormenor da coluna de sustentação. ..... 94
Figura 56: Pormenor de pequenas estalactites (foto: Bruno Gonçalves). ..... 95
Figura 57: À esquerda parte superior de um antigo forno da cal, à direita parte inferior. ..... 96

Figura 58: Rio Azibo. ..... 96
Figura 59: Foto à esquerda o LIG sedimentos Vale da Porca, à direita lagoa artificial causada pela exploração dos sedimentos. ..... 98
Figura 60: Pormenor de uma falha a atravessar os sedimentos. ..... 99
Figura 61: Na foto da esquerda LIG peridotitos com cromite; à direita pormenor de um peridotito com cromite (pontos negros) (foto: Pedro Pimenta). ..... 100
Figura 62: Mapa da *Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos*. ..... 102
Figura 63: Perfil altimétrico da *Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos*. ..... 103
Figura 64: Mapa geológico simplificado da área do geoparque com a marcação do trajeto da rota das Falhas e Sismos ..... 104
Figura 65: À esquerda falha da Vilariça em Azibeiro; à direita pormenor de rochas com dobras (foto: Bruno Gonçalves). ..... 105
Figura 66: Mapa da Falha da Vilariça no Norte de Portugal. ..... 106
Figura 67: Ilustração dos três tipos de falhas. ..... 106
Figura 68: Na imagem à esquerda igreja da Sra. do Campo, à direita a vista panorâmica do local. ..... 107
Figura 69: Representação da Falha ..... 108
Figura 70: Vale aplanado da depressão de Salselas. ..... 108
Figura 71: Curvatura do rio Douro junto da foz do rio Sabor. Este ao encontrar a Falha da Vilariça (representada pela linha amarela) curva de modo a encaixar na falha (imagem Google earth). ..... 108
Figura 72: Representação do rejeito de Falha da Vilariça na carta geológica 1:200000, um pouco a sul do Geoparque Terras de Cavaleiros. ..... 109
Figura 73: Vale aplanado característico de depressões tectónicas. ..... 110
Figura 74: Foto à esquerda a albufeira da barragem do Azibo (foto: Pedro Pimenta); à direita mecanismo utilizado para encaminha a água para regadio. ..... 112
Figura 75: À esquerda Falha de Morais num afloramento à berma da estrada; à direita pormenor de um local da falha (fotos: Diamantino Pereira) ..... 114
Figura 76: Zona polida onde se observa o plano de falha com estrias (foto Diamantino Pereira). ..... 115
Figura 77: À esquerda antigo edifício termal (foto: Diamantino Pereira); à direita a paisagem obtida do local (Foto: Bruno Gonçalves). ..... 117
Figura 78: Poço de captação da água termal. ..... 117
Figura 79: Influência da falha na infiltração e aquecimento das águas termais. ..... 118
Figura 79: Influência da falha na infiltração e aquecimento das águas termais. ..... 118
Figura 80: Posição das ocorrências hidrominerais na rede de falhas e lineamentos geológicos que podem corresponder a falhas ativas (Adaptado de Calado, 1995). ..... 119
Figura 81: À esquerda panorâmica para sul da Serra de Bornes, com a depressão da Vilariça ao fundo; à direita escarpa de falha da Vilariça, a caminho do LIG Panorâmica Falha da Vilariça. ..... 120
Figura 82: Os pontos vermelhos representam os sismos detetados na região entre o ano de 2000 e 2012 e a linha amarela a Falha da Vilariça (fonte: ipma.pt). ..... 121

# Índice de tabelas

Tabela 1: Percursos disponíveis na página web da Câmara Municipal com ponto de partida e extensão. ..... 21
Tabela 2: Quadro síntese da Mina de Murçós. ..... 86
Tabela 3: Quadro síntese da mina de Corujas. ..... 89
Tabela 4: Quadro síntese da exploração de talco do Azibo. ..... 92
Tabela 5: Quadro síntese da exploração calcária de Salselas. ..... 94
Tabela 6: Quadro síntese do areeiro de Vale da Porca. ..... 98
Tabela 7: Quadro síntese Dunitos com cromite. ..... 100

# Capítulo 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento geral do tema

Integrado no Mestrado em Património Geológico e Geoconservação, a presente dissertação constitui um projeto de valorização do património geológico existente em Macedo de Cavaleiros, mais precisamente no Geoparque Terras de Cavaleiros (GTC).

Tendo em conta a criação de um geoparque nesta região, o presente trabalho objetiva abrir horizontes à Geologia, ou seja, criar oportunidade para que visitantes fora da área da geociência possam caminhar e descobrir as maravilhas naturais que estão por debaixo dos nossos pés.

Numa primeira fase é feita a referência ao enquadramento geológico e geográfico do Geoparque Terras de Cavaleiros (GTC), numa segunda etapa é apresentada uma interpretação geológica referindo os aspetos a considerar aquando da construção do produto interpretativo.

Num terceiro capítulo são mencionados os percursos/ rotas já existentes, criados pelo geoparque e referidas algumas críticas construtivas. Numa quarta fase é apresentado um novo percurso pedestre, a pensar um caminheiro e três rotas, destinadas a turista que se pretendam deslocar de carro. Estes roteiros constituíram como atrativos para o GTC com vista a desenvolver o conceito de geoturismo.

Geoturismo é delineado como sendo uma atividade que possibilita aos turistas adquirir conhecimentos para compreender as singularidades de uma região, servindo como plataforma de difusão dos conhecimentos geocientíficos e valorizando o ambiente como um todo.

Todavia, transmitir o valor do Património Geológico à sociedade não se torna tarefa fácil. Assim como não podemos exigir que as pessoas compreendam muitos dos conceitos relacionados com os processos geológicos e a escala temporal que em termos geológicos é milhares de vezes superior à vida humana.

A estratégia deverá criar pontes entre a geociência e a comunidade, adaptando os discursos científicos às realidades comuns a partir, por exemplo, de relações entre o meio físico e o social, interligando os aspetos científicos com a cultura, a história, etc.

Pensando em todos estes aspetos será crucial acompanhar os roteiros geoturísticos de folhetos e guiões interpretativos visando a acessibilidade de informação a todos quanto queiram realizar caminhadas pedagógicas.

Numa fase final serão apresentadas algumas medidas de intervenção/ melhoramento de determinados *geossítios* e outros *Locais de Interesse Geológico (LIG)* que se considera que colocam em risco a segurança do turista. Apostar numa linha que concilie o bem-estar do turista com o valor da herança histórico-natural de uma determinada região tem de se tornar uma prioridade enquanto plano geoturístico.

## 1.2. Geoparque Terras de Cavaleiros

O Geoparque Terras de Cavaleiros é o território correspondente aos 699,3 km² da área administrativa do concelho de Macedo de Cavaleiros.

Têm-se juntando esforços para a inclusão deste novo geoparque nas redes europeia e global de geoparques, que atualmente contam com 58 e 100 geoparques, respetivamente (fonte: http://www.europeangeoparks.org/ e http://www.globalgeopark.org/).

A criação de um geoparque pretende estimular a sustentabilidade económica das comunidades locais conjugado com medidas de Geoconservação.

As atividades económicas, baseadas na geodiversidade, podem ser de diversos tipos, desde a produção de artesanato à criação de atividades comerciais de apoio ao turista, tais como alojamento, alimentação, animação cultural, entre outros. Os geoparques possuem assim, de modo quase imediato, uma inegável ligação ao setor do geoturismo. Com uma gestão baseada no uso sustentável do património geológico, têm como missão envolver e sensibilizar o público não especializado a assumir uma atitude de maior responsabilidade e respeito no que toca ao tipo de uso que dão à geodiversidade.

Seguindo esta linha de pensamento o Geoparque Terras de Cavaleiros surge numa tentativa de conjugar o elevado valor geológico e património natural presente na área com a sua herança cultural, promovendo medidas de dinamização social, formação, empreendedorismo, inclusão e educação para o futuro, apostando num turismo gerador de riqueza.

Um dos pressupostos mais importantes para ser geoparque é possuir um património geológico de grande relevância científica ou estética e de ocorrência rara.

A área do geoparque é recheada de diversidade e valor geológico bem patente nos 42 geossítios inventariados (Pereira et al, 2012). Na sua maioria destacam-se pela sua singularidade e notável valor do ponto de vista científico, com alguns geossítios de

interesse nacional contudo, também se revelam valores do ponto de vista educativo e turístico.

Das 27 categorias geológicas temáticas de relevância nacional ou internacional, os geossítios inventariados no GTC integram-se em 6 destas categorias: granitóides pré-mesozóicos, neotectónica de Portugal Continental, província metalogenética W-Sn Ibérica, relevo e drenagem fluvial no Maciço Ibérico português, sistemas cársicos e terrenos exóticos do nordeste de Portugal (Pereira et al, 2012).

Os valores dos geossítios variam entre o sedimentológico, o paleontológico, o paleogeográfico, tectónico, o geomorfológico e o estratigráfico. Todos os geossítios inventariados e classificados possuem elevada relevância, todavia o maior destaque vai para os geossítios relacionados com o Maciço Alóctone de Morais.

## 1.3. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral a valorização e divulgação do património geológico do GTC. Tem como objetivos específicos:

- ☞ Identificar e caraterizar as potencialidades da área em estudo e relacioná-las com uma possível exploração turística;
- ☞ Criar novos percursos / rotas geológicas de forma a constituir um contributo científico e de apoio ao turista que se interesse pelos aspetos naturais;
- ☞ Valorizar os percursos / rotas geológicas com a criação de folhetos e guias interpretativos simples e atrativos para o público em geral;
- ☞ Apresentar propostas de intervenção para melhorar as condições de acessibilidade tornando possível a implementação dos percursos / rotas geológicas propostos.

## 1.4. Metodologia

Para a concretização dos objetivos propostos foram definidas algumas etapas metodológicas. Na fase inicial fez-se a análise geológica e geomorfológica da área, através da cartografia geológica, do Google Earth©, pesquisa bibliográfica e trabalho de campo.

Para esta etapa foi utilizada a folha 2 da Carta Geológica de Portugal à escala 1:200000 correspondente à região Nordeste do país, assim como as cartas geológicas 7-D Macedo de Cavaleiros e 11-B Mogadouro à escala 1:50000 importantes para

situações de maior pormenor. Foram também usadas cartas topográficas relativas à área do concelho como auxilio para a identificação de estradas das quais se destacam as folhas 49, 50, 63, 64, 65, 77, 78, 79, 91, 92 e 93 da Carta Militar de Portugal à escala 1:25000.

A partir deste ponto foi possível identificar vários Locais de Interesse Geológico (LIG). Posteriormente foi realizado trabalho de campo complementar de modo a conhecer os locais identificados e anotar algumas observações relativas ao interesse geológico assim como as condições de segurança, essenciais para uma valorização turística.

Após conhecer as características geológicas e geomorfológicas locais, foram:

- Observados e analisados os *geossítios* previamente definidos pelo GTC;
- Definidos os diferentes temas a abordar nos percursos / rotas geológicas;
- Selecionados outros Locais de Interesse Geológico;
- Delimitados os itinerários.

A escolha dos LIGs foi baseada nos geossítios inventariados por Pereira et al. (2012), aos quais se acrescentaram mais alguns pontos selecionados de acordo com os temas escolhidos para os percursos / rotas geológicas.

De acordo com o critério utilizado, todos os *geossítios* são LIG, mas nem todos os LIGs são *geossítios*. Estes foram considerados pelo GTC como locais de grande interesse geológico. No entanto não se põe de lado que num futuro todos os LIGs possam ser reconhecidos como *geossítio* pelo GTC.

Nesta seleção deu-se atenção a critérios como a representatividade, a utilidade como modelo para ilustrar processos geológicos, a integridade, a diversidade de elementos geológicos e o seu valor científico e estético.

Foi também realizada uma investigação bibliográfica e análise de exemplares de guias e folhetos interpretativos já existentes para entender e clarificar a abordagem a tomar na realização dos produtos interpretativos propostos.

Por fim procedeu-se à criação dos guias e folhetos interpretativos e a criação de mapas através da manipulação de dados cartográficos em ambiente SIG - Canvas©. Com o apoio do mesmo programa foram desenvolvidas algumas ilustrações sobre os processos geológicos em causa.

## 1.5. Enquadramento da área

### 1.5.1. Enquadramento geográfico e administrativo

O GTC é correspondente ao concelho de Macedo de Cavaleiros, com uma área de 699,3 Km² dividido por 38 freguesias que agregam 67 localidades (Figura 1).

O atual concelho foi criado em 1853, tendo como sede concelhia a cidade de Macedo de Cavaleiros.

Geograficamente localiza-se no nordeste transmontano, na transição entre a terra fria e terra quente.

Administrativamente pertence ao distrito de Bragança e é integrante da região Norte (NUT II) e a sub-região do Alto Trás-os-Montes (NUT III).

Encontra-se no centro do distrito e faz fronteira com seis outros concelhos, Bragança e Vinhais a Norte, Mirandela a Oeste, Alfandega da fé e Mogadouro a Sul e Vimioso a Este.

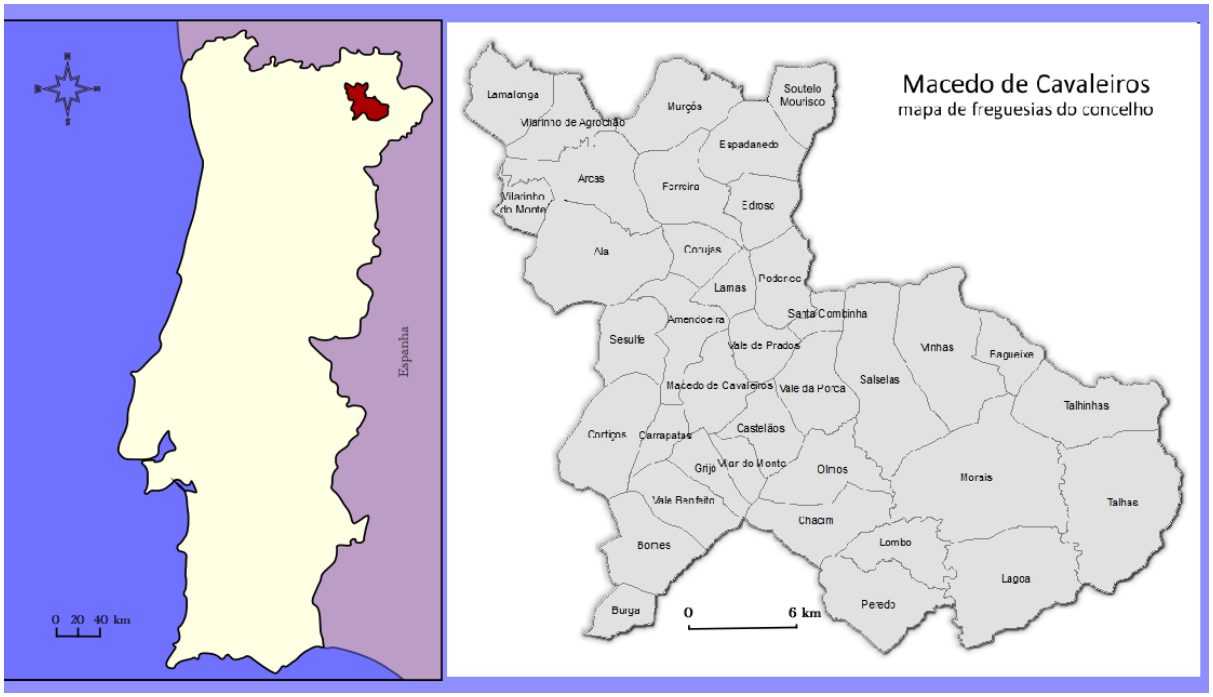



**Figura 1: Localização do concelho de Macedo de Cavaleiros e mapa de freguesias (modificado de http://www.amtqt.pt)**

Segundo os Censos de 2011, possui uma população de 15844 habitantes, o que corresponde a uma densidade populacional de 22,7 habitantes /Km² (fonte: www.cm-macedodecavaleiros.pt).

### 1.5.2. Enquadramento Geológico

O Nordeste de Portugal possui uma complexa geologia que regista determinados momentos e fenómenos que marcam profundamente a região.

No GTC é possível desvendar uma geologia de enorme valor. As unidades geológicas podem-se dividir temporalmente em dois grandes conjuntos, um do Pré-Mesozóico (mais antigo) e outro que comporta os sedimentos do Cenozóico. São também observáveis pontualmente rochas graníticas variscas.

### Substrato Pré-Mesozoico

A área do GTC enquadra-se numa unidade morfotectónica designado Maciço Ibérico, também designado Maciço Antigo, que se encontra dividida de acordo com características geológicas, litológicas e estruturais (Julivert *et al*., 1972).

A região em estudo localiza-se na Zona da *Galiza-Trás-os-Montes* que se caracteriza por um conjunto de unidades carreadas sobre o autóctone da zona Centro Ibérica (Figura 2).

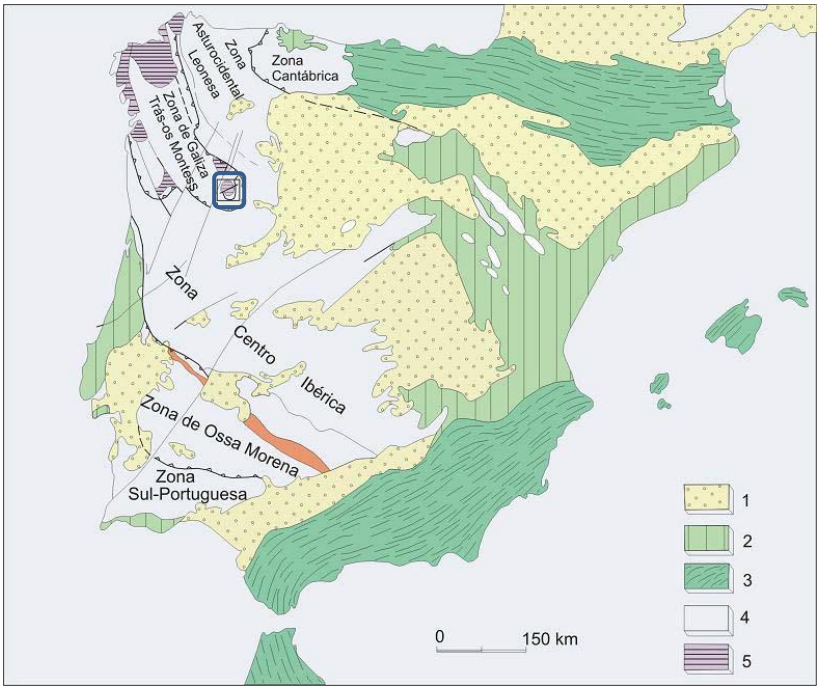



**Figura 2: Localização do Maciço de Morais no conjunto de zonas paleogeográficas do Maciço Ibérico e grandes unidades Alpinas (Julivert et al, 1972, modificado Pereira et al, 2004), 1 - bacias continentais e de margem continental; 2 - orlas Meso-cenozóicas; 3 – cordilheiras alpinas (Pirenaica e Bética); 4 – Maciço Ibérico; 5 – Maciços Alóctones que registam presença de ofiólitos.**

Em termos paleogeográficos, admite-se que um possível ramo do grande Oceano Rheic, apelidado de Oceano da Galiza e Maciço Central Francês (OGMC) (ao longo

deste trabalho também apelidado de "Oceano de Morais"), separava a Ibéria de um antigo e ainda desconhecido continente (comparável à Avalónia quanto ao conteúdo estratigráfico e tectonometamórfico (Ribeiro, 1974; Pereira, 2000).

Com o início do ciclo Varisco, estes dois continentes sofreram compressão de modo a dar inicio ao fecho do OGMC, subductando este por baixo da Ibéria. Mas parte deste material oceânico e continental sofreu obducção, carreando sobre a margem continental da Ibéria, numa flecha de recobrimento superior a 200 km, até ao NE de Trás-os-Montes, o seu local atual (Pereira, 2000).

O empilhamento destas estruturas formou o maciço alóctone de Morais, representado por três grandes unidades: *Complexo Alóctone Superior*, *Complexo Alóctone Intermédio* ou *ofiolítico* e *Complexo Alóctone Inferior* (Figura 3). Cada uma destas unidades possui um conteúdo estratigráfico, tectónico, metamórfico e idades distintas (Pereira, sem data), separadas da unidade infrajacente por um carreamento de base. Além de individualidade litoestratigráfica, exibem deformação e metamorfismo peculiares de cada unidade (Pereira, 2000).

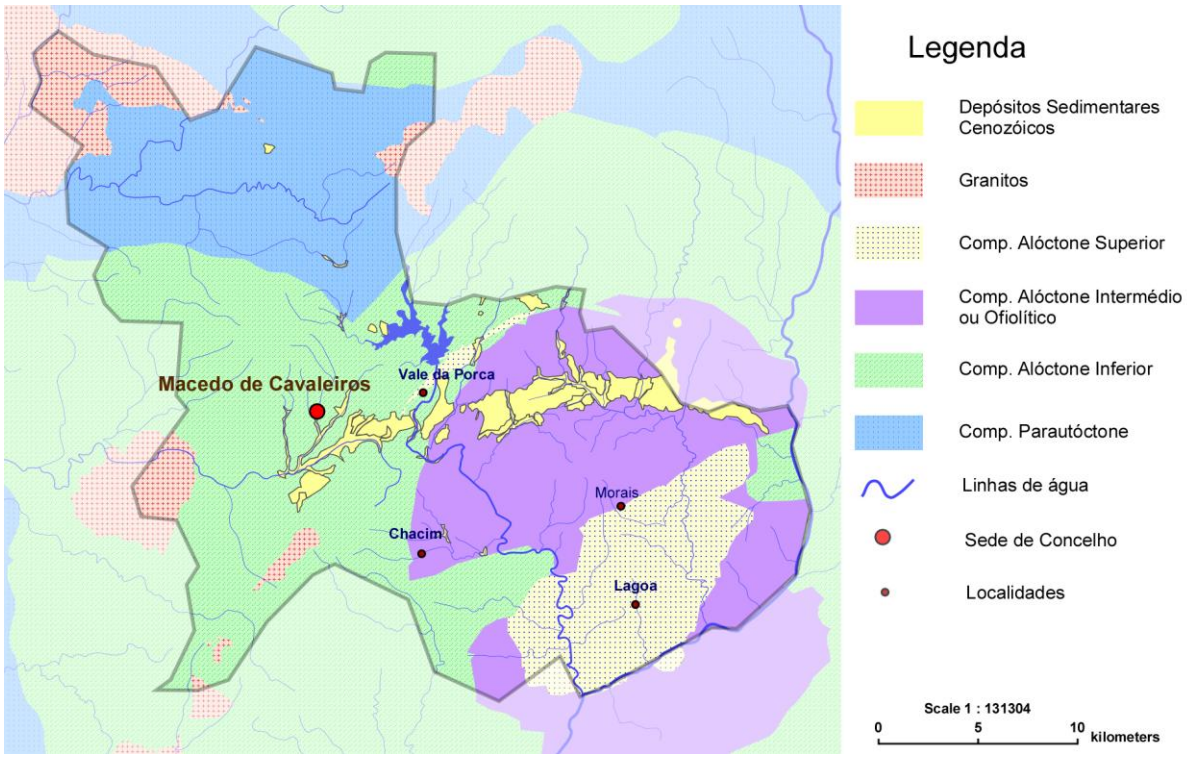



**Figura 3: Mapa simplificado da geologia do concelho de Macedo de Cavaleiros (adaptado de Pereira (coord.), 2000).**

Segundo a atual conceção de Terrenos, o *Complexo Alóctone Superior* representa uma sequência crustal bastante completa do continente enigmático e o

*Complexo Ofiolítico* equivale a uma sequência completa de crusta oceânica do Oceano de Galiza-Maciço Central (Figura 4) (Pereira et al, 2000).

Junto com estas unidades foram carreadas parte do bordo do Terreno Ibérico, representado pelo *Complexo Alóctone Inferior* ou Unidades Centro-Transmontanas (Ribeiro, 1974). Por sua vez, estas três unidades carrearam sobre um *Complexo Parautóctone*, anteriormente denominado Unidades Peri-Transmontanas (Ribeiro, 1974). Estas Unidades serão descritas sucintamente.

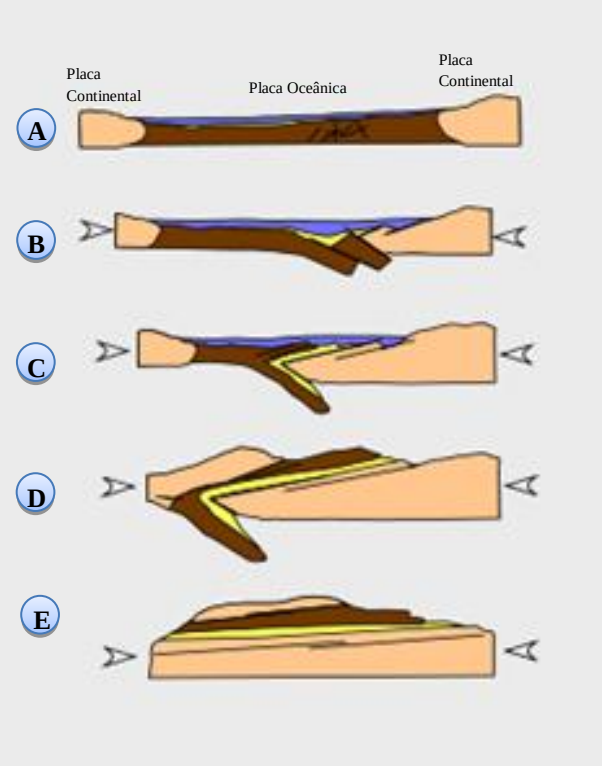



**Figura 4: Representação esquemática do empilhamento das unidades Alóctones; A - fraturação da crusta oceânica; B - início da subducção; C e D - subducção e carreamento sobre a crusta continental; E - formação do Monte de Morais.**

- **Complexo Parautóctone**

Na área do concelho encontram-se a Formação de Xistos e Grauvaques culminantes, a Formação Quartzítica e a Formação Pelito-grauváquica com afinidades paleogeográficas ao Autóctone. Esta sequência tem sido considerada como sendo do Silúrico, com possível flysch do Devónico inferior para o topo (Ribeiro, 1974, Pereira et al, 2000).

Contudo a sua interpretação estratigráfica é muito complicada, principalmente quando se tenta estabelecer correlações com as sequências silúricas autóctones, devido à ausência de fósseis e à complexidade da sua estrutura interna (Rodrigues et al, 2006).

- **Complexo Alóctone Inferior**

Este Complexo cobre uma larga área do GTC e corresponde ao Domínio Centro Transmontano que aflora em torno do maciço de Morais. Caracteriza-se pela abundância de manifestações vulcânicas (da abertura do OGMC) e pela presença de fácies especiais (Xistos borra de vinho) (Ribeiro, 1974). Compreende dois conjuntos de unidades carreadas, Unidade de Pombais, superior e de idade Silúrica, e as Unidades Centro-Transmontanas, de idades compreendidas entre o Ordovícico Superior e o Devónico Inferior (Pereira et al, 2000). Esta última unidade compreende, da base para o topo (Pereira et al, 2000): Gnaisses ocelados de Saldanha, Complexo Filito-quatzítica, Complexo Vulcano-silicioso, Formação de Macedo de Cavaleiros, com idades prováveis entre o Silúrico e o Devónico inferior.

- **Complexo Intermédio ou Ofiolítico**

Este Complexo é também designado por *Complexo Ofiolítico* e corresponde aos complexos polimetamórficos com termos básicos e quartzo-feldspáticos do Maciço de Morais (Ribeiro, 1974), representativos de uma crusta oceânica bastante completa (Pereira et al, 2000). Neste Maciço a sequência é bem desenvolvida, sendo constituída do topo para a base por anfibolitos, complexo de diques indiferenciados, complexo de diques em gabro, "flasergabros", cumulados máficos, peridotitos (rochas ultramáficas).

A sequência encontra-se repetida por um acidente cavalgante, originando duas Unidades, a Unidade de Morais-Talhinhas, superior, e a Unidade de Izeda-Remondes, inferior, separadas pelo carreamento de Limãos (Pereira et al, 2000).

- **Complexo Alóctone Superior**

O *Complexo Alóctone Superior* é uma sequência monometamórfica do Maciço de Morais corresponde a um manto de idade câmbrica a Brioveriano, carreado no topo do *Complexo Ofiolítico*. É constituído por rochas de alto grau de metamorfismo, definindo-se do topo para a base a seguinte sequência: micaxistos de Lagoa, gnaisses ocelados de Lagoa, e Unidades de Vale da Porca e Caminho Velho (Pereira el al, 2000).

**Sedimentos do Cenozóico**

As unidades do Cenozóico resumem-se a sedimentos pouco consolidados que cobrem ocasionalmente o substrato antigo. Estes sedimentos constituem valiosos testemunhos de um antigo sistema de drenagem endorreica, muito diferente do atual sistema exorreico que corre para o Oceano Atlântico. Este paleossistema fluvial foi escavado no substrato pré-mesozóico, formando paleovales que correriam para Leste, em direção à Bacia Terciária do Douro, sendo estes posteriormente preenchidos por sedimentos (Pereira et al, 2012).

Com o progressivo avanço da drenagem atlântica para o interior ocorreu a captura dos rios endorreicos que afluía para a Bacia Terciária do Douro, desenvolvendo-se a rede de drenagem semelhante à atual (Figura 5) (Pais et al, 2012).

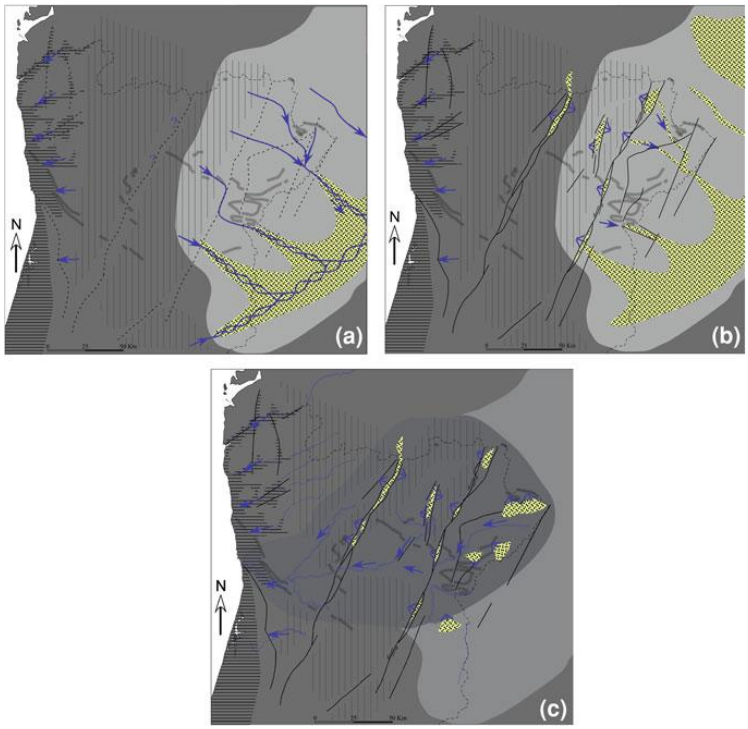



**Figura 5: Etapas da passagem da drenagem Endorreica para Exorreica (Pais et al, 2012).**

No concelho de Macedo de Cavaleiros estão descritas três unidades litostratigráficas que foram correlacionadas com etapas tectono-sedimentares descritas na Bacia Cenozóica do Douro, bem como nas Bacias do Mondego e do Baixo Tejo, nomeadamente (Pereira et al, 2012):

- Formação Vale Álvaro
- Formação de Bragança
- Formação de Aveleda

A principal mancha sedimentar terciária observada no concelho encontra-se entre as localidades de Macedo de Cavaleiros e Matela e admite-se ser um paleovale que drenava para Este. Possui uma orientação geral E-W e adapta-se à curvatura do Maciço de Morais. O seu escavamento foi controlado pelas litologias do substrato (incisão nos anfibolitos e xistos anfibólicos) e pelos alinhamentos tectónicos variscos (Pereira, 2003). Os depósitos são maioritariamente da Formação de Bragança, mas o primeiro episódio de enchimento desta depressão é constituído pelos depósitos de leque aluvial da Formação de Vale Álvaro, com origem no Maciço de Morais (Pereira, 2003)

Por sua vez a Formação de Aveleda pode ser observada em Podence, Castelãos, Valbenfeito e Grijó e encontra-se associada ao acidente tectónico Bragança – Vilariça – Manteigas. Estas ocorrências têm origem em derrames do tipo debrisflows a partir das serras da Nogueira e de Bornes, demonstrando uma correlação direta com uma fase de soerguimento dos relevos associado ao acidente tectónico (Pereira, 2003)

O estudo destes sedimentos permitem compreender as condições tectónicas e climáticas da região durante o Neogénico, mais quentes do que as atuais.

Relativamente aos sedimentos mais recentes, de idade Holocénico, caracterizam-se por materiais areno-argilosos ou cascalhentos que preenchem os fundos de vales mais largos, instalados, em geral, nas depressões. É provável que alguns destes materiais tenham sido remobilizados das unidades mais antigas. Têm maior expressão no rio Macedo e ribeira de Carvalhais (depressão de Macedo de Cavaleiros), ribeira de Salsas (depressão de Sta. Combinha, rio Azibo, ribeira Vale Meçados e ribeira vale de Moinhos (depressão Vale da Porca-Talhinhas) (Pereira et al, 2012).

**Granitóides**

Na área do Geoparque é ainda possível encontrar alguns afloramentos de rochas graníticas que afloram entre as rochas metassedimentares e metavulcânicas das unidades alóctones referidas anteriormente. Destacam-se de seguida as diferentes rochas granitoides que se podem encontrar na área (Pereira, 2000; Noronha et al., 2006, in Pereira et al, 2012).

- ☞ Granito e Granodiorito de Rebordelo, porfiróides, de grão médio a grosseiro, essencialmente biotíticos, ante a sin-D3, ocorrem no sector ocidental do concelho, na freguesia de Vilarinho de Agrochão.

- ☞ Granito de Lebução, granito de grão médio de duas micas, sin-D3, ocorre no sector ocidental do concelho, na freguesia de Vilarinho de Agrochão.
- ☞ Granito da Serra de Bornes e Pombares, granito de duas micas, grão médio, porfiróide. tardi a pós-D3. Evidencia cataclase e forte arenização no contacto com a falha da Vilariça.
- ☞ Granito de Romeu, granito de grão médio, moscovítico, tardi a pós-D3.
- ☞ Granito de Torre de Dona Chama, granito grosseiro, porfiróide, de duas micas, tardi a pós-D3, ocorre na freguesia de Vilarinho de Agrochão, no limite oeste do concelho.
- ☞ Granito de Burga, microgranito moscovítico, tardi a pós-D3, ocorre na freguesia de Burga, no limite sul do concelho.

### 1.5.3. Enquadramento Geomorfológico

O território do Geoparque Terras de Cavaleiros revela porçoes de uma superfície mais vasta e aplanada designada por Peneplanície Fundamental da Meseta (Sabaris, 1958, in Pereira, 2000b). A superfície aplanada do Monte de Morais corresponde a um retalho bem conservado dessa superfície fundamental da Meseta, situada normalmente entre os 750 e os 850 metros. O aplanamento desenvolve-se sobre as litologias máficas e ultramáficas do Complexo Alóctone Intermédio (Pereira, 2004).

Porém, é possível observar que no relevo existem vários compartimentos levantados e abatidos. Isto deve-se ao facto de esta região se encontrar sobre forte influência tectónica do sistema de falhas Bragança – Vilariça – Manteigas (BVM), que origina sucessivos episódios de movimentação (Ribeiro & Cabral, 1997).

Destas movimentações particulares do relevo podemos destacar as depressões do Azibo (onde se encontra a albufeira do Azibo) e de Macedo de Cavaleiros (onde se localiza a cidade sede do concelho).

Pode-se também distinguir na área dois blocos que foram levantados, distinguindo-se facilmente na paisagem, pois dão corpo às Serras de Nogueira (a Norte) e de Bornes (a Sul), com os topos, respetivamente, a 1320 metros e 1200 metros (Pereira, 2004). Estes são relevos do tipo *push-up* controlados pela movimentação da falha BVM e que gera escarpas acentuadas em ambos os casos.

São ainda aspetos notáveis, apesar de mais particulares, a falha de Morais, com uma evidente expressão morfológica. Esta divide o Maciço de Morais, colocando em contacto retilíneo as rochas que compõem o Complexo Alóctone Intermédio com os ortognaisses e micaxistos do Complexo Alóctone Superior. Esta unidade deve ter sido preservada por efeito do abatimento do bloco sul da falha de Morais, mas sem a preservação da superfície de aplanamento, aí bastante degradada (Pereira, 2004).

Entre a morfologia fluvial destacam-se os rios Azibo e Sabor cujo traçado semicircular deve ter origem num processo de reorganização da rede de drenagem terciária, controlada, entre outros, por fatores litológicos e tectónicos (Pereira, 2004).

# Capítulo 2. Interpretação geológica

No que respeita ao património geológico Hose (2006) aponta a prestação de serviços de interpretação como um meio de difundir o valor dos geossítios, de incentivar ao estabelecimento de práticas/comportamentos que garantam a sua conservação e de perpetuar a sua utilização pelos cidadãos, independentemente do interesse que os move.

Para este autor a interpretação revela-se muito importante para o desenvolvimento de uma maior sensibilidade dos cidadãos em adotarem uma cultura mais profícua a favor da preservação/conservação do seu património natural/cultural. Para além disto, a interpretação veicula junto dos cidadãos a tomada de uma atitude responsável e abre caminhos a uma melhoria nas decisões em relação à gestão dos espaços naturais com o objetivo de minimizar tanto quanto possível os impactos negativos (Hose, 2006).

Quer-se com isto dizer que a interpretação tem como objetivo primordial a mudança de atitudes/ comportamento das populações, no que respeita à compreensão e apreciação do património como forma de atingir a conservação do mesmo. Tudo se traduz na seguinte expressão: "*...através da interpretação, a compreensão; através da compreensão, a apreciação; através da apreciação, a proteção*" (Tilden, 1957).

## 2.1. O problema da interpretação geológica

Os conhecimentos obtidos por diversas áreas científicas no domínio da natureza, com especial destaque para as Ciências da Terra, sempre interessou mais aos académicos que ao público em geral (Pacheco, 2012).

Tem-se por isso registado durante as últimas décadas um certo distanciamento do público e dos políticos em relação à ciência, provavelmente em resposta à crescente especialização científica e consequente complexidade, assim como a dificuldades de comunicação de parte a parte (Brilha 2004).

A divulgação da ciência é dificultada quando o público não manifesta interesse em conhecê-la ou não possui conhecimentos de base para a compreender. Dados do Eurobarómetro 55.2, publicado em Dezembro de 2001 (http://europa.eu.int/ comm/public_opinion/), revelam que 45% dos europeus não se mostram interessados nem informados sobre ciência e tecnologia. Os portugueses são os menos informados (73.2%) e a esmagadora maioria (78.7%) refere que raramente lê artigos relacionados

com estes temas. Estes dados revelam bem esta fraca relação entre a ciência e a sociedade (Brilha, 2004).

Porém, os conhecimentos produzidos pelas ciências geológicas têm habitualmente um impacto importante no quotidiano de todos nós, pelo que se impõe a partilha para o mundo exterior ao invés de se centralizar entre um grupo de especialistas. É fundamental que estes conhecimentos sejam partilhados com a comunidade em geral pois é conhecendo e compreendendo a sua relevância que mais facilmente se adquire a desejada consciência de preservação e de conservação do património natural (Pacheco, 2012).

Esta aproximação dos conhecimentos produzidos em geociências com o grande público reflete a necessidade de se realizarem esforços no sentido de se adaptar a linguagem académica / técnica a uma linguagem mais popular (Pacheco, 2012).

Uma das conclusões da reunião do Comité para a Política Científica e Tecnológica da OCDE, que decorreu em Janeiro de 2004, refere expressamente a necessidade de se criarem *"policies to enhance awareness and public understanding of science, especially among youth; improving the quality of scientific teaching and encouraging individual creativity"* (in Brilha, 2004).

O GTC é um bom exemplo desta problemática. A região é rica em geodiversidade e possui locais de grande interesse geológico mas esta sua relevância baseia-se apenas no ponto de vista científico. A sua grande complexidade geológica torna-se um obstáculo para as populações comuns o que minimiza a conquista de visitantes.

A divulgação da Geologia junto do público apresenta ainda outras dificuldades acrescidas. A escala espacial é muito vasta, confrontando as pessoas com antigos continentes, abertura e fecho de oceanos e formação de cadeias montanhosas no passado. Estas realidades científicas ultrapassam a compreensão humana de muitos "analfabetos" em geologia.

Para dificultar ainda mais, estes processos geológicos prolongam-se no tempo em escalas temporais demasiado grande, medindo-se em milhões de anos, o que torna a informação pouco atraente para o público em geral.

Torna-se por isso muito difícil realizar projetos de interpretação sobre a Geologia do geoparque que consigam cativar pessoas não especializadas na área científica.

## 2.2. Aspetos importantes num plano interpretativo

### 2.2.1. Público-alvo do produto geoturístico

Um produto geoturístico não pode ser concebido sem público. Este é o ponto central na realização de qualquer projeto turístico e está intimamente ligado com os interesses apresentados pelo promotor do mesmo.

Aquando da realização de um projeto turístico há que fazer estudos de campo no sentido de compreender qual o tipo de turistas comuns na região e aí, poder-se-á adaptar as propostas a esse público ou por outro lado, apresentar projetos que atraiam diferentes públicos na tentativa de um maior desenvolvimento local.

Na definição do público há um conjunto de aspetos a considerar que devem assentar num equilíbrio entre as capacidades e interesses dos utilizadores e as características dos locais a apresentar. Nesta linha devemos conciliar as características físicas do turista e acessibilidade ao local; as capacidades cognitivas e dificuldade de compreensão dos processos geológicos observáveis; o interesse de conhecimentos em geociência e a complexidade dos processos; e a oportunidade de experimentar o ambiente considerando os riscos naturais (Martin e Reynard, 2010).

Analisando todos estes pontos, o presente produto gcoturístico prevê que segundo as estratégias de interpretação que adotou este pode direcionar-se para o público em geral. Pessoas com um mínimo interesse nas geociência e dispostas a percorrer trilhos envolvidos na natureza.

Todavia, um projeto para um público heterogéneo que envolve, por exemplo, famílias (crianças, pais, avós…) é dos mais difíceis de executar. Como nos dizem Martin e Reynard (2010), em tais casos "*o produto deve estimular tanto quanto possível vários níveis de leitura*". Para que a informação sobre os LIG chegue a cada elemento, independentemente das diferentes capacidades físicas e/ou cognitivas é necessário criar folhetos / desdobráveis interpretativos acessíveis a todos. Esta será uma ferramenta que permitirá ao turista conhecer / compreender o que está a visualizar no terreno.

Estes programas familiares serão extremamente enriquecedores, pois poderão desenvolver atividades de natureza, experimentar os cheiros da terra e partilhar saberes.

Este projeto destina-se também a investigadores da área da geologia que inevitavelmente possuem um nível de conhecimentos superior à população geral. O

guião interpretativo será uma forma de conciliarem o que observam com informação científica na busca contínua de desenvolver competências.

Conclusivamente as rotas e trilhos aqui descritos conseguem chegar a todos aqueles que tenham a mínima curiosidade sobre geologia mas sem esquecer das plataformas interpretativas também desenvolvidas.

### 2.2.2. Construção do produto interpretativo e a linguagem

Já existem alguns projetos de interpretação geológica na região, mas não têm sido realizados na melhor forma. Pelo facto de serem redigidos por pessoas especialistas na área, observa-se dificuldade na comunicação com o público generalista. Sem dúvida que o conhecimento geológico é muito importante, pois para explicar aos outros é necessário primeiro saber.

Todavia a adaptação deste conhecimento científico nem sempre é facilitado, ora pela falta de sensibilidade dos geólogos ora pela carência de conhecimento do público em geral.

A maioria dos projetos de interpretação já realizados acabam por cair no erro de serem mais de carácter informativo do que interpretativo. Tal como defendia Tilden (1957), "*a informação, como tal, não é interpretação. Interpretação é revelação baseada na informação. Mas são coisas completamente diferentes. Contudo, toda a interpretação inclui informação*".

Devem ser respeitadas quatro princípios básicos da comunicação (Carter, 2001; in Brilha, 2005):

- Captar a atenção do destinatário
- Tornar a informação agradável
- Tornar a informação relevante para a audiência
- Estruturar a comunicação

A primeira preocupação na realização de uma ação interpretativa será com a captação da atenção do público. Torna-se essencial que o seu destinatário se interesse por ela, caso contrário pode não prestar atenção ou nem ler a informação que se pretende transmitir. Como nos iz Tilden, 1957, "*Interpretar é partilhar algo que nos é*

*particularmente especial, interessante ou que nos extasia, pelo que a melhor recompensa é auferir da adesão ou interesse do público*"

A informação deve ser agradável e relevante para a pessoa que a estiver a ler, estabelecendo-se relações com o quotidiano e os conhecimentos do cidadão comum, de modo que se sinta constantemente cativado e compreenda a mensagem que se quer transmitir.

A comunicação deve ser bem estruturada e demonstrar claramente o porquê da sua realização e qual o seu objetivo (Brilha, 2005).

A linguagem deve ser o mais simples possível, sem termos técnicos, compondo frases curtas e sempre que possível na forma ativa, usando palavras de ação a convidar as pessoas para fazer coisas.

Estes simples cuidados na linguagem podem cativar e incentivar a leitura do produto interpretativo por parte do turista, ou em oposição, o desinteresse e respetiva não leitura quando não se verificam, perdendo-se assim a oportunidade de revelar os "segredos" da geologia.

Para Tilden (1957), a interpretação é um meio de comunicação que deve causar emoções e sentimentos de estima e proteção sobre o local. Esse será o melhor meio para conduzir à geoconservação.

### 2.2.3. A construção de mapas

O mapeamento para o público genérico torna-se por vezes complicado, não se pode fazer um mapa muito complexo que o pode tornar de difícil compreensão, mas a realização de um mapa no ponto oposto, ou seja muito simples, pode retirar informação útil ao turista.

Foram pensados em vários tipos de cartografia para servir de base, como a geológica, a topográfica, a altimétrica (ou de relevo) e de fotografia aérea (Google Earth).

Devido a possuir elevada informação e ter uma grande complexidade a cartografia geológica foi colocada de lado. Pensou-se ainda em construir um mapa simplificado para a geologia, porém seria muito complexo.

A topográfica seria um meio interessante uma vez que em algumas situações são utilizados este tipo de cartografia, possuindo informação precisa e detalhada (Regolini,

2012). Contudo, esta quantidade de informação juntamente com a marcação da informação adicional, pode tornar difícil a leitura.

Relevante referir ainda que a presença de grande número de linhas (referente às curvas de nível) pode levar à confusão ao público que não esteja acostumado a lidar com mapas. Seria interessante utilizar este tipo de carta para projetos onde uma boa orientação de terreno é importante (Regolini, 2012).

Quanto à fotografia aérea seria um bom meio por causa da sua cor e semelhança com a paisagem real (Regolini, 2012). Devido ao Google Earth, muitas pessoas estão acostumadas a este tipo de reprodução, o que torna ideal para projetos onde se pretende facilitar a transição entre a realidade e a representação (Regolini, 2012). Todavia, em percursos com grande extensão onde existe uma escala mais pequena, torna-se complicado notar vários aspetos presentes neste tipo de imagem, sendo preferível para pequenos trajetos.

Por último foi pensado utilizar mapas de altimetria com cores hipsométricas. Este tipo de carta não possui tanta informação como as anteriores, baseando-se na transmissão da variação da altitude através da gradação de cores. Este pode transmitir ao turista quais são as áreas mais montanhosas e planas presentes ao longo do percurso, podendo-se complementar o mapa com a introdução de mais informação, como o itinerário, os locais de interesse, as estradas, as localidades, entre outra informação. Não obstante, juntando outros elementos que sejam necessários possui cor, pode tornar o mapa confuso.

Optou-se então pela fotografia aérea (imagens do Google Earth) para o primeiro percurso, o *percurso pedestre geológico Vale da Porca – Salselas* visto ser um percurso de pequena extensão (inferior a 14 Km) onde é possível distinguir diversos aspetos da superfície.

Para os percursos automóveis por conterem uma maior extensão preferiu-se usar mapas simplificados com uma leve impressão da altimetria, de modo a dar um pouco de informação relativamente ao relevo sem fazer demasiada confusão.

# Capítulo 3. Os percursos no Geoparque Terras de Cavaleiros

## 3.1. Percursos já existentes

- **Percursos pedestres**

No território do Geoparque existem vários percursos pedestres de pequena rota que se encontram de acordo com os requisitos exigidos pela Federação de Campismo e Montanhismo de Portugal. Ao todo possui 23 percursos pedestres e uma via ciclável, perfazendo ao todo quase 200 Km de trilhos (fonte: http://www.cm-macedodecavaleiros.pt). É por isso uma área rica para os pedestrianistas.

Encontram-se percursos em quase todas as partes do GTC com maior incidência junto à Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo (Figura 6).

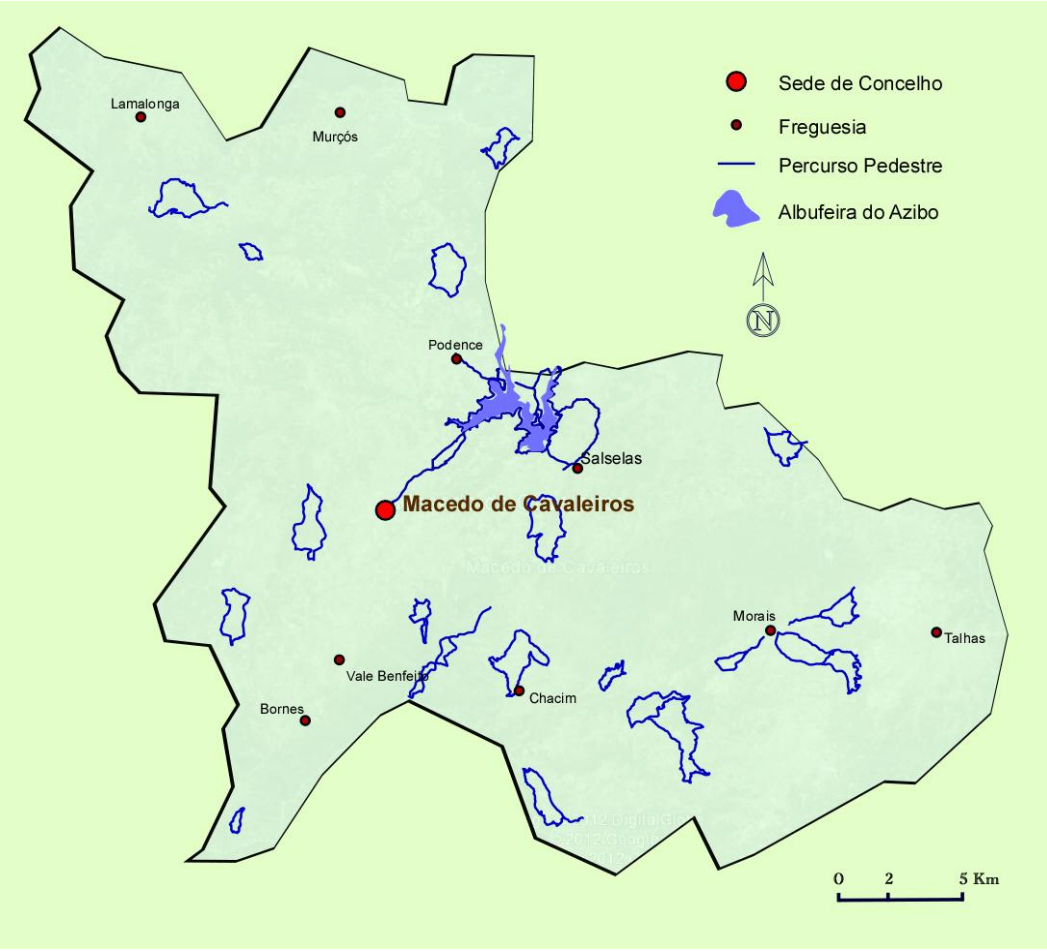



**Figura 6: Mapa apresentando os percursos pedestres do Geoparque Terras de Cavaleiros.**

Estes percursos encontram-se com sinalética ao longo dos trilhos e há a complementação de informação com folhetos/desdobráveis, que se podem obter gratuitamente na página web da Câmara Municipal de Macedo de Cavaleiros (Tabela 1).

**Tabela 1: Percursos disponíveis na página web da Câmara Municipal com ponto de partida e extensão.**

| Nome percurso | Ponto de Partida | Extensão (Km) |
|---|---|---|
| **Via Ciclável do Azibo** | Ecopark Azibo | 15,6 |
| **Corredor Verde de Vale de Prados** | Camara Municipal | 9,3 |
| **Trilho Ricardo Magalhães** | Santa Combinha | 4,1 |
| **Trilho dos Fornos Antigos** | Ecopark Azibo | 9,0 |
| **Trilho Quercus** | Ecopark Azibo | 8,2 |
| **Rota Banreses** | Santuário St. Ambrósio | 8,5 |
| **Rota da Azenha** | Morais | 11,3 |
| **Rota do Alto do Mogrão** | Mogrão | 2,7 |
| **Rota do Caminho Velho** | Morais | 5,2 |
| **Rota Moinho das Olgas** | Bagueixe | 8,5 |
| **Rota entre aldeias** | Chacim | 9,6 |
| **Rota Fraga dos Corvos** | Vilar do Monte | 5,4 (5,5 c/ derivações) |
| **Rota Azenha do Serrão** | Morais | 7,7 (8,2 c/ derivações) |
| **Rota Pena do Corvo** | Lombo | 17,3 |
| **Rota da Malhadinha** | Peredo | 8,8 |
| **Rota do Balsamão** | Convento do Balsamão | 4,9 |
| **Rota Mourisco** | Soutelo Mourisco | 5,6 |
| **Rota da Castanha** | Edroso | 6,1 |
| **Rota dos Cogumelos** | Serra de Bornes | 12,3 |
| **Rota do Facho** | Pinhovelo | 8,0 |
| **Rota do Rio Macedo** | Arcas | 9,1 |
| **Rota da Ribeira da Burga** | Burga | 2,6 |
| **Rota Alto da Carvalheira** | Burga | 6,3 |
| **Percurso Pedestre Geológico** | Morais | 5,8 |

De todos os percursos anteriormente referidos, apenas um foca a temática da Geologia, o "Percurso Pedestre Geológico". Os restantes não referem os aspetos geológicos presentes ao longo do caminho.

Nesta variedade de percursos, existem percursos dedicados à fauna e flora (exemplo: Trilho Quercus, Trilho Ricardo Magalhães) e aos aspetos culturais (exemplo: Rota entre aldeias, Rota dos Fornos Antigos) (Figura 7).

A Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo, uma área cujo principal objetivo é a conservação dos aspetos biológicos, tem concentrado um maior número de percursos.

**Figura 7: Exemplos de folhetos de dois percursos (Trilho Quercus e Rota Entre Aldeias).**

No que concerne ao Percurso Pedestre Geológico este é um trilho que se desenvolve a partir do centro interpretativo de Morais subindo e cruzando a cumeada do Monte de Morais. Aqui encontra-se a maior particularidade geológica do GTC, as rochas do fundo oceânico. Este é bem sinalizado e acompanhado por painéis interpretativos sobre a Geologia, a fauna e a flora. Todavia, centra-se apenas neste elemento geológico, não existindo proposta sobre a geodiversidade presente na área do Geoparque. Uma outra observação recai sobre o folheto do percurso, pois apesar da tentativa de simplificação da linguagem, alguma da informação não está ao alcance daqueles que não conhecem as raízes da Geologia. Palavras como Orogenia, Cadeia Orogénica, Cadeia Varisca, não são compreendidos por um turista.

Em suma, a existência de apenas um percurso pedestre focado nos aspetos geológicos, constitui numa grande lacuna para uma região que quer fomentar um projeto de Geoparque.

- **Rotas Geológicas**

Para quem pretende descobrir um pouco mais sem sair do conforto, o GTC oferece um percurso automóvel para desvendar as histórias geológicas presentes na região: a Rota Geológica. Esta rota possui como tema "Uma viagem ao Interior da Terra".

Com saída na cidade de Macedo de Cavaleiros, o turista pode optar por uma rota menor (50,5 Km) ou por uma rota maior (110 Km), mas ambos se centram na área do Maciço de Morais (Figura 8).

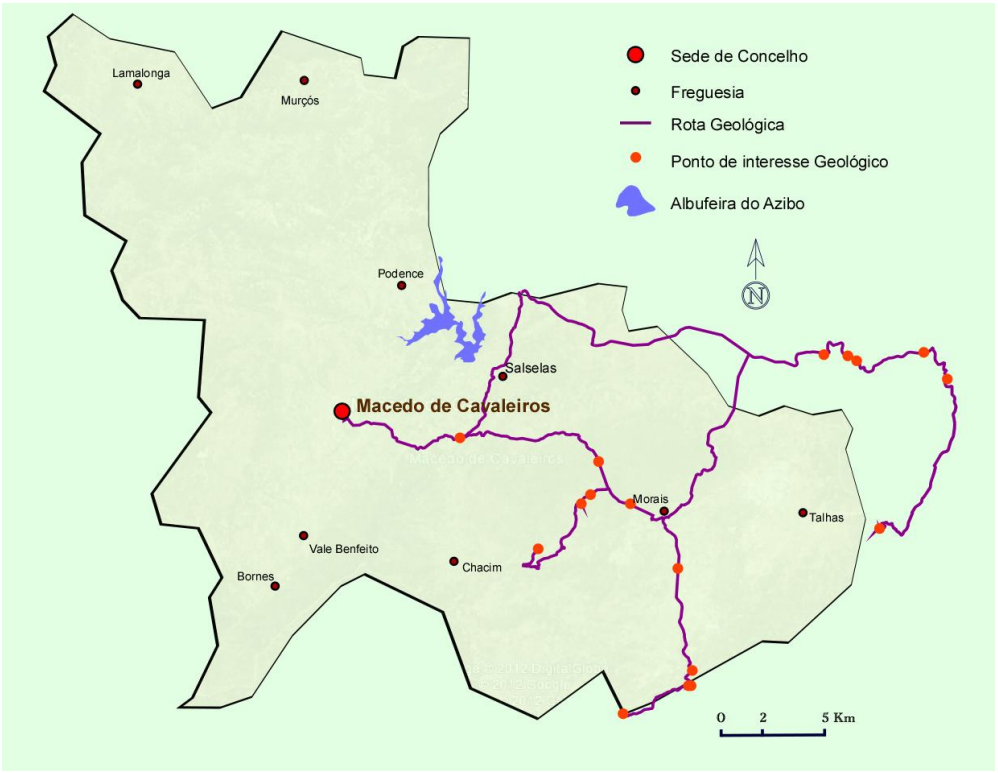



**Figura 8: Mapa da Rota Geológica.**

Assim como para os percursos pedestres, também o folheto da Rota Geológica encontra-se disponível para *Download* no *website* da Câmara Municipal (Figura 9).

A existência de painéis interpretativos ao longo dos seus pontos de interesse é uma mais-valia, mas o exagero de linguagem técnica na sua escrita (como por exemplo, os vários nomes científicos de rochas e suas constituições), desvanece o seu potencial didático, acabando por não atingir o seu principal objetivo que será explicar para o turista comum (considerado como visitante sem conhecimentos na área da Geologia) os fenómenos geológicos presentes no percurso.

**Figura 9: Folheto interpretativo da Rota Geológica.**

Há ainda para esta rota uma aplicação para *Android* que consiste num guia multimédia móvel destinado a visitantes que desejem saber mais sobre a geologia da região, pontos turísticos de interesse e serviços. Possui um mapa geológico original da região. Este aplicativo é gratuito, e pode ser acedido a partir do *website* da Câmara Municipal de Macedo de Cavaleiros, no separador do Geoparque Terras de Cavaleiros.

Continuando num discurso apreciativo, revela-se como um outro problema desta Rota Geológica o facto de os pontos de interesse selecionados se focarem apenas em afloramentos rochosos, o que pode não cativar os olhares turísticos.

Conclui-se por isso que estas rotas estão direcionadas para um público-alvo que já possui conhecimentos mais alargados sobre a Geologia, deixando de parte todos os públicos que poderiam despertar para esta ciência.

## 3.2. Os percursos propostos

Como já referido anteriormente existem vários percursos pedestres no território do GTC, mas nenhum destes percursos têm como objetivo demonstrar ao turista comum os aspetos únicos da Geologia local.

Sentiu-se por isso a necessidade de realizar um conjunto de percursos e rotas que demonstrassem às pessoas curiosas em descobrir mais sobre a paisagística que as rodeia, a particularidade geológica existente no concelho e a sua importância para a comunidade local.

Foi realizado um percurso pedestre, com o nome *Percurso Pedestre Geológico Vale da Porca – Salselas* e três rotas temáticas, a *Rota do Oceano de Morais*, a *Rota dos Recursos Geológicos* e a *Rota das Falhas Geológicas e Sismos*, com itinerários de maior extensão pensados para uma visita de automóvel.

Nestas novas propostas aborda-se a geologia da região, dando grande destaque aos Locais de Interesse Geológico (LIG) que foram selecionados como representativos da litologia e de importantes processos geológicos, quer do ponto de vista científico, didático como também turístico. Vários destes locais foram previamente selecionados como *geossítios* no âmbito do inventário do Património Geológico de Macedo de Cavaleiros (Pereira et al, 2012).

Os percursos apresentados serão uma excelente forma de divulgação do Património Geológico do Geoparque, permitindo aos visitantes a apreciação de uma paisagem geologicamente envolvente que poderá despertar novos públicos.

- **Percurso Pedestre Geológico Vale da Porca - Salselas**

O *Percurso Geológico Vale da Porca - Salselas* consiste num trilho pedestre circular com 13,9 Km de extensão entre as aldeias de Vale da Porca e Salselas, partes dele coincidente com um percurso já existente, o PR6 - Rota de Banreses.

Tendo em conta a existência de uma vasta quantidade de *geossítios* e outros *Locais de Interesse Geológico* em redor do percurso já existente, propõe-se algumas alterações e ampliações no seu trajeto de modo a enriquecer a visita (Figura 10).

O propósito da realização deste percurso consiste na valorização geológica deste percurso pedestre tentando aliar o entretenimento à interpretação geológica dos LIGs que se encontram ao longo da caminhada. A sua extensão é de 13,9 Km e o seu tempo de realização é aproximadamente de 5 horas, dependendo do tempo dispensado pelo visitante em cada LIG.

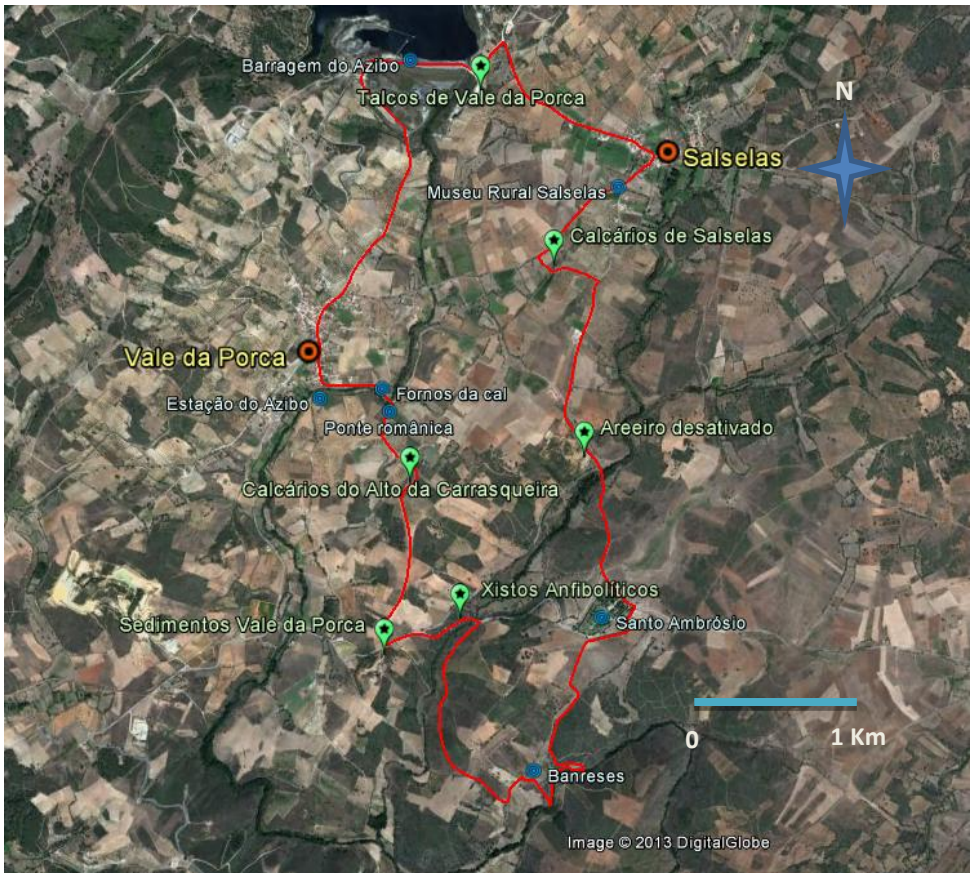



**Figura 10: Mapa do Percurso Pedestre Geológico Vale da Porca - Salselas com os pontos de interesse.**

Ao longo do percurso pedestre foram identificados seis *Locais de Interesse Geológico* à qual se aconselha uma paragem mais prolongada. Cinco destes denominados por Exploração de talco do Azibo, Calcários do Alto da Carrasqueira, Xistos Anfibolíticos do Alto do Moinho, Sedimentos de Vale da Porca, Calcários de

Salselas foram reconhecidos como *geossítios* do Geoparque Terras de Cavaleiros. O sexto *Local de Interesse Geológico*, situa-se no Areeiro de Salselas. Este LIG foi selecionado durante a realização deste trabalho tendo em conta o seu interesse científico e cultural. Neste ponto é possível uma boa observação dos materiais geológicos em questão associados aos vestígios da atividade humana.

Para além dos interesses geológicos referidos, é possível encontrar ao longo da caminhada vários pontos de interesse cultural e natural. São o caso da barragem e Albufeira do Azibo, as aldeias de Vale da Porca e Salselas, a antiga estação do Azibo e antiga linha de caminho-de-ferro, os fornos da Cal e ponte românica de Vale da Porca, a aldeia abandonada de Banreses (Figura 11), o santuário de Santo Ambrósio e museu rural de Salselas.

**Figura 11: Pombal junto à aldeia abandonada de Banreses, local interesse cultural.**

- **A Rota do Oceano de Morais**

A maior particularidade geológica do concelho centra-se no Maciço de Morais, essencialmente na sua grande diversidade litológica com elevado interesse científico. Aqui é possível observar vestígios de um antigo oceano e de um antigo continente, trazidos para o coração de Trás-os-Montes devido a uma orogenia passada. Por isso foi desenvolvido a *Rota do Oceano de Morais* que pretende demonstrar ao turista os vestígios do antigo Oceano.

Este é um roteiro que se estende pelas freguesias de Vale da Porca, Salselas, Chacim e Lagoa, atravessando o Monte de Morais.

Esta rota temática pretende explorar o *Complexo Ofiolítico de Morais*, a presença particular de crusta oceânica sobre a continental, evidenciando a importância científica da Geologia. Visa dar a conhecer ao turista uma explicação para os diversos fenómenos geológicos que pode observar ao longo do trajeto e algumas noções de como os geólogos trabalham e de como chegaram a determinadas conclusões.

A realização desta rota temática pressupõe que o turista se desloque de automóvel até aos LIGs, exceto no Poço dos Paus onde o seu acesso automóvel é restrito e se aconselha um percurso pedestre.

O percurso completo compreende aproximadamente os 38 quilómetros, mais o percurso pedestre com cerca de 3 km de extensão (1,5 Km em ambos os sentidos) (Figura 12).

Tendo em conta o valor essencialmente científico dos locais, sentiu-se necessidade de realçar a importância do local, explicando ao turista a informação que um geólogo pode adquirir através do estudo da geologia e o porquê da preservação do local.

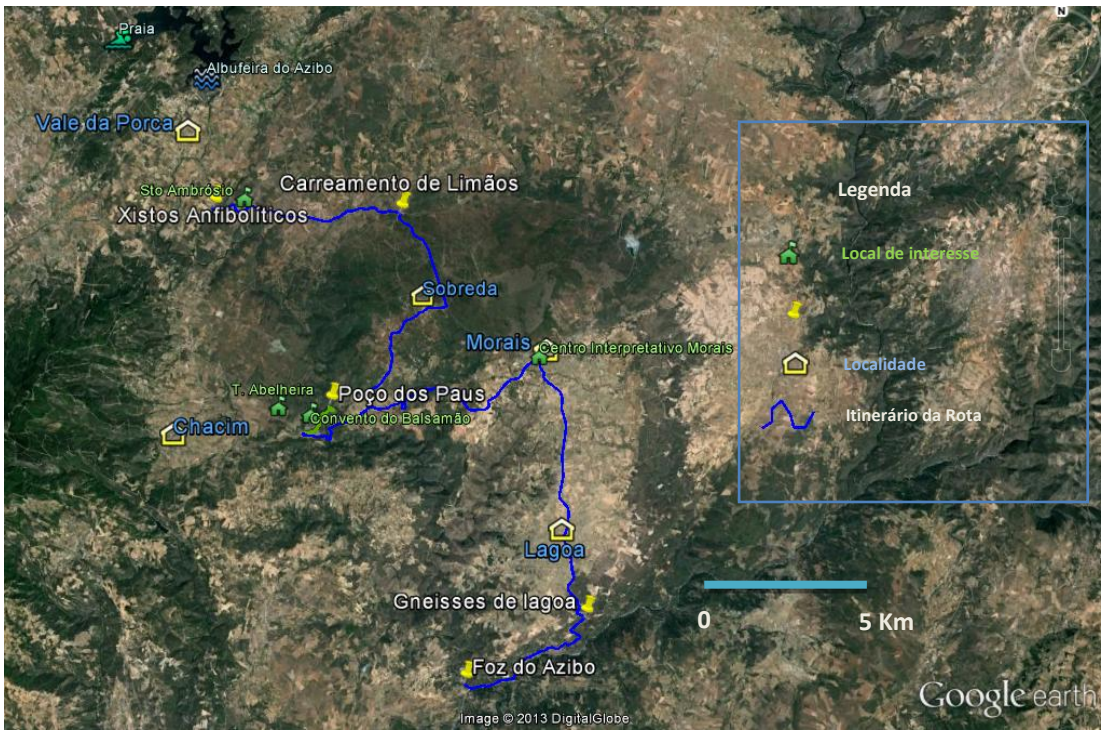



**Figura 12: Mapa da *Rota do Oceano de Morais* com as localidades e os seus locais de interesse.**

Os LIGs selecionados neste roteiro são todos *geossítios* do GTC e que se encontram relacionados com a temática do Maciço de Morais. Foram selecionados os Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho, o Carreamento de Limãos, os Diques do Poço dos Paus, os Gnaisses de Lagoa e o Carreamento da Foz do Azibo.

Alguns destes locais têm sido abordados em atividades Ciência Viva e também em excursões científicas dedicadas à geologia do Maciço de Morais, como são exemplo os Gnaisses de Lagoa e dos carreamentos de Limãos e da foz do Azibo.

O *geossítio* Diques do Poço dos Paus, em Balsamão, é um local com uma excelente observação dos diques da sequência ofiolítica para além de outros interesses como o paisagístico.

Ao longo do trajeto pode-se encontrar variados locais de interesse cultural e natural que se encontram nas imediações dos *geossítios*.

São o caso do Santuário do Santo Ambrósio, a albufeira do Azibo e as suas praias, o Centro de Interpretação de Morais, o Convento de Balsamão, as Termas da Abelheira e o vale do rio Sabor.

- **A Rota dos Recursos Geológicos**

Este percurso abrange uma vasta área do concelho, desde Murçós na parte Norte até Morais na parte Sudeste. Possui igualmente paragens nas localidades de Corujas, Vale da Porca e Salselas. Devido à sua longa extensão (57,5 Km) está pensado para ser realizado como um percurso automóvel (Figura 13).

A realização desta rota tem como propósito revelar ao turista locais que caracterizam os recursos geológicos da região assim como a sua importância na comunidade local. Conjuntamente pretende dar a conhecer as aplicações dos vários recursos e a relevância que estes exercem na vida do Homem.

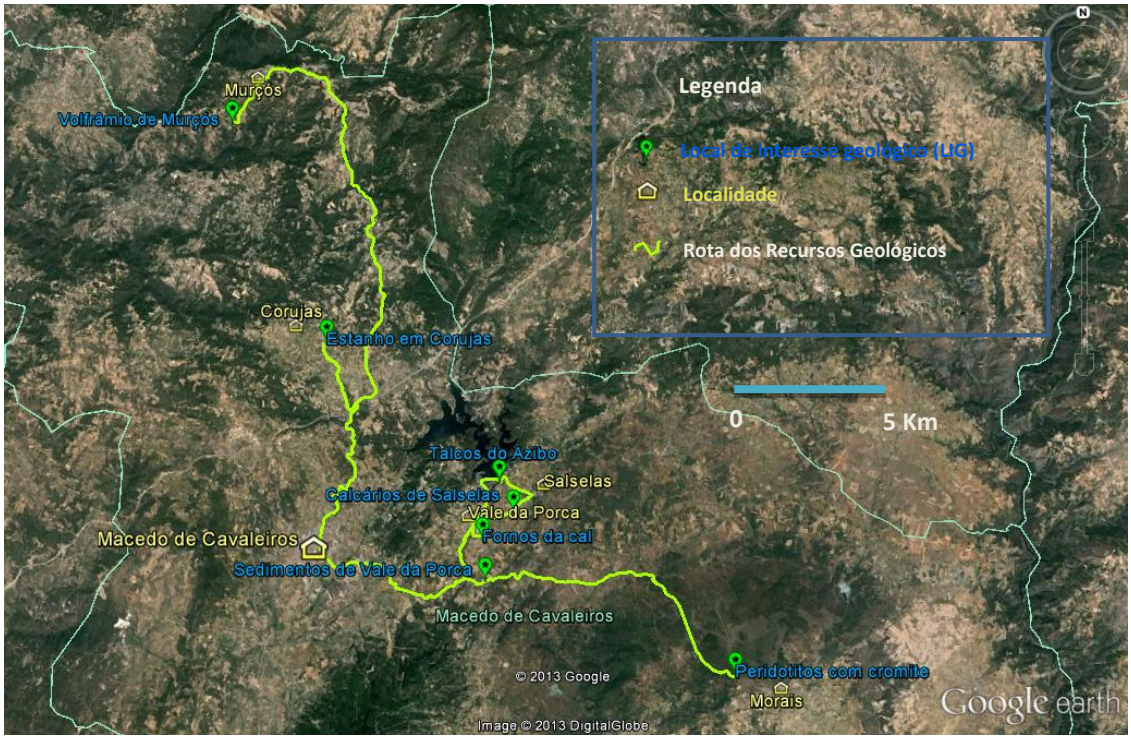



**Figura 13: Mapa da *Rota dos Recursos Geológicos* com as localidades e Locais de Interesse Geológico (imagem Google earth).**

Foram selecionados sete locais onde se observam recursos que são ou foram explorados e que poderão ainda no futuro servir como um recurso.

Quatro dos locais da rota (Mina de Murçós, Talcos do Azibo, Sedimentos de Vale da Porca e Dunitos com cromite) encontram-se selecionados como geossítios. Os dois restantes pontos (Mina de Corujas e Fornos da Cal de Vale da Porca) foram escolhidos durante a realização do trabalho e foram ambos elegidos por representarem vestígios artesanais de atividade extrativa e de tratamento levados a cabo pela população local.

A maioria constitui vestígios de atividade mineira na região, exceto dois, os peridotitos com cromite que representam uma rocha com minério mas sem viabilidade economicamente e os fornos da cal que simbolizam uma atividade para obtenção da cal.

Para além das numerosas localidades que se podem descobrir, ao longo da *Rota dos Recursos Geológicos* é possível encontrar a curta distância dos LIGs diferentes pontos de interesse cultural e natural.

São exemplo o Alto da Serra da Nogueira, a Casa do Careto, o santuário da Senhora do Campo, a albufeira e as praias do Azibo, a antiga estação do Azibo e os velhos trilhos do caminho-de-ferro, o santuário do Santo Ambrósio, o museu rural de Salselas, o Ecopark Azibo e o Centro interpretativo de Morais.

- **A rota das Falhas Geológicas e Sismos**

A *Rota das Falhas Geológicas e Sismos* é a mais extensa dos quatros percursos propostos com um itinerário de 83,4 Km que atravessa a parte central e sudoeste do Geoparque Terras de Cavaleiros (Figura 14). Inicia-se na freguesia de Pondence, junto à fronteira com o concelho de Bragança e termina no topo da serra de Bornes, no limite do município vizinho de Alfandega da Fé.

A conceção deste roteiro teve como alicerces a apresentação aos visitantes de alguns locais de interesse relacionados com as questões da tectónica. Estes revelam a importância do estudo sobre esta temática e da influência que a tectónica exerce na modelação do relevo. Também é explorado com maior profundidade a questão dos desastres naturais, mais concretamente os sismos, intimamente ligados com a tectónica.

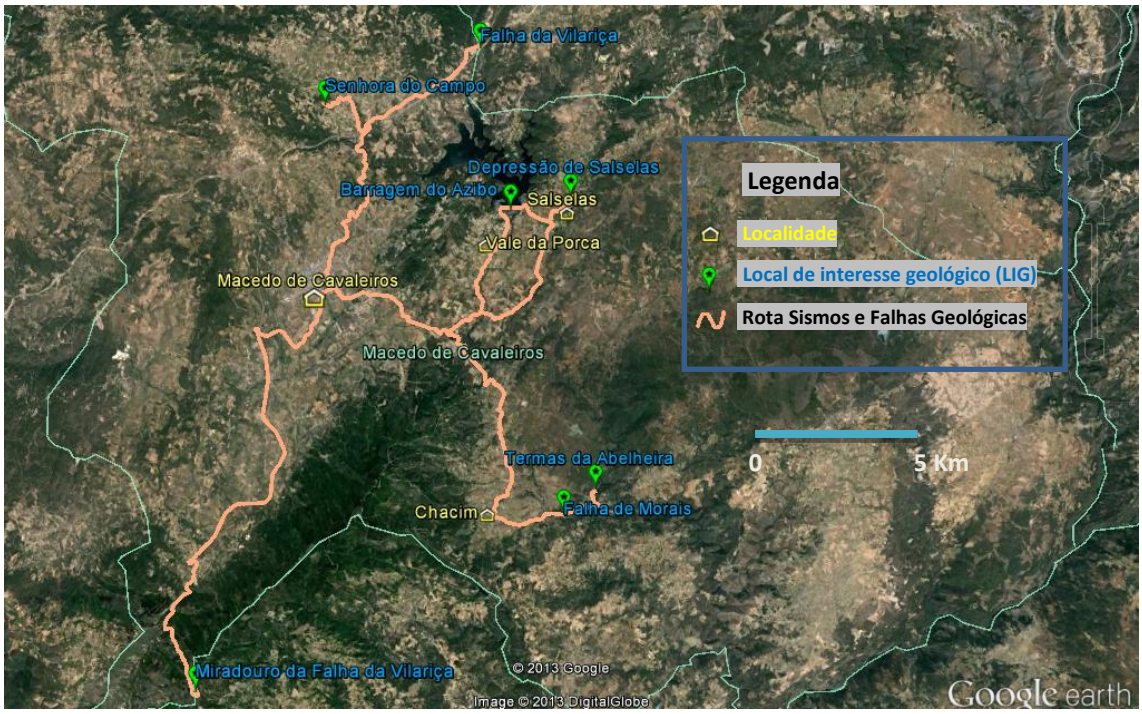



**Figura 14: Mapa da *Rota das Falhas Geológicas e Sismo* com as localidades e Locais de Interesse Geológico (imagem Google earth).**

Para a concretização desta rota foram eleitos sete LIGs. Quatro destes (Falha da Vilariça, Depressão de Salselas, Termas da Abelheira, Falha de Morais e Miradouro da Sra. do Campo) são *geossítios* inventariados pelo Geoparque. O Miradouro da Falha da Vilariça foi escolhido no decorrer da investigação de campo, encontrando-se nas proximidades de um geossítio inventariado e cujo objetivo é a observação da mesma ocorrência geológica.

Outro local elegido foi a barragem do Azibo uma vez que a sua albufeira se instala numa pequena depressão geológica causada pela falha da Vilariça. Relativamente a este ponto foi abordado as questões geológicas que envolvem a seleção do local para a construção de uma barragem, assim como os riscos da sua construção num local de sismicidade ativa.

Todos os locais selecionados apresentam uma boa acessibilidade, podendo realizar a rota completa de automóvel sem necessidade de se afastar do veículo.

Ao longo de uma grande extensão, esta rota percorre várias aldeias, o que por si só já possui um enorme interesse cultural com as suas igrejas, fontanários e costumes. Porém destacam-se alguns dos pontos como a Casa do Careto em Podence, o Real Filatório de Chacim, o Convento do Balsamão, o Santuário de Santo Ambrósio e o Museu Rural de Salselas.

Do ponto de vista natural realce para a estação de biodiversidade de Santa Combinha, a albufeira e o Ecopark do Azibo e o alto da serra de Bornes.

### 3.2.1. Propostas de guias e desdobráveis interpretativos sobre os roteiros

Na maioria das vezes a audiência é um grupo misto e produzir um produto para um "público em geral" é uma tarefa particularmente difícil ou impossível (Reynard, 2008). Nesses casos, o produto deve encorajar tanto quanto possível vários níveis de leitura (Martin e Reynard, 2009). Ilustrações e textos devem ser lidos e entendidos de forma independente, mas mantenham fortes ligações ao encontro do princípio de contiguidade (Mayer, 1997; Martin et al., 2010). Segundo Martin et al. (2010), a informação mais específica pode ser separada do corpo principal ou colocado na parte de trás de um papel ou num *website* cujo endereço aparece no produto principal. Foi seguindo este pensamento que se idealizou a realização destes dois produtos interpretativos, numa tentativa de incentivar dois níveis de leitura.

- **Estrutura do desdobrável**

O desdobrável está pensado para uma folha A4 e dobrado em três partes (Figura 15). Esta escolha recaiu sobre este formato de folha uma vez que é o formato mais comum, facilitando a divulgação e a impressão dos folhetos na própria casa.

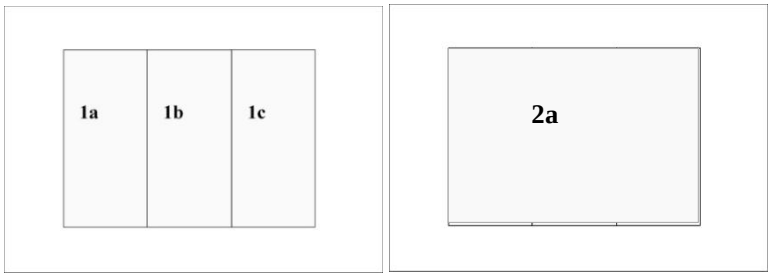



**Figura 15: Esquema das divisões da folha A4 para o desdobrável. À esquerda parte frontal, à direita a parte posterior.**

Assumindo as divisões da folha representada na figura 15, na primeira divisão (1a) deverá ter o título/nome do percurso acompanhado com uma frase simples e apelativa que faça com que a pessoa que o leia sinta vontade de realizar o percurso.

Deverá ser ilustrado com uma fotografia de um local atrativo, com o logotipo do Geoparque Terras de Cavaleiros na parte inferior.

Na divisão intermédia (1b) fornece informação acerca dos pontos de interesse culturais e naturais que pode encontrar ao longo do percurso. Deverá também ficar com uma pequena descrição do percurso e o *website* do Geoparque para mais informações. O desdobrável refere a possibilidade de obter mais informação sobre o percurso num guia interpretativo.

Na página 1c consta uma introdução aos fatores geológicos e aos LIGs que se podem observar ao longo do percurso, assim como as características técnicas do percurso, como extensão, duração, altura do ano recomendada e o ponto inicial do percurso com a posição GPS.

Na página 2a, sem divisões, pode-se destacar um mapa com o percurso e a localização dos LIGs que se podem encontrar ao longo do itinerário. A acompanhar o mapa, um leque de imagens com pequena descrição sobre os LIGs com as devidas coordenadas GPS para mais fácil aceder ao local.

Neste trabalho realizou-se uma proposta de desdobrável para cada percurso, mas o essencial a focar são as imagens/esquemas. A questão gráfica deverá ser tratada por um profissional da área de *design* gráfico para um melhor produto final.

Este recurso informativo poderá futuramente ser aproveitado pelo Geoparque e ser promovido no posto de turismo como um recurso válido para visitantes geologicamente curiosos.

No intervalo de páginas 35 à 42 são apresentadas as quatro propostas de desdobrável.

- **Estrutura do Guia Interpretativo**

O guia interpretativo deve ser mais completo que os folhetos desdobráveis dirigido às pessoas que sentem maior curiosidade sobre a geologia da região.

Neste caso, os textos são mais completos e com termos mais técnicos, todavia mantendo os títulos e subtítulos chamativos e alguns esquemas e imagens.

Relativamente à estrutura do guia propriamente dita, a parte inicial do *Guia Interpretativo* tem um texto prévio com uma introdução ao percurso e ao tema que este aborda, fazendo-se acompanhar com um mapa onde estes se encontram sinalizados, juntamente com a trajetória do percurso.

Em seguida é apresentado um quadro síntese com as características do percurso, como a extensão, a dificuldade, a duração estimada, a altura do ano recomendada à sua realização, o ponto inicial (com coordenada GPS) e a altitude do percurso, ilustrado com um gráfico altimétrico.

No seguimento serão apresentados os aspetos da geologia, com um mapa geológico. A geomorfologia e tectónica são os últimos aspetos apresentados no guia. São ainda identificados outros tipos de valores que se podem encontrar ao longo do percurso ou perto dos LIGs.

Para cada LIG, o Guia contém elementos de identificação e de localização através de coordenadas geográficas e imagens do local. Numa mesma linha geológica, é exibido um pequeno texto com uma breve descrição sobre o local, onde são apresentadas as principais características do LIG e o seu interesse. No caso do *Percurso Pedestre Geológico Vale da Porca - Salselas,* como se trata de um percurso pedestre, são apresentadas as indicações sobre o trajeto que o pedestrianista deve tomar.

Por fim, é disponibilizada alguma informação sobre o tema que se observa no LIG e que se considere relevante para o turista. Em geral, baseiam-se na formação, a localização de fenómenos geológicos semelhantes, o seu interesse económico (no caso dos recursos) e algumas curiosidades.

O próximo capítulo apresenta uma proposta de *Livro-Guia* dos novos Percursos Geológicos propostos para o Geoparque Terras de Cavaleiros.

Este servirá como um guia interpretativo de apoio ao turista que visitar o Geoparque. Uma vez que este tem por objetivo ser divulgado pelo público, encontra-se escrito numa linguagem simples e em discurso direto (exemplo: siga, continue, observe…) de modo a que seja transmitida uma ideia diálogo e de maior proximidade para com o leitor.

Com início no **Ecopark Azibo**, este percurso vai permitir conhecer um pouco melhor as maravilhas existentes nas freguesias de Vale da Porca e Salselas.

Enquanto percorre trilhos rurais ladeados de olivais e desfruta a paisagem envolvente, ao longo da caminhada vai encontrar seis **Locais de Interesse Geológico (LIG).**

Locais de especial importância que lhe vão dar uma perceção sobre a particular geologia da região.

**Extensão:** 13,9 km

**Duração estimada:** 5 Horas

**Dificuldade:** Média

**Altura recomendada:** Primavera, Verão e Outono

**Início**: Ecopark Azibo

**GPS**: N 41°33'34.55"; W 6°52'58.22"

## E outros encantos esperam por si...

**Caminhe** sobre a Barragem do Azibo, observe o espelho da água e a fauna aquática;

**Visite** as aldeias de Vale de Porca e de Salselas...conheça costumes e tradições;

**Descubra** a aldeia abandonada de Banreses e os seus antigos moinhos de água que jazem junto ao rio Azibo;

**Aviste** o arvoredo que identifica o Santuário de Santo Ambrósio, um dos principais lugares de culto e peregrinação da região.

Para mais informações:

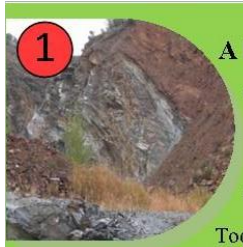
http://www.cm-macedodecavaleiros.pt

Se gostou, encontra-se também disponível um guião interpretativo, com mais informação acerca do percurso.

*Venha descobrir os segredos que se escondem debaixo dos seus pés...*

# Percurso Pedestre Geológico Vale da Porca-Salselas

GEOPARK TERRAS DE CAVALEIROS



## A beleza vem do interior da terra!

GPS: N 41°33'14.6" ; W 6°53'18.0"

Antiga exploração de talco onde se pode observar o mineral mais macio do mundo utilizado para várias aplicações, desde a cosmética à produção de papel.

Toque e sinta a sua suavidade na pele.

## Um antigo oceano tropical?

GPS: N 41°32'05.0" ; W 6°53'28.7"

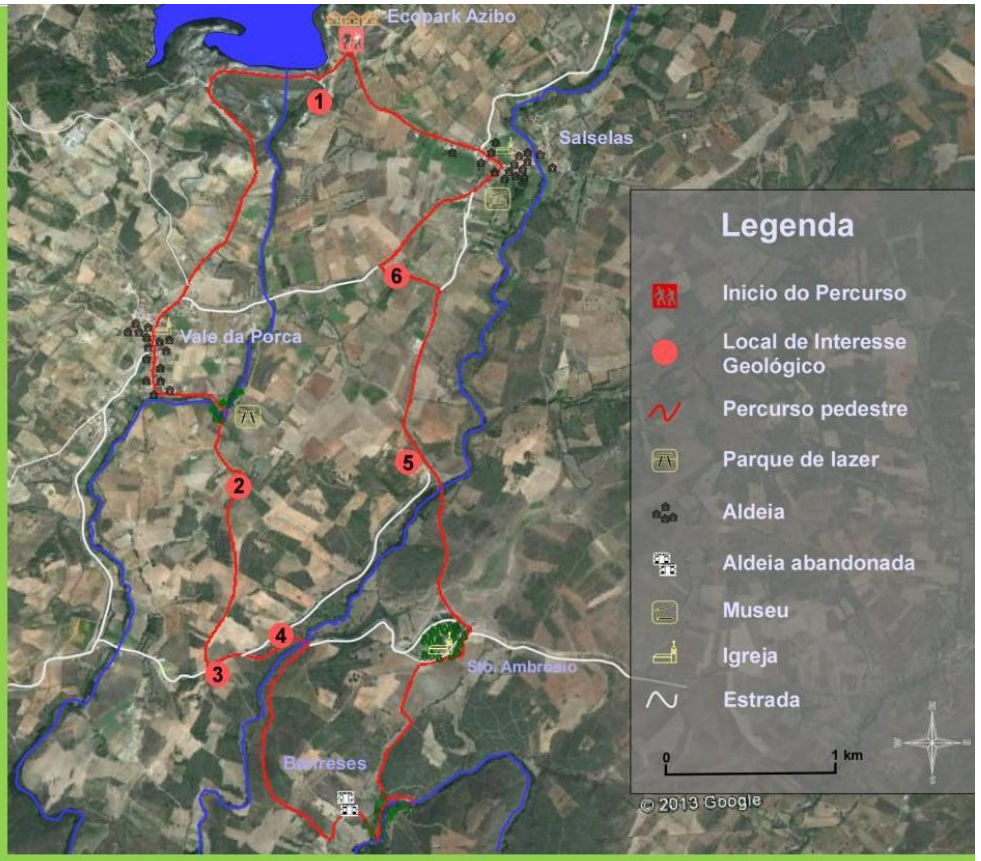
O que se observa no local são rochas calcárias. Estas normalmente formam-se em ambientes marinhos pouco profundos e águas quentes.

Estas rochas são constituídas por grande quantidade de carbonato de cálcio ($CaCO_3$). Na presença de $CO_2$ dissolve-se na água e é responsável pelo calcário acumulado nas tubagens da máquina em sua casa.

## No fundo de um rio…

GPS: N 41°31'34.4" ; W 6°53'36.5"

Em talude de estrada observam-se areias, seixos e grãos mais finos. Este local tem uma grande importância visto que representa o que no passado foi um antigo rio, numa época em que não existia o rio Douro e os rios existentes corriam para um grande lago no interior de Espanha.



## O fundo do Oceano aqui tão perto!

GPS: N 41°31'37.4" ; W 6°53'20.3"

As rochas que se observam têm o nome de anfibolitos devido à grande quantidade do mineral anfíbola. Estas representam o que no passado foram antigas rochas do fundo de um antigo Oceano.

É possível ver uma pequena dobra que com o seu estudo os geólogos obtém a direção do deslocamento das rochas.

## Essencial para o Homem!

GPS: N 41°32'9.22" ; W 6°52'46.23"

Antiga exploração de sedimentos para inertes. Este é um recurso de baixo custo e essencial para a construção civil da região.

Apesar de ser um simples areeiro a sua não reabilitação tem um grande impacto ao nível paisagístico e dos recursos hídricos.

## Branco como a cal!

N 41°32'45.6" ; W 6°52'53.4"

Pequena exploração de calcário artesanais cujas rochas serviam para alimentar grandes fornos, chamados de fornos da cal usados para "queimar a cal". Existem vários vestígios nas aldeias de Salselas e Vale da Porca.

A cal era depois utilizada para pintar as paredes, de onde surge as casas caiadas.

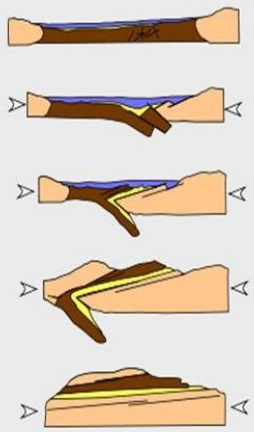
Um Oceano no meio de Trás-os-Montes?

**É ainda mais surpreendente!!**

**...um oceano foi trazido para cá!**

As rochas existentes no *Maciço de Morais* são semelhantes às encontradas no fundo do Oceano.

Mas como vieram aqui parar?



**Supõe-se que...**

uma grande massa de rochas do fundo do oceano (o chamado *Maciço de Morais*) foi transportada para este local através de forças exercidas pelas placas tectónicas, que empurraram para cima da crusta continental um pedaço de um antigo oceano.

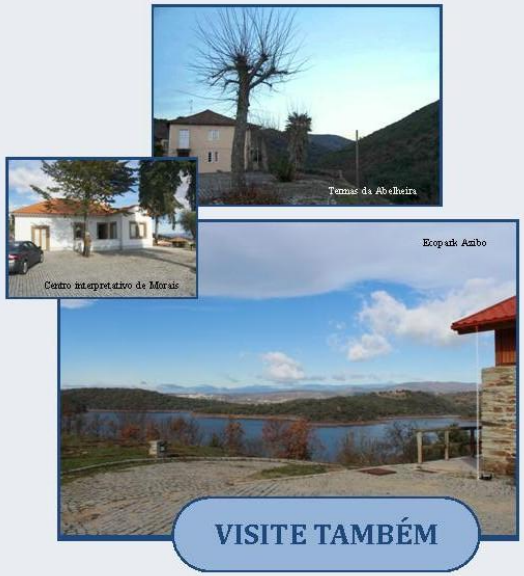
O que se propõe com o seguinte percurso é uma visita aos vestígios deste antigo oceano, vestígios que ficaram gravados nas rochas.

**Extensão :** 41 Km

**Duração estimada :** 2 horas e meia

**Altura do ano recomendada :** todo o ano

**Início :** Xistos Anfibolíticos
**GPS :** N 41°31'37.4"; W 6°53'20.3"




**VISITE TAMBÉM**

**Ecopark Azibo**

**Museu Rural de Salselas**

**Santuário do Sto. Ambrósio**

**Santuário do Balsamão**

**Centro Interpretativo do Sítio de Morais**

**Vale do rio Sabor**

**Para mais informações:**

http://cm- macedodecavaleiros.pt

Caso esteja curioso encontra-se ainda disponível um guião interpretativo onde poderá aprofundar os seus conhecimentos geológicos...

# O Oceano de Morais

**Á descoberta do fundo oceânico!**

GEOPARK TERRAS DE CAVALEIROS

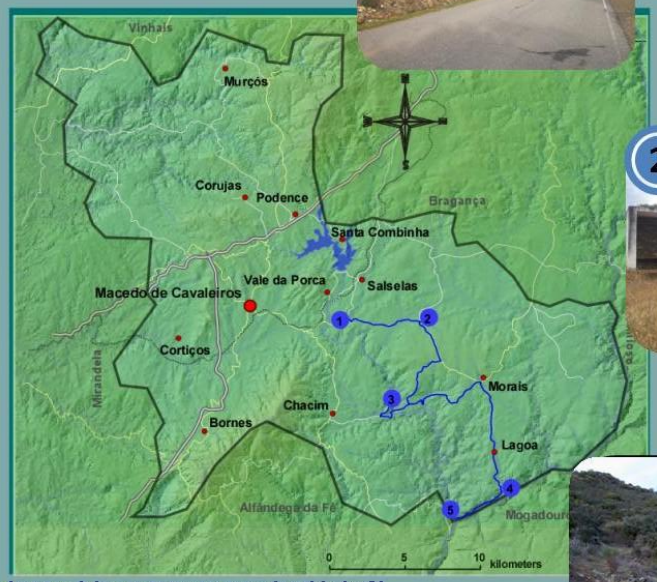
## Uma antiga escoada de lava!

GPS: N 41º31'37.4" ; W 6º53'20.3"

Quando falamos em lava ocorre-nos de imediato a imagem de um vulcão. De facto houve aqui um vulcão, mas não típico. O vulcanismo foi do tipo fissural associado a uma antiga zona de Rift Oceânico.

Os geólogos descobriram que estas rochas eram no passado basaltos, características do fundo do oceano.

Pode ainda encontrar uma dobra, causada pela pressão exercida aquando do transporte do Maciço de Morais.




## As rochas também se separam por densidades?!

N 41º24'24.7" ; W 6º48'12.1"

No local é possível observar o contacto litológico entre rochas de um antigo continente (superior) e as rochas ofiolíticas representantes do "Oceano de Morais" (inferiores).

Este contacto reproduz o que poderia ser uma antiga zona de subducção.

Quando uma placa continental choca com uma oceânica é a oceânica que sofre subducção, sofrendo movimento descendente provocando a sua fusão. Isto acontece devido à grande densidade da crusta oceânica.

## Uma viagem ao interior da Terra…

GPS: N 41º31'34.3" ; W 6º49'34.0"

...ou melhor, o interior da Terra veio ter connosco!

Neste local podemos observar peridotitos, rochas do complexo ofiolítico, com formação muito profundas, superiores a 10 Km.

O peridotito é uma rocha magmática constituída essencialmente por minerais escuros (máficos) como olivina (dominante), piroxena e anfíbola, ricos em ferro e magnésio.

Com a existência deste tipo de rochas à superfície é importante uma vez que permite aos cientistas conhecer melhor o fundo oceânico de uma maneira mais fácil.

## A rocha quente que congelou!

GPS: N 41°28'42.15" ; W 6°51'0.88"

Aqui é possível observar a intrusão de diques doleríticos nos gabros. É perfeitamente distinguível devido ao contraste na cor, granularidade e textura entre os diques doleríticos (negros) e os "flaser" Gabro.

Na época de sua formação, há milhões de anos atrás, estas rochas encontravam-se no fundo do oceano. Têm gravado as marcas da grande atividade vulcânica que se regista nas profundezas da crusta.

Entre outros minerais, destaque para a grande frequência de granadas, perfeitamente identificáveis como pintas acastanhadas.

Pode ainda apreciar a beleza do rio Azibo no local onde este

## Do outro lado do Oceano....

GPS: N 41º25'30.0" ; W 6º45'45.7"

Não vai necessitar de apanhar um barco para ir visitar outro continente.

Estas rochas representam o que em tempos pertencia a um antigo continente que se encontrava do outro lado do Oceano de Morais.

Esta rocha tem o nome de gnaisse ocelado e é um tipo de rocha metamórfica que deriva de um granito com cristais grandes de feldspato potássico.

Se se apercebeu esta rocha é mais clara que as rochas vistas até agora. Isto acontece porque as rochas oceânicas possuem grande quantidade de minerais de ferro e magnésio que atribui uma tonalidade escura à rocha.

**Desde cedo que o Homem...**

...mantém relações próximas com a Geologia recorrendo a esta para a sua evolução, essencialmente no que diz respeito à exploração dos recursos geológicos.

Desde tempos remotos que o homem procura e explora os recursos naturais, quer para motivos de construção, quer para a criação de ferramentas e adereços.

Moeda de bronze romana

No concelho de Macedo de Cavaleiros, devido à sua grande complexidade geológica, possui uma grande diversidade de recursos com explorações mineiras de impacto local e regional significativo.

A realização desta rota tem como propósito revelar ao turista locais que caracterizam os recursos geológicos da região assim como a sua importância na comunidade local. Conjuntamente pretende dar a conhecer as aplicações dos vários recursos e a relevância que estes exercem na vida do Homem.

**Extensão :** 57,5 Km

**Duração estimada :** 4 horas e meia

**Altura do ano recomendada :** todo o ano

**Início :** Mina de Murçós

**GPS :** N 41°40'10.2", W 6°59'34.1"

VISITE TAMBÉM

- Praias do Azibo
- Casa do Careto
- Museu Rural de Salselas
- Estação de caminho-de-ferro do Azibo
- Ecopark Azibo
- Barragem do Azibo
- Santuário do Sto. Ambrósio
- Centro interpretativo do sítio de Morais

**PARA MAIS INFORMAÇÕES:**

http://cm- macedodecavaleiros.pt

# Rota dos Recursos Geológicos

E a **Geologia** moldou a **Humanidade**!

GEOPARK TERRAS DE CAVALEIROS

Venha descobrir alguns dos locais onde se retirava a riqueza do interior da terra fazendo a rota "E a Geologia moldou o Homem"!

Caso esteja curioso encontra-se ainda disponível um guião interpretativo onde poderá aprofundar os seus conhecimentos geológicos...

## Cal - a pintura tradicional

GPS: N 41°32'22.80" ; W 6°53'37.5"

Nas proximidades da antiga estação do Azibo observa-se dois antigos fornos da cal bem preservados. Para se fazer a cal era preciso "queimar" a cal, objetivo conseguido em fornos construídos especificamente para o efeito. Nestes atingiam-se temperaturas entre os 800 e os 1000 °C e que coziam o calcário durante dias seguidos.

A cal depois obtida era misturada com água e usada como tinta na pintura das paredes das casas.

## Calcário - a brancura da cal

Cavidade a céu aberto com cerca de 15 m de altura feita artesanalmente pela população local para exploração desta rocha para fabrico da cal.

O calcário é uma rocha de origem sedimentar com carbonato de cálcio, formada normalmente em fundos marinhos. Possui uma grande importância por ser uma rocha muito rara no concelho e por representar um recurso para uma atividade tradicional, a caiação.

GPS: N 41°32'45.6" ; W 6°52'53.4"

## Talco - a beleza tem origens na Terra?

GPS: N 41°33'14.6" ; W 6°53'18.0"

Junto à barragem do Azibo é possível observar pequenas explorações de talco a céu aberto. São de grande importância devido à raridade do recurso.

A ideia que a maioria das pessoas tem do **talco** é de um pó branco, mas esse é apenas uma das suas aplicações. Este é um mineral que possui uma vasta gama de usos, desde produtos de beleza a revestimentos de papel e fertilizantes.

## Areias - essencial para o homem

GPS: N 41°31'34.4" ; W 6°53'36.5"

Num talude de estrada existem sedimentos pouco consolidados e de cor avermelhada, como areias, cascalho e grãos mais finos. Seguindo um caminho de terra batido existe uma antiga exploração destes materiais para inertes.

Geralmente esta matéria prima é considerada sem grande interesse, devido ao seu baixo valor económico, mas é dos materiais mais necessários para o homem. São fundamentais para a construção civil e obras publicas.

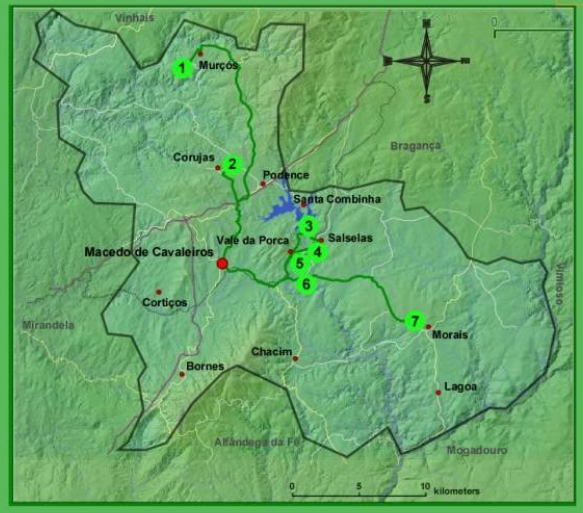
## Estanho - desde a idade do bronze à atualidade

Pequena mina subterrânea feita artesanalmente na década de 40 pelas picaretas dos homens da terra. Daqui se retirou **estanho**, um elemento metálico muito utilizado em ligas metálicas e revestimentos de outros metais devido à sua resistência à oxidação.

Juntamente com o cobre forma uma das principais ligas metálicas, o bronze, muito importante na história do Homem.

Portugal produz atualmente grandes quantidades deste metal, figurando entre os primeiros produtores mundiais.

GPS: N 41°35'39.03" ; W 6°57'04.6"




## Crómio – Já ouviu falar deste metal?

É um metal muito utilizado pelo homem e é possível observar aqui no seu estado natural.

Nestas rochas é pode encontrar uns pequenos pontos pretos brilhantes, os minerais de cromite, de onde se obtém o **crómio**. É uma metal de grande resistência e é utilizado em refratários, em ligas duras e anticorrosivas e em revestimentos de certos metais (cromagem). Devido à sua variação na cor possui também grande aplicação nas indústrias químicas, como pigmentos para tintas.

GPS: N 41°29'43.9" ; W

## Volfrâmio - Para os nossos avós, o minério da fortuna!

Antiga mina de onde se extraía volfrâmio e estanho, teve uma grande importância local, dando emprego a muitos trabalhadores. A sua atividade incidiu principalmente à superficie em quatro minas a céu aberto, extraindo um total de 335 toneladas de volfrâmio entre 1948 e 1976.

O **volfrâmio**, ou tungsténio, é um metal com uma alta densidade, grande dureza e muito resistente a altas temperaturas. Teve grande importância na primeira metade do século XX, durante a segunda guerra mundial onde era utilizado no fabrico de armamento.

GPS: N 41°40'10.2" ; W 6°59'34.1"

Considerados como um dos poderes da natureza mais temidos pelo homem

… **os sismos**.

Quando ocorrem com grande intensidade destroem edifícios e provocam várias vítimas.

Os sismos de grande destruição ocorrem dispersos no tempo, ocorrendo em largos períodos de tempo.

Mas sabia que ocorrem sismos **constantemente?**

Todos os meses são detetados dezenas de sismos em Portugal, porém não se sentem.

Impulsionado pelo medo do seu poder destrutivo, o Homem sente então a necessidade de compreender as causas e o processo pelo qual o "chão treme".

E assim descobriu que se encontravam relacionadas com descontinuidades das placas tectónicas

**...as Falhas Geológicas**

**Venha fazer este percurso e conheça um pouco mais sobre estes fenómenos Geológicos.**

**Extensão :** 83,4 Km

**Duração estimada :** 5 horas

**Altura do ano recomendada :** todo o ano

**Início :** Falha da Vilariça em Azibeiro

**GPS :** N 41°36'03.1"; W 6°54'03.9"

## Visite ainda...

- A estação de Biodiversidade de Sta. Combinha
- Praias da Albufeira do Azibo
- A Casa do Careto em Podence
- O Museu Rural de Salselas
- O Ecopark Azibo
- O Santuário do Sto. Ambrósio
- O Convento do Balsamão
- O Real Filatório de Chacim

...e muitos outros locais de interesse que aguardam a sua visita

**Para mais informações:**

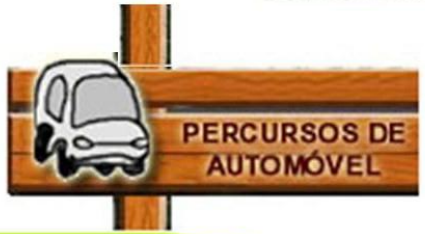
http://cm- macedodecavaleiros.pt

Caso esteja curioso encontra-se ainda disponível um guião interpretativo onde poderá aprofundar os seus conhecimentos geológicos...

# Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos

**Descubra porque ocorrem estes fenómenos da natureza!**

GEOPARK TERRAS DE CAVALEIROS



## Sabe o que é uma Falha Geológica? 1

N 41°36'03.1" ; W 6°54'03.9"

No talude de estrada é possível ver a falha da Vilariça, facilmente distinguível pela diferença de cores.

Esta é a principal falha da região que se prolonga desde Bragança até Manteigas na serra da Estrela.

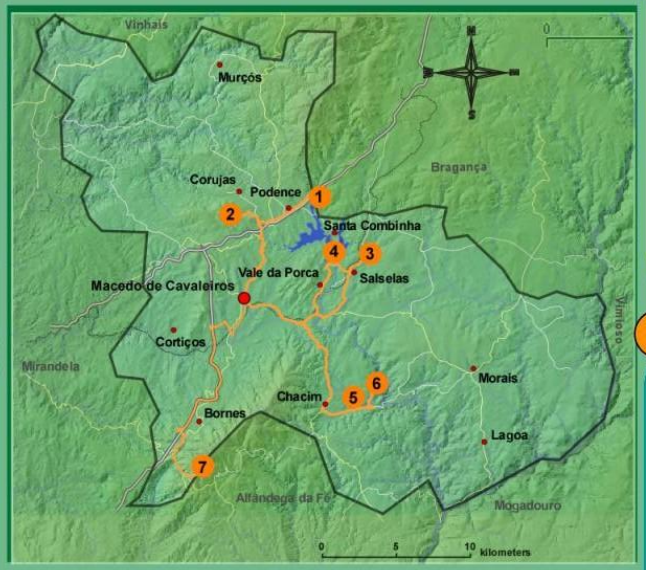
Uma falha geológica ocorre quando as rochas são sujeitas a grandes pressões e quebra, havendo deslocamento.

## É preciso ter olho! 2

N 41°35'10.9" ; W 6°57'39.4"

Local religioso onde ocorrem anualmente vários fieis em peregrinação. Do sítio é possível distinguir, de entre outras formas do relevo, as feições causadas pelas movimentações tectónicas na superfície terrestre.

É o caso do vale provocado pela falha da Vilariça, a depressão do Azibo onde se instala a albufeira, a Serra da Nogueira, a Norte, e a Serra de Bornes, a Sul.




## Um relevo de altos e baixos 3

N 41°33'33.0" W 6°52'02.3"

Pequeno vale alongado com fundo largo e plano. Possui uma área equivalente a cerca de 120 campos de futebol utilizada para a agricultura.

Esta é a depressão de Salselas, um pequeno compartimento abatido relacionado com a falha da Vilariça.

A sua influência na formação deste pequeno vale é evidenciada pela sua orientação paralela à da falha.

## É preciso escolher bem... 4

N 41°33'24.45" ; W 6°53'21.04"

O local de construção de uma barragem é tão importante como a estrutura.

A barragem do Azibo, construída em 1982 para armazenamento de água, foi edificada junto à Falha da Vilariça. Esta permite aproveitar a depressão causada pela falha para maior reserva de água, mas isso acarreta sempre riscos para o caso de haver um sismo que possa danificar a estrutura.

## À velocidade de centímetros por ano! 5

N 41°28'07.2" ; W 6°52'21.4"

Aqui neste local observa-se mais uma falha importante na região, a falha de Morais.

Apesar das rochas fraturadas e alteradas é possível encontrar algumas superfícies polidas onde se registam uns riscos, as estrias. Estas são marcas deixadas pelo movimento da falha e são muito importantes para saber sobre o movimento da falha, como por exemplo a velocidade.

## Água que brota a cura! 6

N 41°28'31.5" ; W 6°51'34.2"

Edifício que servia de antigo balneário termal, atualmente desativado. A água brota das rochas anfibolíticas, através de fraturas relacionadas com a falha de Morais.

É uma água sulfúrea sódica, com elevado pH e com uma temperatura de 17,9 °C e era utilizada no tratamento de doenças reumáticas e dermatoses crónicas.

## Direto ao ponto mais alto! 7

N 41°25'25.75" ; W 7° 0'28.86"

Ponto panorâmico no topo da serra de Bornes do qual é visível o prolongamento da Falha da Vilariça pra Sul, onde se vai encontrar com o ponto mais alto de Portugal continental. Ao longe vê-se o vale da Vilariça.

São frequentes os sismos ao longo de toda a sua extensão, mas a maioria não se sentem.

## Capítulo 4. Livro - Guia dos Percursos Geológicos

Para quem aprecia a natureza e os encantos que se escondem a cada esquina, aqui está uma proposta irresistível. Um conjunto de quatro percursos geológicos a partir dos quais pode ter perceção sobre a geologia da região. Destacam-se vários *geossítios* e outros *Locais de Interesse Geológico* com extrema relevância cultural, turística e científica.

Todos os caminhos traçados revelam uma paisagem magnífica! Repare por exemplo, na Albufeira do Azibo, espreite a fauna aquática e veja a sua imagem refletida em águas límpidas e cristalinas… Refresque-se nas galardoadas praias da albufeira!

Mas se pretende observar algo mais especial, o Geoparque Terras de Cavaleiros possui um vasto património histórico, arqueológico e artístico em todo o seu território. Visite as diversas aldeias do concelho, todas elas com histórias para contar.

Percorra a aldeia abandonada de Banreses e os seus antigos moinhos de água enquanto aproveita a fresca sombra da vegetação ribeirinha existente junto ao rio Azibo.

Para um turista mais religioso aprecie o Santuário de Santo Ambrósio ou o monte do Balsamão, dois dos principais lugares de culto e peregrinação da região.

A partir destas rotas pode observar, mas sobretudo tocar, sentir as texturas de diversas rochas e minerais no seu estado natural como o talco, o calcário ou a cromite.

Ofereça à sua família um passeio cultural diferente, até porque todos os percursos contêm folhetos acessíveis a qualquer público-alvo.

**Vamos conhecer melhor a nossa Terra?**

## 4.1. Percurso Pedestre Vale da Porca - Salselas

Este percurso pedestre envolve estradas e caminhos de terra batida das freguesias de Vale da Porca e Salselas e sugere uma caminhada com diversos pontos de interesse, não só geológicos como também culturais e ecológicos.

São exemplo de interesses culturais a antiga estação de caminho-de-ferro do Azibo, a aldeia abandonada de Banreses e o santuário de Santo Ambrósio. De interesses ecológicos destacam-se a área da Paisagem Protegida do Azibo e as zonas ribeirinhos junto às margens do rio Azibo.

Nos seis Locais de Interesse Geológico presentes ao longo do percurso, aconselha-se uma paragem mais demorada, pois permite aos caminhantes compreender um pouco mais sobre a geologia da região e o seu interesse económico e científico (Figura 16).

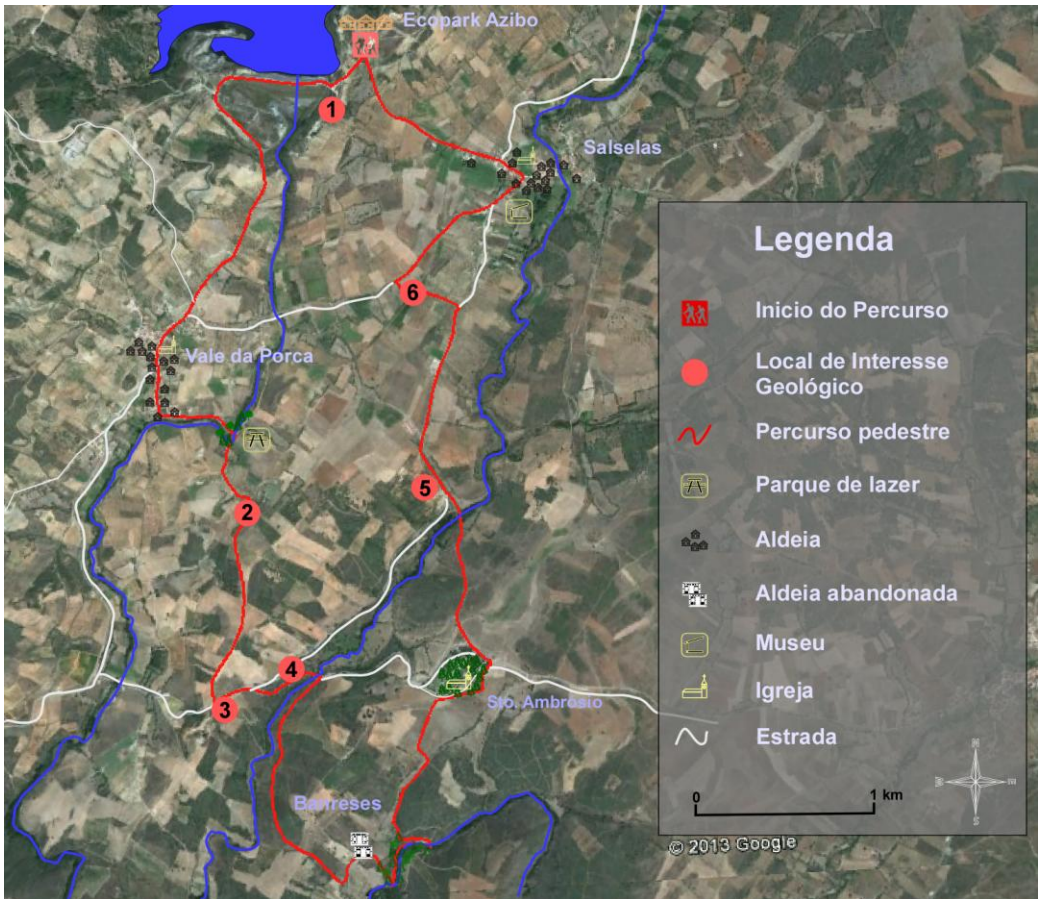



**Figura 16: Mapa do Percurso Pedestre Geológico de Vale da Porca – Salselas (imagem Google earth).**

Agora, calce umas botas confortáveis, coloque um boné, prepare a garrafa de água e venha descobrir um caminho de maravilhas.

## Características técnicas do percurso

**Extensão** - 13,9 km

**Duração estimada** - 5 Horas

**Dificuldade** - Média

**Altura recomendada:** Abril a Outubro

**Início** - Ecopark Azibo

**GPS** - N 41°33'34.55"; W 6°52'58.22"

## Altitude

Ao longo do percurso a altitude varia entre os 616 metros, no local de partida, e os 542 metros ao quilómetro 7.82 junto ao rio Azibo, com uma altitude média de 578 metros (Figura 17).

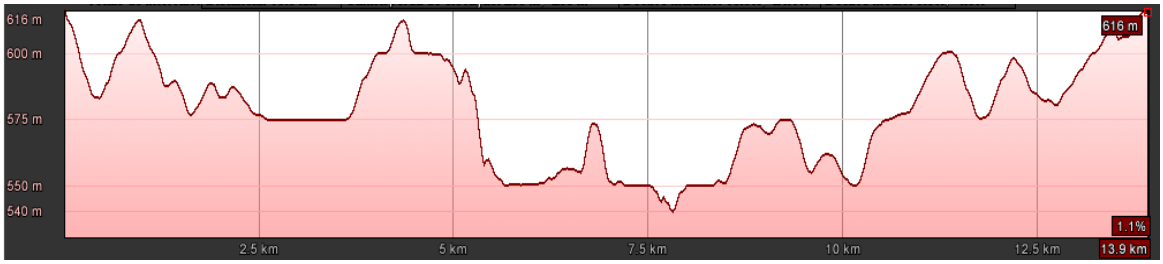



**Figura 17: Perfil altimétrico do percurso pedestre Vale da Porca Salselas (Google Earth).**

## Geologia do percurso

Tal como em todo o Geoparque Terras de Cavaleiros a área do percurso é extremamente rica em geodiversidade, principalmente no que respeita à sua diversidade litológica, como se pode ver na Figura 18.

Ao longo do percurso depara-se com uma grande diversidade de rochas, podendo-se observar rochas do tipo metamórfico, com muitos milhões de anos, e rochas sedimentares, mais recentes.

As rochas mais antigas correspondem

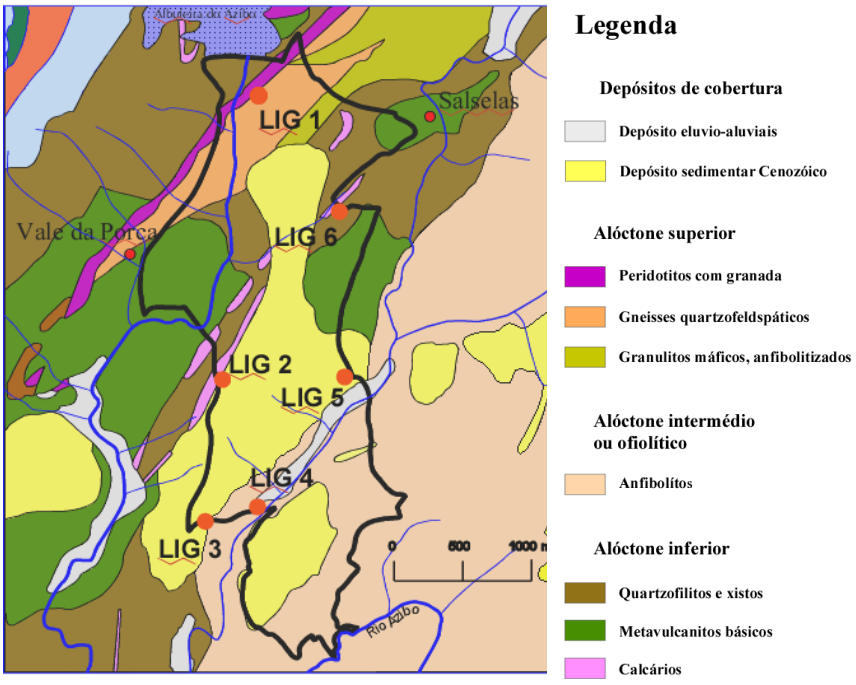



**Figura 18: Mapa simplificado da geologia do percurso pedestre.**

aos *Complexos Alóctones Inferior*, *Intermédio* e *Superior*, com idades superiores a 400 milhões de anos.

A sequência de rochas pertencentes ao *Complexo Alóctone Inferior* representa uma margem continental passiva, isto é, de uma margem continental em fase de ruptura (rift continental) que culmina com ruptura da crusta continental e início de formação de crusta oceânica (rift oceânico) (Pereira, sem data)

O trilho atravessa uma grande área dominada por anfibolitos do *Complexo Alóctone Intermédio*, representativas do antigo fundo oceânico (Pereira et al, 2000; Pereira et al, 2004).

O *Complexo Alóctone Superior* representa um fragmento de crusta continental constituído, do topo para a base, por gnaisses, granulitos máficos (rochas derivadas de basaltos que sofreram metamorfismo de alto grau, esmagamento e recristalização) e peridotitos com granada (rochas do manto) (Pereira, sem data).

Os sedimentos mais recentes cobrem, em alguns locais, as rochas mais antigas. Estes sedimentos foram transportados e depositados por rios e leques aluviais com idade estimada em cerca de 10 milhões de anos.

Pode observar na seguinte imagem (Figura 19) o perfil altimétrico do percurso e o substrato geológico.

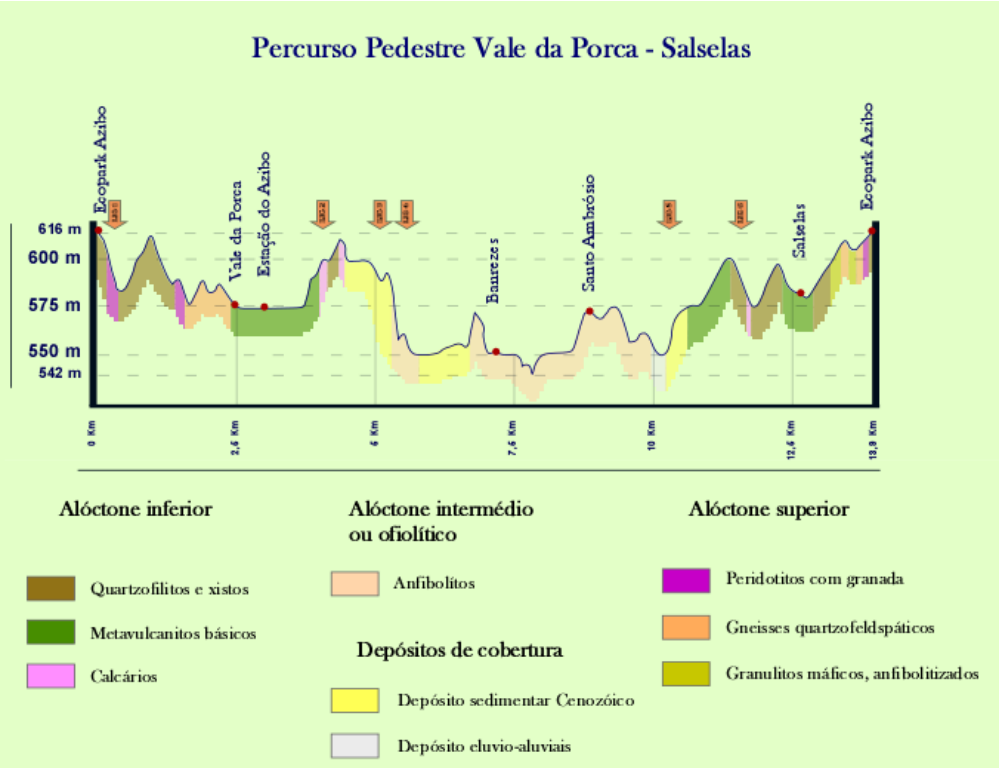



**Figura 19: Perfil altimétrico e substrato geológico do percurso.**

## Geomorfologia

Na sua generalidade, o percurso desenvolve-se por uma área relativamente aplanada com pequenas elevações, coincidindo com uma paisagem ondulante, característica do Nordeste Transmontano.

Parte do percurso desenvolve-se na área afetada pelo grande acidente tectónico da região, a Falha da Vilariça.

É possível observar, no início da caminhada, a depressão do Azibo onde se encontra instalada a albufeira do Azibo e, mais afastada, a Serra de Bornes, um relevo originado pelas movimentações da referida falha (Figura 20).

**Figura 20: Em primeiro plano a paisagem característica ao longo do percurso, ao fundo a serra de Bornes.**

**O Percurso**

O percurso tem início junto ao Ecopark Azibo, descendo a estrada em direção à barragem do Azibo.

Na curva que antecede a passagem por cima da barragem, vire à sua esquerda seguindo um caminho de terra batida. Este caminho irá levar ao encontro do primeiro *Local de Interesse Geológico*, a **Exploração de talco do Azibo**.

- **1ª Paragem – A origem da Beleza**

Já pensou quais são os constituintes presentes nos produtos de beleza? Já se perguntou qual é a origem desses constituintes? Já imaginou que podem ter origem no interior da Terra?

| **Nome do Local** | **Exploração de talco do Azibo** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N $41^0$33’14.6” ; W $6^0$53’18.0” |
| **Distância percorrida** | 250 Metros |
| **Interesses** | Litológico, Recursos minerais |
| **Recomendações** | Existe escarpa e uma lagoa causada pela exploração, cuidado para evitar quedas |
| **Altitude** | 583 Metros |
| **Fotografia do local** | |

**Figura 21: Foto da esquerda, vista sobre a exploração; à direita, frente de exploração de talco.**

Neste local observam-se vestígios de uma antiga exploração de talco a céu aberto. O talco tem aplicação na produção de cerâmica, papel, tintas, entre outros. No Geoparque o **talco** foi explorado durante os últimos 40 anos, estando agora perto de encerramento.

A rocha que se pode encontrar no local chama-se vulgarmente de **pedra sabão**, sendo uma rocha muito rica em minerais de talco. Trata-se de um peridotito, rocha com **origem muito profunda**, especificamente no Manto. Neste caso, os peridotitos estão

incluídos no *Complexo Alóctone Superior*, constituído por várias escamas tectónicas de um fragmento de crusta continental de alto grau metamórfico (Pereira, sem data).

Estas rochas são muito raras, encontrando-se em alguns locais do Geoparque Terras de Cavaleiros.

**O que é o talco?**

O talco é um mineral, mais propriamente um silicato de magnésio hidratado ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), geralmente fibroso ou foliado (Velho et al., 1998).

**Como se formou o talco?**

O **talco** é originado por massas de rochas ricas em **magnésio** (como os peridotitos aqui existentes) que estão a sofrer metamorfismo e são sujeitas a soluções aquosas saturadas em sílica e $CO_2$. Os minerais silicatados magnesianos como as olivinas, as piroxenas e as anfíbolas vão reagir com a solução e sofrem alterações, originando o **talco** ou rochas **ricas em talco**. Normalmente a sua formação está associada a ambientes hidrotermais, formando-se a temperaturas **entre os 500 – 700 $^0$C** (Velho, 2005).

É natural que se encontre aqui este tipo de rochas talcosas uma vez que os peridotitos são rochas ultrabásicas que contêm altos teores de magnésio e deverão se ter formado numa altura em que estas estiveram sobre intensa **atividade hidrotermal**.

Para ser utilizado nas suas várias aplicações é necessário passar por variados tratamentos. Contudo se tocar na rocha poderá sentir a sua suavidade nos dedos!

**Experimente** tocar nas rochas!

Poderá ser uma experiência enriquecedora e que transformará a forma como vê a geologia.

**5 Dedos de conhecimento**

- ☞ Sim, o talco não é um pó branco, isso é apenas uma das suas mais conhecidas aplicações.
- ☞ É um mineral relativamente raro e difícil de encontrar pura na natureza.
- ☞ O talco é o mineral com menor dureza do mundo, ocupando a posição 1 na escala de dureza de Mohs.
- ☞ Os chineses aplicavam na pele uma mistura de pó de arroz, talco e caulino. Daqui surgiu o pó de arroz (Velho, 2005).
- ☞ O talco é utilizado para revestir o papel devido à cor muito branca (de elevada pureza) e elevada capacidade de absorção de óleos, resina, gorduras e tintas (Velho et al., 1998).
- ☞ O talco é um dos minerais com maior aplicação, desde a cosmética, à farmacêutica, à produção de tintas, borracha, cerâmica, papel, entre outras (Velho, 2005).

**Continuando…**

Volte atrás para retomar a estrada e siga sobre a barragem do Azibo. Após ultrapassar a barragem vire à esquerda e siga a estrada em direção a Vale da Porca.

Logo após passar pelo centro da freguesia de Vale da Porca, vire à esquerda num caminho empedrado em direção à antiga estação de caminho-de-ferro do Azibo, da antiga linha do Tua (Figura 22).

**Figura 22: Antiga estação CF do Azibo.**

Na antiga estação do Azibo seguir o caminho à esquerda, a acompanhar a linha do caminho-de-ferro.

Ao chegar a um parque de lazer, "entre as pontes", passe a ponte e vire à direita por um caminho de terra batida.

Caminhe cerca de 300 m e vire num caminho à esquerda.

Um pouco à frente encontra à sua direita uma pequena exploração onde pode observar os tipos de rochas locais, xistos e calcários. Aqui o caminho deve seguir pela esquerda.

Um pouco à frente tome o caminho à direita (neste cruzamento também se observa à esquerda outra pequena exploração).

Logo à frente, nem 100 m caminhados, visualize do lado direito uns afloramentos calcários, o LIG 2, os **Calcários do Alto da Carrasqueira**.

- **2ª Paragem – Um antigo Oceano tropical?**

| **Nome do Local** | **Calcários do Alto da Carrasqueira** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41$^0$32’05.0” ; W 6$^0$53’28.7” |
| **Distância percorrida** | 4,06 Km |
| **Interesses** | Litológico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Altitude** | 600 m |

**Fotografia do local**

**Figura 23: Foto da esquerda o alto da Carrasqueira; à direita pormenor das rochas calcárias (foto: Pedro Pimenta).**

Estes são calcários que se encontram intercalados entre os xistos e os metavulcanitos do Complexo Alóctone Inferior.

É possível encontrar na área circundante várias pedreiras abandonadas de exploração artesanal deste recurso.

Possui uma boa panorâmica sobre zona envolvente, podendo observar a sul a serra de Bornes.

**O que é um calcário?**

O **calcário** é uma rocha carbonatada de origem sedimentar que contém uma grande quantidade de **carbonato de cálcio** ($CaCO_3$). O principal mineral existente nos calcários é a calcite, podendo-se encontrar também dolomite quando possui magnésio ou até por vezes a aragonite (Carvalho, 2006).

**Como se forma um calcário?**

A maioria dos sedimentos carbonatados resulta de **processos químicos e bioquímicos**, normalmente em ambientes marinhos de águas pouco profundas, límpidas e quentes (Carvalho, 2006). Estão muitas vezes associados a locais com recife de corais, podendo-se juntar por vezes material biológico, como conchas e esqueletos.

Os **calcários** desta região deverão se ter formado durante Silúrico, há cerca de 420 milhões de anos. Nesta altura estava a ocorrer a abertura do oceano de Morais, havendo águas pouco profundas a latitudes próximas do equador. Estavam reunidas as condições ideais para a formação de **calcários**. Trata-se por isso de **calcários** recifais que assinalam a transição de uma margem passiva para o início da oceanização Varisca (Pereira, 2000).

**5 Dedos de conhecimento**

- ☞ O calcário é uma rocha carbonatada, contendo mais de 50% de carbonato de cálcio.
- ☞ Está frequentemente relacionado a recifes de corais, sendo uma importante fonte de registos fósseis. Neste local, o metamorfismo que afetou o calcário não permitiu a preservação de fósseis.
- ☞ Em presença de água e de dióxido de carbono ($CO_2$) o calcário tende a dissolver-se lentamente na água, podendo formar ao longo de milhares de anos grandes cavidades naturais.
- ☞ O calcário dissolvido na água é posteriormente acumulado nas tubagens e máquinas de lavar roupa em casa.
- ☞ A existência de calcários recifais sugere ambientes marinhos pouco profundos e climas tropicais ou subtropicais.

**Continuando…**

Siga o caminho de terra batida até encontrar uma estrada asfaltada. Aqui neste local, na berma oposta da estrada observa-se um talude, com uma cor avermelhada. É o LIG 3: **Sedimentos de Vale da Porca**.

- **3ª Paragem – No fundo de um antigo rio**

| **Nome do Local** | **Sedimentos de Vale da Porca** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º31'34.4" ; W 6º53'36.5" |
| **Distância percorrida** | 5,08 Km |
| **Interesses** | Litológico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Altitude** | 589 m |
| **Fotografia do local** | |

**Figura 24: Foto à esquerda o LIG Sedimentos Vale da Porca; à direita pormenor de uma falha.**

Junto à estrada asfaltada é possível observar um talude de estrada onde afloram vários tipos de sedimentos pouco consolidados e de cor avermelhada, como areias, cascalho e grãos mais fino, pertencentes à Formação Bragança (Pereira et al 2012). Este talude não é natural, tendo sido feito durante a construção da estrada. Com um olhar mais atento é possível observar pequenas falhas que atravessam este talude.

Próximo do local, seguindo um caminho de terra, existe uma antiga exploração areias. Nos afloramentos presentes nas frentes de exploração consegue-se observar uma variação na dimensão dos sedimentos. Na base ocorre uma camada com grãos grosseiros e na parte superior uma camada com grãos mais finos.

**Aqui areias? Mas onde está o rio?**

Pode parecer um pouco estranha a ocorrência de areias que não se relaciona com o rio que passa no fundo do vale. Estes **sedimentos** demonstram que neste local já passou **um outro rio** que porém, devido à evolução do relevo já não existe. Do outro lado do vale também se observa uma exploração de areias, esta em atividade.

**O que são sedimentos?**

Os **sedimentos** são formações sedimentares pouco consolidados que resultaram da **deposição e acumulação** de partículas que foram erodidas e transportadas, normalmente pela água.

**Como se formaram os sedimentos?**

Estas formações **sedimentares** possuem uma informação bastante interessante. Estes são vestígios deixados por um antigo rio que caminhava não para o Oceano Atlântico mas para Este, em direção ao interior da Península Ibérica, pelo que seria um **grande lago** (cientificamente conhecida como Bacia Cenozóica do Douro). Representa por isso um **sistema fluvial anterior** à existência do rio **Douro**, provavelmente situado entre o Miocénico Superior e o Pliocénico Inferior (aproximadamente 10 a 4 milhões de anos) (Pereira, 1997, Pereira et al, 2000, Pereira, 1998)

Pensa-se que o rio Douro se formou com um rio atlântico a **progredir** em direção ao interior, capturando a drenagem que se fazia para o lago e assim formando a rede de drenagem atual (Pereira, 2010) (Figura 25).

Estes **sedimentos** da Formação Bragança preenchem paleovales fluviais encaixados desenvolvidos como resposta erosiva a impulsos tectónicos e consequente levantamento relativo das áreas montanhosas (Pereira, 1997).

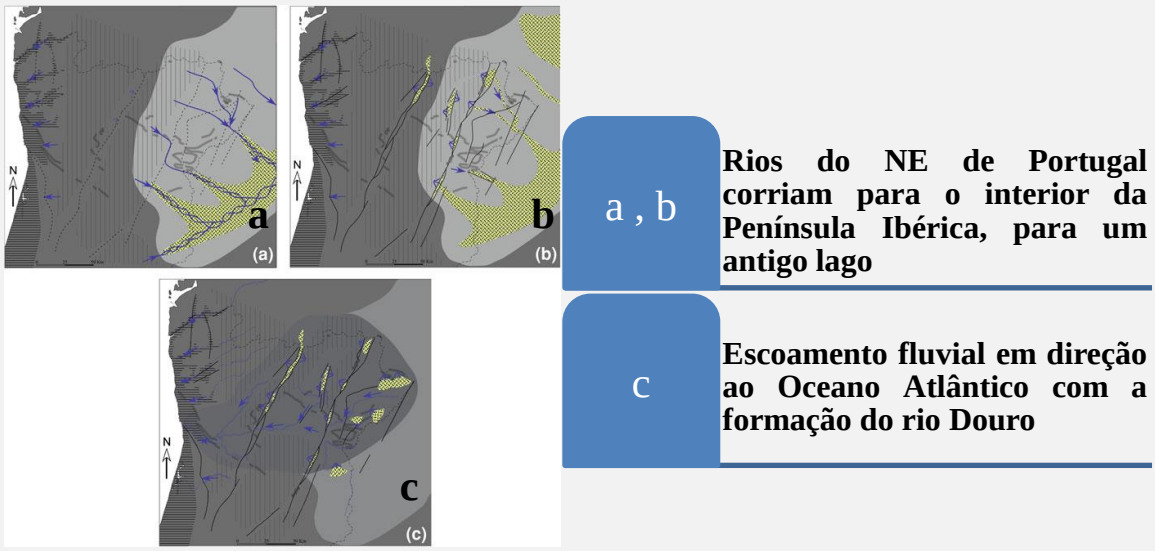



**Figura 25: Etapas da passagem de drenagem endorreica para exorreica e evolução do rio Douro (Pais et al, 2012).**

### 5 Dedos de conhecimento

- A água é o elemento mais erosivo e com maior poder de transporte.
- Estas areias têm origem na erosão de outras rochas, das quais se separaram, sendo depois transportadas pela água.
- Os grãos de areia são muitas vezes transportados centenas de quilómetros pela corrente do rio. Estes sedimentos são contudo muito angulosos, o que revela um transporte muito curto.
- A diferença na granulometria (tamanho do grão) diz-nos que houve variações na dinâmica do rio, ou seja, no fluxo do rio, ou no abastecimento de sedimentos.
- Sabia que o rio Douro é considerado como um rio relativamente recente? Estudos noutros locais do NE de Portugal e de Espanha revelam que no passado recente (alguns milhões de anos) não existia rio Douro.
- Antes havia uma grande quantidade de pequenos rios que corriam para um grande lago no interior da Península Ibérica. Estes sedimentos são os vestígios de um desses rios.
- Segundo as características dos sedimentos é possível dizer que na altura da sua formação predominavam condições temperadas a quentes, com uma estação pluviosa.

**Continuando…**

Continue na estrada pela esquerda e logo de seguida vire pela direita até avistar uma pequena reta. Em seguida, do lado esquerdo da estrada pode observa o LIG 4: **Xistos Anfibolíticos do Alto do Moinho**.

- **4ª Paragem – Vestígios de lavas no fundo oceânico!**

| | |
|---|---|
| **Nome do Local** | **Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho** |
| **Posição GPS** | N 41º31'37.4" ; W 6º53'20.3" |
| **Distância percorrida** | 5,2 Km |
| **Interesses** | Litológico e tectónico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Altitude** | 589 m |

**Fotografia do local**

**Figura 26: Na foto à esquerda, LIG Xistos anfibolíticos; à direita pormenor da grande alteração da rocha (foto Pedro Pimenta).**

Em talude de estrada ocorrem anfibolitos do Complexo Ofiolítico. Estes possuem grande deformação, sendo visível dobramentos, pequenas falhas e efeitos do metamorfismo.

Este é um local de grande interesse, fundamentalmente científico, pois representa rochas do fundo oceânico com dobras formadas durante o movimento para a posição atual.

**O que são xistos anfibolíticos?**

O xisto anfibolítico é uma rocha metamórfica, neste caso incluída no Complexo Ofiolítico do Maciço de Morais.

O termo xisto significa que a pressão exercida sobre a rocha original reorientou ou minerais dando-lhe um aspeto folheado. O termo anfibolítico designa a presença abundante de um mineral designado anfíbola. O fecho do Oceano de Morais comprimiu as rochas, partindo-as e dobrando-as.

**Como se formaram?**

Será que houve aqui algum vulcão? Sim, mas não um vulcão típico. Aqui o **vulcanismo** foi do **tipo fissural**, associado a uma antiga zona de **Rift Oceânico**.

A sua origem é semelhante à que ocorre atualmente na crusta oceânica do oceano Atlântico. Aí formam-se basaltos com o arrefecimento de escoadas de lava que saem do Rift.

Neste local é possível observar o que no passado foi um **basalto** formado no fundo de um oceano, na sua zona de Rift (Pereira, 2000b; Ribeiro, 1986). Essa rocha original sofreu **metamorfismo**, que a transformou numa rocha com características diferentes. Esta nova rocha vista neste local é designada por **xisto anfibolítico**.

**Olhe com atenção para as rochas! Já reparou que algumas estão dobradas?**

É possível ver também uma **dobra** afetando os planos da xistosidade (Figura 27). A observação e o estudo da orientação desta dobra permite aos geólogos a identificação do sentido do **movimento das placas tectónicas** (ou do movimento das camadas alóctones) aquando do fecho do Oceano de Morais.

Mas como elas dobram se são tão duras?

Bem, a explicação é bastante simples. As rochas, como grande parte dos objetos, quando aquecidas têm a tendência a se tornar mais moldáveis, o chamado **comportamento plástico**. Quando a rocha atinge determinadas temperaturas obtém este comportamento, torna-se mais fácil de dobrar.

**Figura 27: Pormenor da dobra e falha nos xistos anfibolíticos.**

**5 Dedos de Conhecimento**

- ☞ As rochas, como grande parte dos objetos, quando aquecidas têm a tendência a se tornar mais moldáveis, o chamado comportamento plástico.
- ☞ A temperatura e a pressão são fatores muito importantes para ocorrer um dobramento, sendo necessário que a rocha atinja temperaturas e pressões muito elevadas.
- ☞ As rochas atingem altas pressões temperaturas quando estão em profundidade, onde é muito mais quente e em maior pressão que à superfície.
- ☞ Outro fator importante na formação de uma dobra é o tempo. São processos muito lentos, podendo durar milhões de anos.
- ☞ De um modo mais simples, é como se tivesse um tubo de plástico e o aquecesse numa chama. Em seguida iria com as mãos exercer pressão nas duas extremidades do tubo, num movimento lento e prolongado no tempo até conseguir dobrar. Deixando arrefecer, o tubo mantém-se dobrado, certo?

**Continuando…**

Prossiga o caminho e ao passar por cima de uma ponte vire à direita.

Ao aproximar de uma casa em ruínas, encontra-se um novo caminho de terra batida, onde se deve tornar à esquerda.

O caminho segue para a aldeia abandonada de Banreses (Figura 28) e ao entrar na aldeia, após passar as primeiras casas, vire num caminho à direita, seguindo em direção ao rio Azibo.

**Figura 28: Pormenor na sinalização de percurso em Banreses.**

Ao chegar junto ao rio vai encontrar antigos moinhos de água construídos em pedra.

Siga pela esquerda, acompanhando as águas do rio à sua direita.

Ao chegar junto de uma ponte (ponte de Banreses), siga o novo caminho pela esquerda.

Mais à frente, cerca de 500 metros, ao cruzar com outro caminho, prossiga pela direita.

Continue o caminho até chegar ao santuário de Santo Ambrósio, bem identificado pelos seus grandes cedros que ladeiam a estrada. Ao chegar perto dos cedros, siga o caminho à direita.

Ao encontrar a estrada asfaltada vire à esquerda e a 200 metros, no cruzamento, vire à direita em direção a Vale da Porca.

Ao deparar com um cruzamento, à sua frente observa uma antiga exploração de areias, o LIG 5: **Areeiro de Salselas**.

- **5ª Paragem: Essencial para o Homem!**

| **Nome do Local** | **Areeiro de Salselas** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41°32'9.22" ; W 6°52'46.23" |
| **Distância percorrida** | 10,3 Km |
| **Interesses** | Recursos naturais |
| **Recomendações** | Como é uma antiga exploração abandonada pode esconder diversos perigos |
| **Altitude** | 561 m |

**Fotografia do local**

**Figura 29: Foto da esquerda LIG 5, areeiro abandonada de Salselas; à direita, pormenor da maquinaria existente.**

A antiga exploração de areias tem várias frentes de exploração, possibilitando a observação de diversos afloramentos onde se observa os sedimentos cenozoicos, vestígios de uma rede de drenagem fluvial anterior ao rio Douro e seus afluentes.

O material retirado era depois utilizado como agregado na construção civil.

Outro aspeto que interessa referir sobre este local é a existência de alguma maquinaria que supostamente era utilizada para a exploração.

**O que são agregados?**

Rocha fragmentada ou brita, cascalho e areias são exemplos de agregados, caracterizado por **material não consolidado** e que constituem um recurso fundamental para a **indústria da construção**.

No local, o principal agregado explorado é a fração **mais grosseira** (areias e seixos) dos depósitos conglomeráticos da Formação Bragança. Estes níveis conglomeráticos são geralmente vermelhos, apresentando os níveis mais finos (argilosos) cores esbranquiçadas, cinzenta ou esverdeada (Pereira, 2006).

**Como se formou?**

Os depósitos conglomeráticos são resultantes de um **antigo rio** que há cerca de 10 milhões de anos passava por aqui em direção a um antigo lago no interior da Península Ibérica. Este antigo rio transportava / arrastava no fundo do canal grãos de areia e outras partículas, que ao se **acumularem** deu origem a estes depósitos sedimentares (Pereira, 2006)

**5 Dedos de conhecimento**

- ☞ Os agregados aqui explorados eram utilizados principalmente na construção civil do concelho de Macedo de Cavaleiros e concelhos vizinhos.
- ☞ É um recurso de baixo custo mas de grande necessidade, sendo vendidos em grande volume para a construção civil, obras públicas e várias indústrias das quais se destaca a indústria cerâmica.
- ☞ Os agregados conferem volume e resistência mecânica ao betão e massas betuminosas.
- ☞ Sedimentos finos que foram rejeitados como as argilas são um bom recurso que podiam ser aproveitados para cerâmica de tijolos (Gonçalves & Alves, 2005).
- ☞ Apesar de ser um simples areeiro, possui um grande impacto no ambiente ao nível da paisagem, como poluição das águas pluviais pelo material rejeitado (Gonçalves & Alves, 2005).

**Continuando…**

No cruzamento, siga pela direita, subindo a estrada.

Percorra cerca de 1 km, quando encontrar à sua esquerda um cruzeiro (formato de uma grande cruz branca), tome o caminho à esquerda, seguindo entre olivais até encontrar a antiga linha de caminho-de-ferro.

Mal se cruze com o antigo caminho-de-ferro, do lado direito, observa do seu lado direito uma grande cavidade - o LIG 6: **Calcários de Salselas**. Prosseguir com cuidado.

- **6ª Paragem – Branco como a cal!**

| **LIG 6** | **Calcários de Salselas** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º32’45.6” ; W 6º52’53.4” |
| **Distância percorrida** | 11,7 Km |
| **Interesses** | Cultural e Recursos naturais |
| **Recomendações** | Uma vez que já está há muito tempo abandonada tenha cuidado se quiser descer para ver mais próximo. |
| **Altitude** | 583 m |
| **Fotografia do local** | |

**Figura 30: À esquerda LIG calcários de Salselas; à direita Pormenor da coluna de sustentação.**

Numa grande cavidade a céu aberto é possível observar um afloramento de rocha calcária com aproximadamente 15 metros de altura. Esta cavidade foi feita quase artesanalmente para explorar este recurso e fabricar a cal.

Com uma observação atenta é possível observar várias características interessantes, nomeadamente cavidades de dissolução (como as grutas), pequenas estalactites e estalagmites.

A unidade geológica dos calcários tem uma largura reduzida e uma extensão de algumas centenas de metros.

**O que é a cal?**

Em Portugal existem grandes áreas onde a principal rocha é o calcário. Surgem essencialmente na região Oeste e Algarve, onde existe grandes explorações deste recurso. Estas rochas são utilizadas para diversas finalidades, como na **construção civil**, e como pedra ornamental, normalmente na **calçada** das ruas portuguesas.

Aqui na região foi explorado essencialmente para a **produção de cal** que é uma substância de cor branca obtida a partir do calcário. Existe dois tipos de cal: a cal viva ou óxido de cálcio (CaO) e a cal hidratada ou hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) (fonte: www.calcidrata.pt).

É ainda um produto utilizado na construção civil para elaboração de **tintas e de argamassas**.

**Como se forma a cal?**

A produção de **cal** ocorre através da decomposição do calcário sob condições de altas temperaturas, na ordem dos **900ºC**, dando origem ao óxido de cálcio (CaO) ou **cal viva**, representado no seguinte diagrama (Figura 31) (fonte: www.calcidrata.pt).

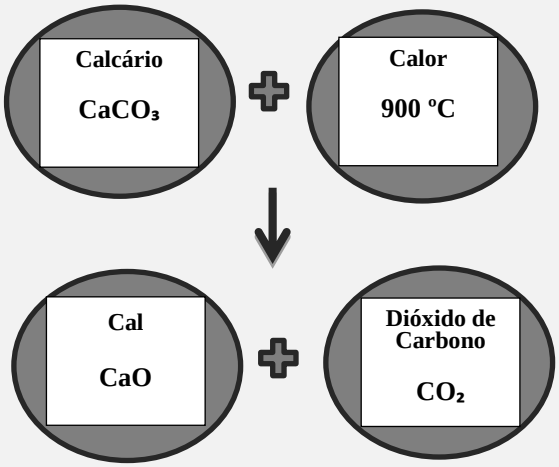



**Figura 31: Esquema da decomposição química do calcário.**

Da cozedura do calcário nos **fornos artesanais** surge a cal viva em blocos com dimensões entre 20-30 cm de diâmetro. As pedras do calcário não diminuíam de volume após terem passado por este processo, todavia tornavam-se menos pesadas (Cravo, 2005). São ainda visíveis vestígios de antigos fornos de cal nas aldeias de Vale da Porca e Salselas.

A cal viva era depois misturada com a água, num recipiente preparado para aquele efeito, transformando-se numa tinta branca que tomava posteriormente o vulgar nome de leite de cal que se aplica na **caiação das paredes** de habitação, de capelas, de igrejas e de outros tipos de arquitetura (Cravo, 2005).

Esta junção da cal viva com a água dá origem à **cal hidratada**.

Da **cal** resulta ainda um produto localmente designado de caliço, caliça ou argamassa. Este era misturado com areia e água originando um "**cimento**" utilizado na construção de paredes.

As outras aplicações do óxido de cálcio destinavam-se à **agricultura**, no tratamento das vinhas, e no tratamento de certas doenças nos animais (Cravo, 2005)

**5 Dedos de conhecimento**

- ☞ O calcário é uma das rochas mais utilizadas na construção civil.
- ☞ Grande parte da calçada portuguesa é constituída por calcário.
- ☞ A cal aplica-se em várias áreas desde a metalurgia, siderurgia, construção civil, indústria química, agricultura, tratamento de água, tratamento de gás, papel e celulose entre outros.
- ☞ A cal era um componente essencial na argamassa, fundamental nas construções do passado e atualmente substituído pelo cimento.
- ☞ Hoje em dia é um material utilizado na recuperação de edifícios antigos.

**Nota**: Pode obter informações complementares no texto da *Rota dos Recursos Geológicos.*

**Continuando…**

Percorra o caminho até à estrada asfaltada e aí vire à direita em direção a Salselas.

Ao entrar na localidade, do lado direito da estrada pode visitar o museu rural de Salselas que retrata as vivências e costumes das pessoas da região.

Ao aproximar-se do cruzamento, siga pela esquerda, pela estrada asfaltada.

Encontrando a capela de Sto. António, toda de branco, vire à esquerda rumo a Valdrez, e no cruzamento seguinte, a cerca de 200 metros, novamente à esquerda.

A sua caminhada geológica termina quando chegar a um cruzamento, já dentro da área da albufeira do Azibo, o seu ponto inicial.

## 4.2. Rota do Oceano de Morais

### Um Oceano em Trás-os-Montes?

É ainda mais surpreendente, um oceano que foi trazido para cá! As rochas existentes no Maciço de Morais são semelhantes às encontradas no fundo do oceano.

Mas como vieram aqui parar?

A natureza não se resume apenas a coisas belas e bonitas, está muito para além disso…e algo digno de grande interesse é sem dúvida a informação que nela existe, o registo do seu passado.

Este percurso constitui uma visita aos vestígios de um antigo oceano, vestígios que ficaram gravados nas rochas. A história deste oceano está escrita nas rochas do Maciço de Morais.

Este percurso foi pensado para uma combinação entre visita automóvel com pedestrianismo, onde em alguns locais se convida a percorrer alguns trajetos a pé.

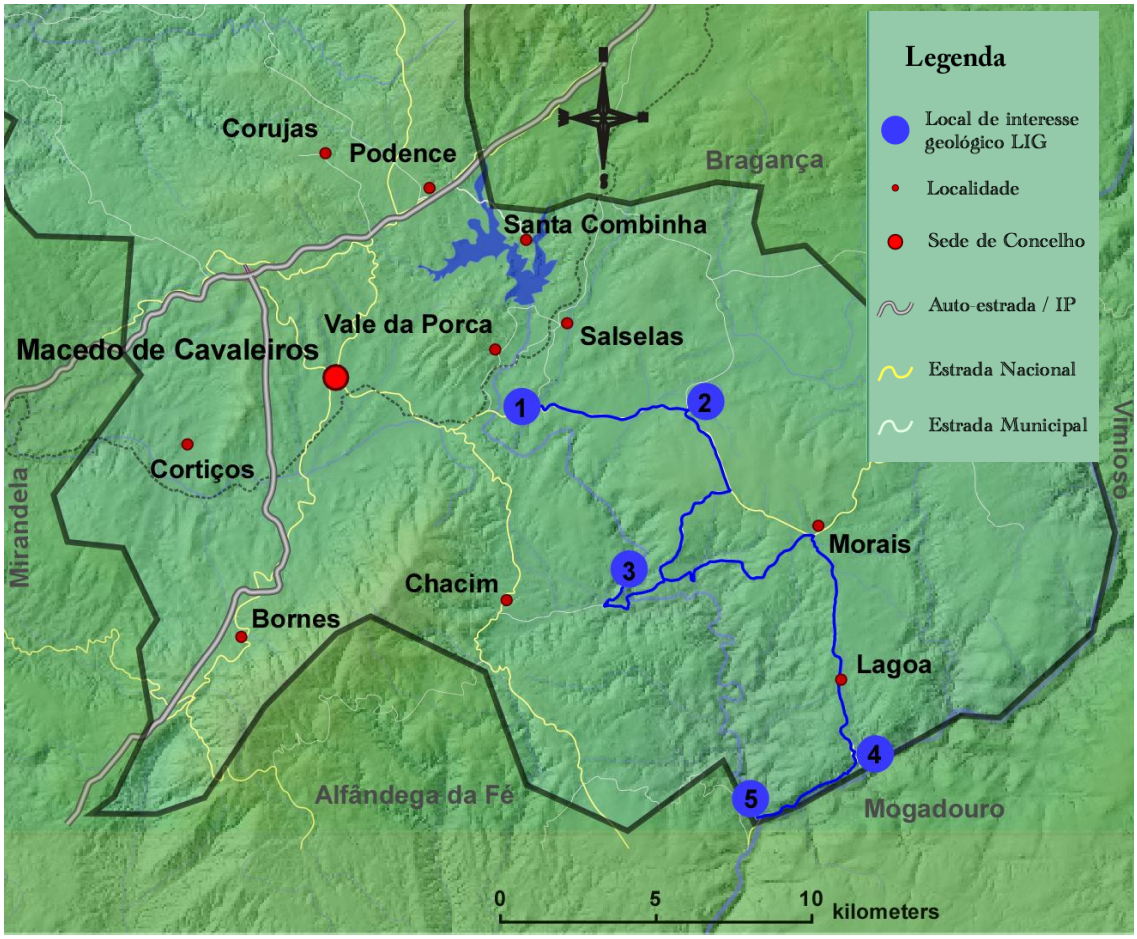
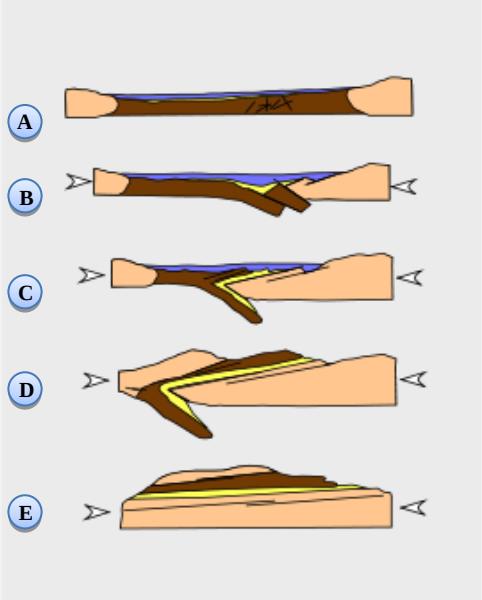



**Figura 32: Mapa da *Rota do Oceano de Morais*.**

**Como vieram aqui parar as rochas do fundo oceânico?**

Uma grande massa de rochas (o chamado *Maciço de Morais*) foi transportada para este local através de forças exercidas pelas placas tectónicas, que empurraram para cima da crusta continental um pedaço de um antigo oceano (Figura 33).




**A** – Fraturação da crusta oceânica;

**B** – Inicio da subducção;

**C** e **D** – Subducção e carreamento sobre a crusta continental;

**E** – Formação do Monte de Morais.

**Figura 33: Representação esquemática do empilhamento das unidades alóctones do Monte de Morais.**

**E como se sabe que estas rochas são de origem oceânica?**

Através de estudos que recorrem frequentemente a perfurações (muitas vezes em busca de petróleo) é possível recolher e estudar as rochas que existem no fundo dos Oceanos atuais. Ao longo de anos de estudos foi-se descobrindo que as rochas não são todas iguais… À medida que se vai perfurando o fundo oceânico vão se encontrando rochas com características diferentes.

A esta sequência de rochas do fundo oceânico dá-se o nome de sequência ofiolítica.

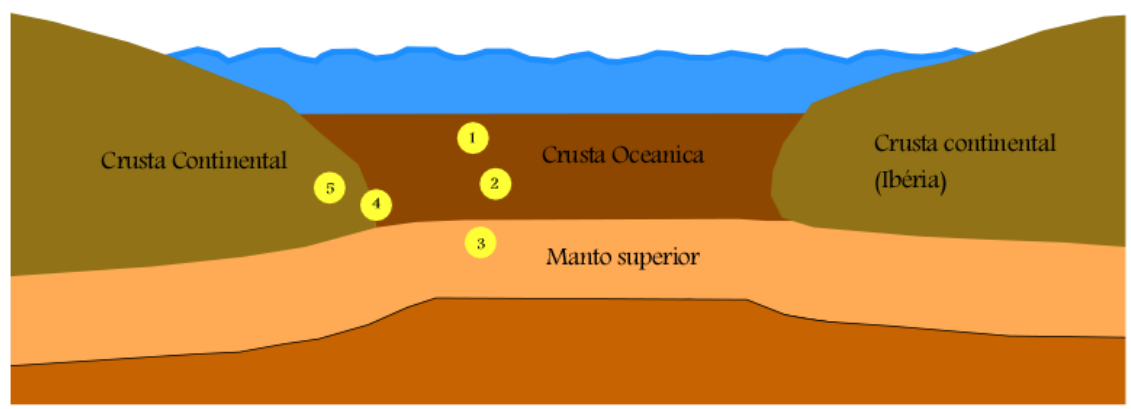
Fazendo estudos geoquímicos, os geólogos concluíram que as rochas encontradas no Geoparque Terras de Cavaleiros têm grande semelhança química com as que se encontram atualmente nos fundos dos oceanos (Pereira et al., 2000; Gálan e Marcos, 2000; Pereira et al, 2003). Quimicamente as rochas do complexo ofiolítico destacam-se por serem muito enriquecidas com alguns elementos químicos como o rubídio (Rb), o bário (Ba), o estrôncio (Sr), o potássio (K) e elementos químicos do grupo terras raras, evidenciando uma origem numa crusta oceânica de bacia marginal (Pereira et al, 2004).

A sequência ofiolítica do *Oceano de Morais* que se encontra representada no maciço de Morais define-se do topo para a base (Pereira et al., 2000 e 2004):

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

Ao longo do percurso vai poder visitar seis *geossítios* onde observar os vários tipos de rocha que podia encontrar se pudesse perfurar o fundo do oceano.

Na imagem seguinte (Figura 34) pode observar a posição das rochas observadas nos diferentes geossítios na crusta oceânica.




1 Xistos Anfibolíticos do Alto do Moinho

2 Poço dos Paus

3 Carreamento de Limãos

4 Carreamento da Foz do Azibo

5 Gnaisses de Lagoa

**Figura 34: Representação esquemática da crusta Continental e Oceânica e do Manto em perfil, com a localização dos LIGs nos respetivos locais de formação.**

**Características do percurso**

**Extensão:** 41 Km **Duração:** 2 horas e 30 minutos

**Altura recomendada:** todo o ano

**Início:** LIG 1 – Xistos Anfibolíticos; **GPS:** N 41$^0$31’37.4”; W 6$^0$53’20.3”

**Altitude**

Os pontos mais altos registados no percurso observam-se no Monte de Morais, com o ponto máximo de elevação de 726 metros ao quilómetro 7,9 junto ao cruzamento para Sobreda. Em oposição, os pontos mais baixos localizam-se junto às linhas de água, na fase final do percurso, junto ao rio Sabor (Figura 35).

A sua altitude média é de 511 metros.

**Figura 35: Perfil altimétrico da *Rota do Oceano de Morais*.**

**Geologia**

Este percurso centra-se na área do chamado Maciço de Morais, mais concretamente nos *Complexos Alóctones Superior* e *Intermédio* ou *Ofiolítico* (Figura 36). Aqui é possível observar fragmentos de crusta de um antigo continente e oceano que foram arrastados.

É uma área conhecida pela sua elevada relevância geológica relacionada com a grande diversidade de rochas e grande interesse científica.

Tal como mostra o mapa geológico do percurso (Figura 36), ao longo do *Complexo Ofiolítico* é possível encontrar uma grande variedade de rochas como **anfibolitos**, **diques em gabro**, **“flaser” gabros**, **gabros** e **peridotitos**.

O *Complexo Alóctone Superior* está representado por micaxistos, gnaisses, granulitos máficos e peridotitos.

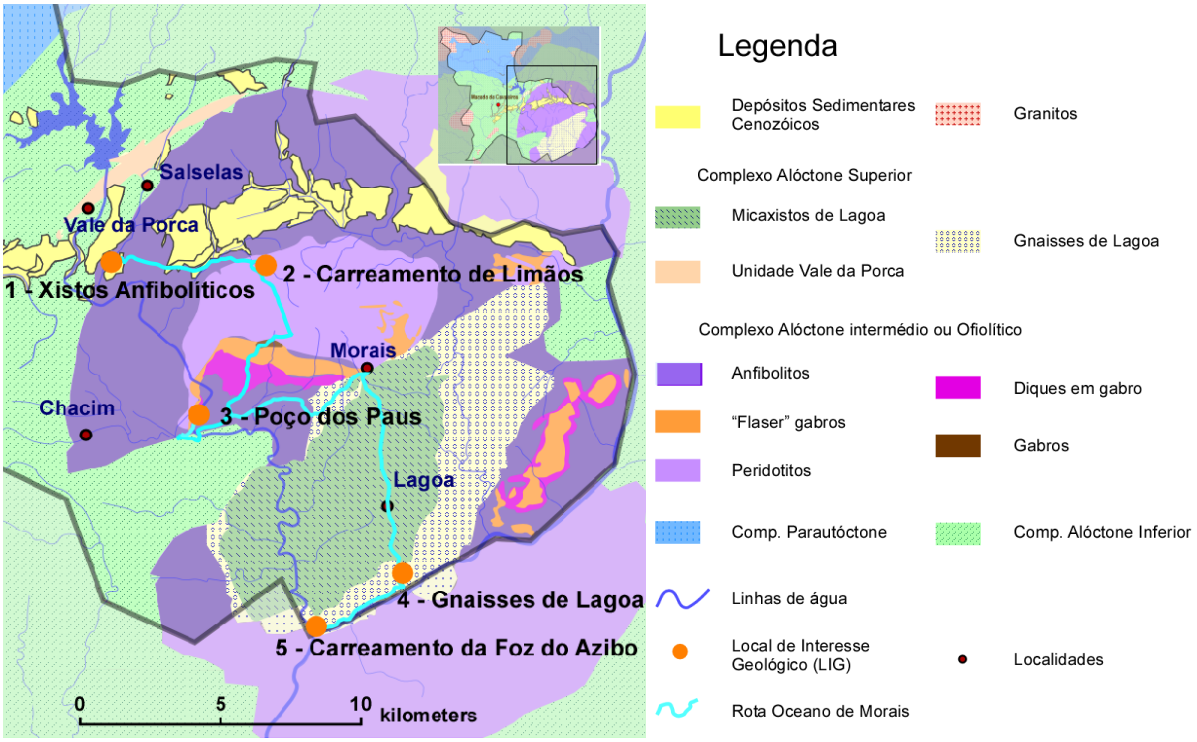



**Figura 36: Mapa geológico simplificado da área da rota do Oceano de Morais.**

### Geomorfologia

Ao longo do caminho existe um destaque no relevo - o Monte de Morais. Esta é uma pequena elevação com o topo regularmente aplanado a cerca de 700 metros de altitude.

A tectónica possui alguma influência no relevo, com evidência para a falha de Morais que divide o Maciço de Morais. A sul desta o bloco encontra-se abatido cerca de 100 metros.

Como relevo residual destacam-se o monte do Balsamão constituído por serpentinitos (Pereira et al., 2012) e isolado pela incisão do rio Azibo e afluentes.

Na morfologia fluvial, destacam-se os vales com elevada inclinação do rio Sabor e do seu afluente Azibo. O Sabor possui vertentes com declive acentuado e um encaixe pronunciado com cerca de 200 metros. No rio Azibo é possível observar estas características em dois momentos: primeiro no *geossítio* Poço dos Paus, onde o rio se encontra muito encaixado e no final do itinerário, junto da sua foz no rio Sabor.

- **1ª Paragem - Uma antiga escoada de lava!**

Quando falamos em lava ocorre-nos de imediato a imagem de um vulcão. De facto houve aqui um vulcão, mas não típico. O vulcanismo foi do tipo fissural associado a uma antiga zona de rift oceânico (Ribeiro, 1986).

| **Nome do Local** | **Xistos anfibolíticos do Alto do Moinho** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º31'37.4" ; W 6º53'20.3" |
| **Altitude:** | 544 Metros |
| **Interesses** | Litológico e tectónico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• Santuário Santo Ambrósio (GPS: N 41°31'38.01" W 6°52'40.89") | |

**Fotografia do local**

**Figura 37: Na foto da esquerda o LIG Xistos anfibolíticos; à direita pormenor da deformação nos xistos anfibolíticos (foto: Pedro Pimenta).**

Hoje em dia, a crusta oceânica do Oceano Atlântico está em constante formação, formando-se basaltos com o arrefecimento de escoadas de lava que ascendem no rift.

Neste sítio é possível visualizar o que no passado foi um basalto formado numa zona de rift. Essa rocha original sofreu metamorfismo que a transformou numa rocha com características diferentes. Esta nova rocha vista neste local é designada por xisto anfibolítico. A designação xisto denota que a pressão exercida sobre a rocha original reorientou os minerais dando-lhe um aspeto folheado. O termo anfibolítico denomina a presença abundante de um mineral designado anfíbola. O fecho do Oceano de Morais comprimiu as rochas, partindo-as e dobrando-as.

**E como sabemos que se tratava de um basalto?**

Geralmente, no topo de uma sequência crustal oceânica atual encontram-se os **basaltos**, formados no rift oceânico (Figura 38).

A posição dos anfibolitos e dos xistos anfibolíticos no topo da sequência, os **estudos geoquímico e mineralógico** e a observação de **estruturas em almofadas** num maciço próximo, confirmam a sua origem em basaltos. Posteriormente sofreram metamorfismo através de uma tensão que lhe deu xistosidade (Pereira, 2000; Pereira et al., 2003).

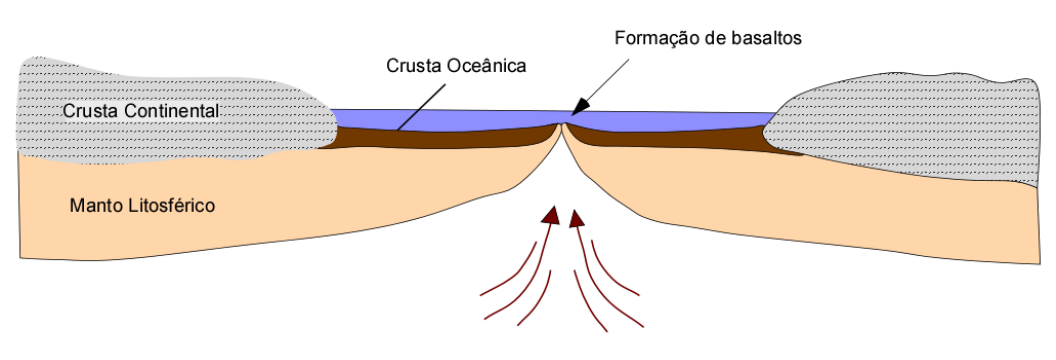



**Figura 38: Representação esquemática da ascensão do magma pelo rift e formação de basaltos.**

**Olhe com atenção para as rochas da Figura 39!**

Já reparou que as rochas estão **dobradas?**

**Figura 39: Pormenor da dobra e da falha nos xistos anfibolíticos.**

**O que é uma dobra?**

Uma dobra resulta da **deformação** de rochas e no **arqueamento** das suas camadas rochosas, inicialmente planas, com comportamento dúctil, pela ação de **forças compressivas**. Neste caso os planos dobrados são os planos da xistosidade.

**As rochas dobram?**

As rochas, como a maioria dos objetos, quando aquecidas têm a propensão de se tornar mais **moldáveis**, o chamado comportamento plástico. Quando a rocha atinge **altas temperaturas** assume esse comportamento tornando-se mais dobráveis. Estas temperaturas elevadas só são possíveis de atingir a grandes profundidades devido ao **calor interno** da Terra.

Como estas rochas são anfibolitos presume-se que no seu ambiente de formação as temperaturas encontravam-se entre os 450 e os 750 °C, a profundidades superiores a 10 Km (Ernst, 1969; in Strahler, 1987).

No que concerne ao tempo da formação da dobra, este é um processo contínuo e muitíssimo lento podendo demorar milhões de anos.

Neste local, esta dobra possui elevada relevância uma vez que a observação e o estudo da orientação desta dobra permitem aos geólogos a identificação do **sentido do movimento** das placas tectónicas (ou do movimento dos complexos alóctones) aquando do fecho do Oceano de Morais.

- **2ª Paragem - Uma viagem ao Interior da Terra!**

Existe aqui uma gruta? Uma mina? Um poço profundo?

Aqui o interior da terra veio ter connosco…

| **Nome do Local** | **Carreamento de Limãos** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º31’34.3” ; W 6º49’34.0” |
| **Altitude:** | 614 Metros |
| **Interesses** | Litológico e Tectónico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:** | |

**Fotografia do local**

**Figura 40: À esquerda LIG Carreamento de Limãos; à direita pormenor de peridotito com opala.**

Perto da casa florestal e da paragem de autocarros pode observar-se o contacto entre os anfibolitos (junto à paragem) e os peridotitos (na subida). O contacto é estabelecido por um carreamento que “duplica” a sequência ofiolítica.

Os peridotitos que aqui se pode encontrar são rochas de tonalidade acastanhada e que se formaram a grandes profundidades, encontrando-se por isso muito alteradas.

Podem observar-se os minerais opala e asbestos em alguns pontos do afloramento. A opala é um mineral de sílica amorfa e que aqui adquire as tonalidades brancas a azuladas. O asbesto é um silicato hidratado de magnésio e cálcio com textura fibrosa (Carvalho, 2011).

**E o que é um peridotito?**

O peridotito é uma rocha magmática constituída essencialmente por minerais máficos como olivina (dominante), piroxena e anfíbola, ricos em ferro e magnésio, característicos de rochas ultramáficas de **grande profundidade** (Carvalho, 2011). Como estas rochas sofreram elevado metamorfismo e consequente modificação (processo chamado de serpentinização), já é raro encontrar estes minerais, sendo apenas possível encontrar alguns vestígios (Pereira et al., 2000).

Trata-se de uma rocha que se forma a grandes profundidades, podendo ser **superior a 20 km**, já no manto superior, sob a crusta oceânica.

**E como pode uma rocha que se forma a tão elevada profundidade estar neste momento à superfície?**

Aqui em Morais, devido ao movimento do *Complexo Ofiolítico* sobre a crusta continental, as rochas do fundo do oceano vieram para a **superfície**.

**E o que é um carreamento?**

Um carreamento é uma **deformação tectónica** de grande escala que conduz à **sobreposição** anormal de uma porção de terreno sobre outra (Carvalho, 2011). Ocorre quando forças tectónicas empurram as crustas em sentidos opostos, provocando o seu choque. Com o aumento das pressões, uma das crustas vai tender a "subir" e ser arrastada por cima da outra crusta. Neste caso, a crusta oceânica foi arrastada por cima da crusta continental.

Neste ponto observa-se ainda uma coisa invulgar, os peridotitos (normalmente do fundo) encontram-se sobre os anfibolitos (do topo da sequência ofiolítica), levando a acreditar que a força exercida, para além da inclinação, levou à quebra da sequência, originando dessa forma um **carreamento** que a duplica e sobrepõe (Pereira et al, 2000).

**E que vantagens isso nos trás?**

A existência à superfície destas sequências de crusta oceânica permite aos geólogos conhecer melhor a constituição do fundo oceânico e entender a estrutura e funcionamento da crusta oceânica atual.

- **3ª Paragem - A rocha quente que congelou!**

Isto é tao invulgar e ao mesmo tempo estranho!

Na época de sua formação, há milhões de anos, estas rochas encontravam-se no fundo do oceano, e atualmente "repousam" nas margens do rio Azibo.

Estas têm gravado as marcas da grande atividade vulcânica que se regista nas profundezas da crusta.

Com esta visita poderá não só conhecer melhor este fenómeno geológico como apreciar a beleza do rio Azibo no local onde este é mais encaixado.

| **Nome do Local** | **Diques em gabro do Poço dos Paus** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41°28'42.15" ; W 6°51'0.88" |
| **Altitude:** | 401 Metros |
| **Interesses** | Litológico e Geomorfológico |
| **Recomendações** | Devido à elevada inclinação da vertente junto ao rio, é necessário cuidado para não escorregar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Convento Balsamão** (GPS: N 41°28'24.38" W 6°51'23.03")<br>• **Real Filatório Chacim** (GPS: N 41°28'12.06" W 6°54'6.15")<br>• **Centro Interpretação Morais** (GPS: N 41°29'29.85" W 6°47'1.67") | |
| **Fotografia do local**<br> | |

**Figura 41: Na imagem da esquerda LIG Poço dos Paus; à direita a formação de diques em gabros nas margens do rio Azibo (fotos: Diamantino Pereira).**

Aqui é possível observar a intrusão de diques doleríticos nos gabros. Os diques são perfeitamente distinguíveis devido ao contraste na granularidade e textura entre os diques doleríticos e o gabro, principalmente na bordadura do gabro. Os diques têm uma textura fina e os gabros média a grosseira

Os diques são estruturas "retilíneas" com largura média de 10 cm, podendo no entanto variar (Pereira et al, 2004).

Entre outros minerais, destaque para a grande frequência de granadas, perfeitamente identificáveis como pintas acastanhadas.

**Nota:** Para alcançar este geossítio deverá deixar o veículo junto à estrada de acesso ao Convento do Balsamão, e percorrer a pé um percurso seguindo um caminho em terra batida com cerca de 1,5 km de extensão.

**O caminho pedestre**

Quando segue a estrada em direção a Chacim e vire para o caminho com acesso ao Convento do Balsamão e estacione o veículo aí perto. A sua caminhada começa aqui!

Segue à direita por um caminho de terra batida durante cerca de 900 metros até se cruzar com um outro caminho de terra batida. Neste vire à direita.

Após caminhar 350 metros vire à esquerda, já é possível avistar o rio Azibo. Após atravessar uma pequena ponte sobre uma ribeira que conflui com o Azibo, tome um pequeno trilho junto às margens do Azibo. Tenha muito cuidado, este trilho é estreito.

A caminhada termina quando encontrar as margens do rio.

**Vista privilegiada!**

O facto de o afloramento estar no rio vai permitir que as águas mantenham sempre **limpo e polido**, distinguindo perfeitamente os diques intrusivos nos gabros (Figura 42).

É possível no local observar também outras ocorrências geológicas relacionadas com a dinâmica do **rio Azibo**.

Ao longo das margens é possível ver pequenas **marmitas de gigante**, cavidades geradas na rocha pela corrente do rio.

Outro facto de destaque é o carácter encaixado do rio Azibo, provocando um vale apertado de **vertentes abruptas**.

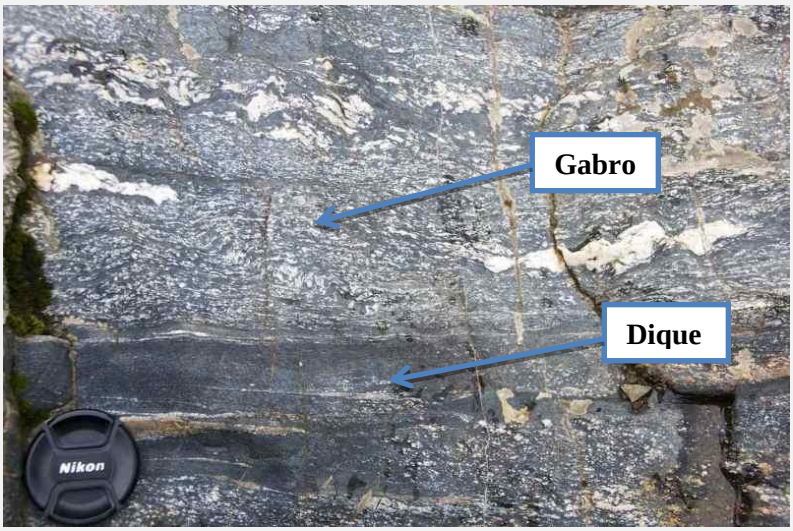



**Figura 42: Pormenor dos diques intrusivos (cor mais escura) no gabros.**

**O que é um dique?**

Um dique é uma formação ígnea intrusiva, ou seja, cristalizou a partir de um magma no interior de uma rocha pré-existente (Figura 43). Detém geralmente uma forma tabular e estreita.

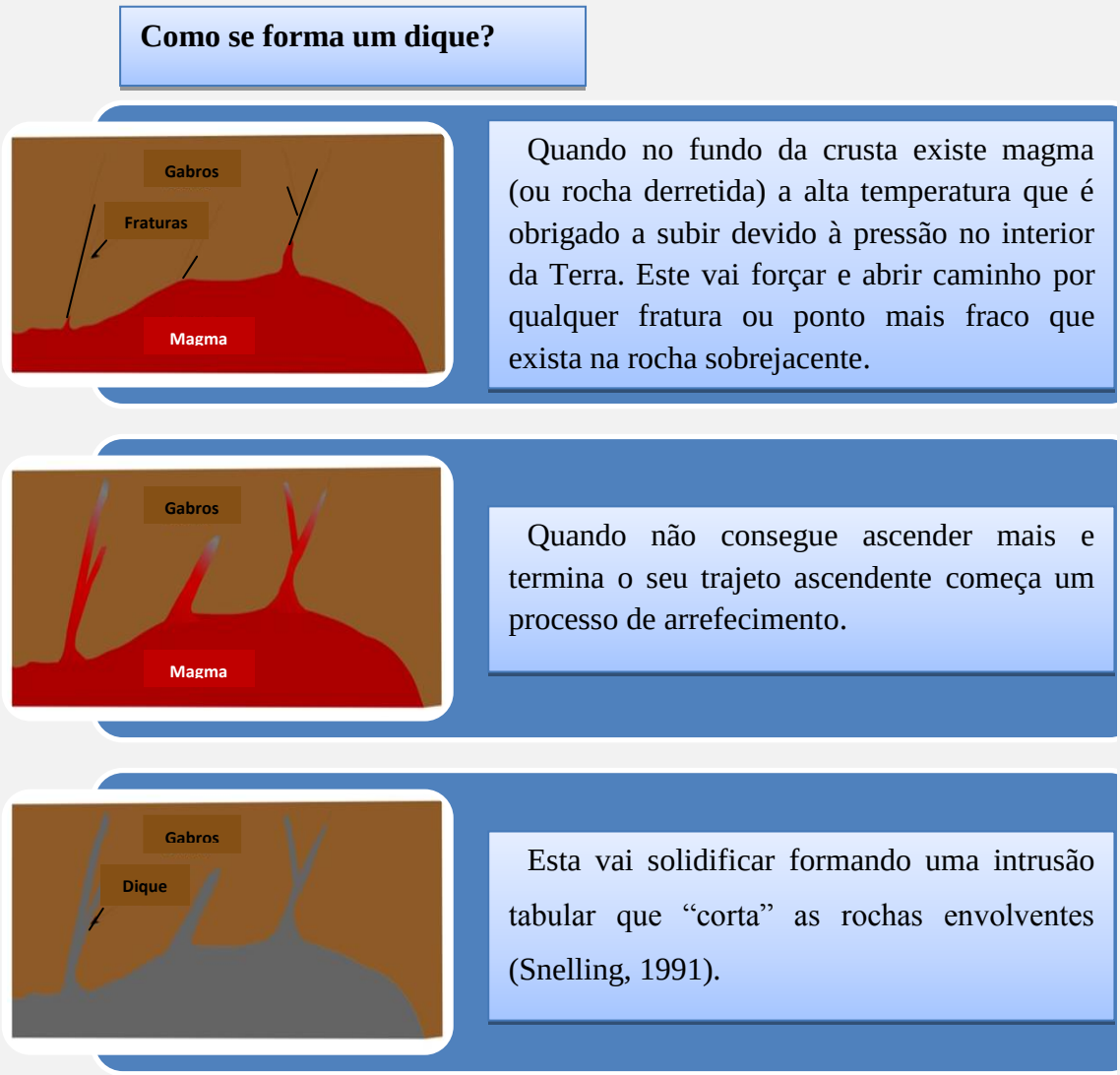



**Figura 43: Esquema representativo da formação de um dique.**

- **4ª Paragem - Do outro lado do Oceano!**

Neste local, não vai necessitar de um barco para ir visitar outro continente. Estas rochas representam o que em tempos pertencia a um antigo continente que se encontrava do outro lado do Oceano de Morais.

| **Nome do Local** | **Gnaisses de Lagoa** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º25'30.0" ; W 6º45'45.7" |
| **Altitude:** | 390 Metros |
| **Interesses** | Litológico, Tectónico, Paleogeográfico |
| **Recomendações** | Aconselha-se cuidado no acesso ao geossítio |
| **Pontos de interesse nas proximidades:** | |

**Fotografia do local**

**Figura 44: À esquerda LIG gnaisses de Lagoa; à direita pormenor dos gneisses.**

Junto à estrada, ao longo do leito de uma pequena ribeira é possível ver afloramentos de gnaisses ocelados do *Complexo Alóctone Superior*. Este é um tipo de rocha metamórfica que deriva de um granito com megacristais de feldspato potássico. Foi sujeita a um intenso metamorfismo aquando do ciclo *Varisco* (fecho do Oceano de Morais), originando o que é chamado de Gnaisse de Lagoa (Pereira et al, 2000).

Contrariamente às rochas observadas anteriormente, estas não se formaram no fundo do oceano. Os granitos formam-se em contexto de crusta continental e estes não fogem à regra.

**E qual a importância dos Gnaisses de Lagoa?**

Pensa-se que os Gnaisses de Lagoa pertenciam a um antigo continente, que se encontrava na outra **margem** do "Oceano de Morais". Devido a forças exercidas aquando do fecho do oceano, algumas rochas da crusta continental foram arrastadas para o topo das rochas do oceano, sendo posteriormente carreadas / transportados os dois conjuntos para o local atual, formando o **Maciço de Morais** (Pereira, 2000).

Este local é por isso de extrema potencialidade uma vez que representa um vestígio raro de um antigo continente. Aqui é permitido boa observação dos elementos geológicos contando que a água da ribeira limpa e mantém polida a superfície da rocha.

**Ondas?**

Outra característica fundamental encontra-se presente na **textura** da rocha. A partir de uma examinação aproximada e atenta é possível ver o que se assemelha com umas **pequenas ondulações** criadas pelos minerais. Estas ondulações fornecem informação acerca da pressão exercida sobre estas rochas e do sentido em que se deu o movimento.

Através do estudo das associações minerais que a constituem é possível decifrar a variação das condições de **pressão e temperatura** a que estiveram sujeitas, enquanto as texturas preservam informação sobre os processos de deformação (Mata, 2008).

**Oceano vs. Continente**

Avaliando as especificidades, pode agora comparar e distinguir as características entre as rochas continentais e oceânicas que já teve oportunidade de conhecer anteriormente.

As rochas da **crusta oceânica** possuem uma cor mais **escura** devido a deterem na sua composição grandes quantidades de minerais **ferromagnesianos** (ricos em ferro e magnésio) e as rochas da crusta **continental** têm uma cor mais **clara** por possuírem mais minerais de **sílica** como quartzo e feldspato.

**Como se formou o Gnaisse de Lagoa?**

Esta rocha inicialmente era um **granito**, com grandes cristais de feldspato, que se formou devido à ascensão de magma na crusta continental, arrefecendo ainda em profundidade, há cerca de 500 milhões de anos.

Estes fenómenos nunca foram vistos em ação pois operam-se em grande profundidade, superior a 3 quilómetros.

À semelhança da formação dos diques, os granitos são **rochas intrusivas** mas de constituição diferente e com maior extensão.

À medida que o magma vai arrefecendo consolidando vários cristais que compõem normalmente os granitos como: o quartzo e os feldspatos, estes de maior dimensão.

Com a pressão exercida devido ao fecho do oceano de Morais estes ficaram sujeitos a condições que levaram a alterações da rocha: **o metamorfismo**.

**O metamorfismo** é um processo geodinâmico realizado no interior da crusta, no estado sólido, por ação do calor e/ou da pressão, conduzindo a modificações na textura e na composição mineralógica das rochas afetadas (Carvalho, 2011) (Figura 45).

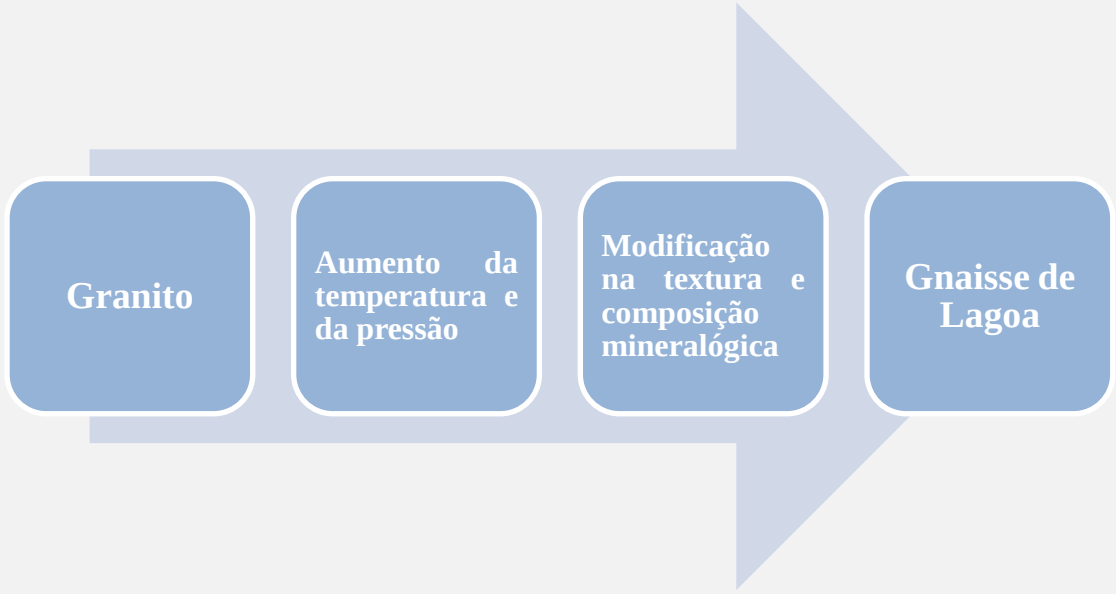



**Figura 45: Esquema simplificado da formação do Gnaisse de Lagoa.**

- **5ª Paragem - As rochas também se separam por densidades!**

Tal como acontece com alguns líquidos, por vezes as rochas também se separam por densidades.

Um fenómeno estranho, mas fácil de compreender!

| **Nome do Local** | **Carreamento da Foz do Azibo** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º24'24.7" ; W 6º48'12.1" |
| **Altitude:** | 240 Metros |
| **Interesses** | Tectónica |
| **Recomendações** | Acesso ao local através de um caminho pedestre com elevada inclinação |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Vale do rio Sabor** | |

**Fotografia do local**

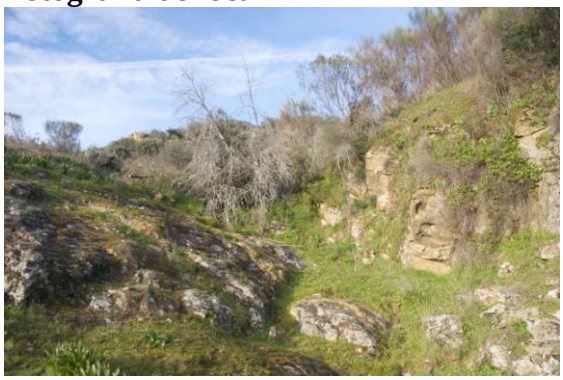


**Figura 46: LIG do Carreamento da Foz do Azibo (foto: Diamantino Pereira)**

No local observa-se o contacto litológico entre rochas de um antigo continente (superior) e as rochas ofiolíticas representantes do Oceano de Morais (inferiores) (Pereira et al., 2012).

Estas rochas podem ser observadas junto à ponte, no talude do caminho, mas se percorrer um pequeno trajeto com cerca de 100 metros de extensão encontra um local onde melhor se observa o contacto.

É essencial ter cuidado uma vez que o trajeto possui uma inclinação considerável e a existência de vegetação dificulta o acesso ao local.

As rochas da crusta continental são representadas pelos **gnaisses de Lagoa**, rocha metamórfica com origem num granito. Os vestígios do "*Oceano de Morais*" apresentam-se sob a forma de **anfibolitos**, rochas que retratam o antigo fundo do Oceano (Figura 47).

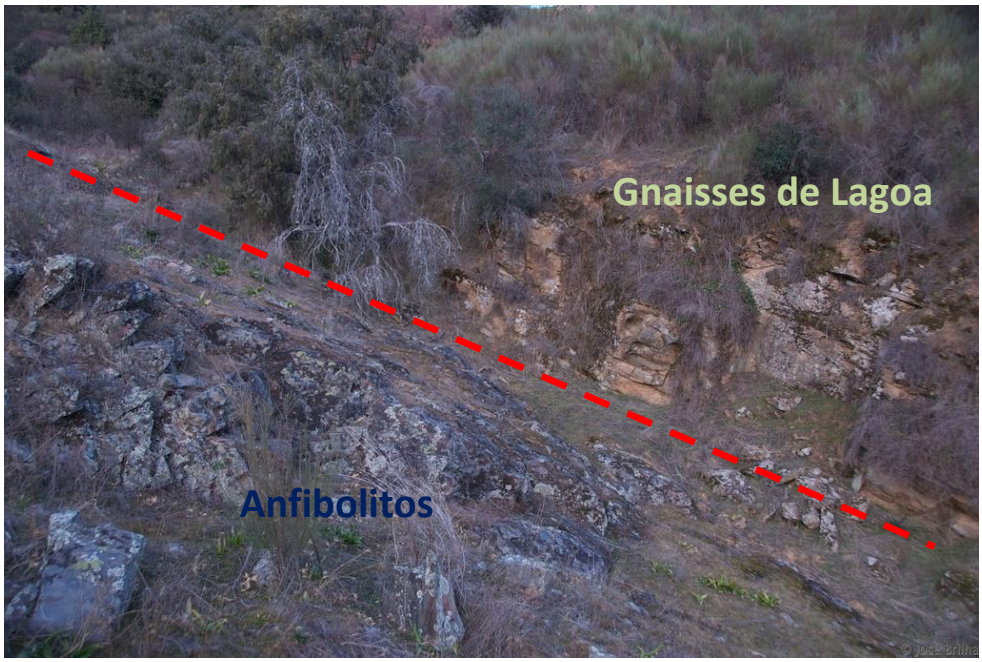



**Figura 47: Foto do carreamento (tracejado vermelho) observando-se o contacto entre os gnaisses e os anfibolitos**

**Subducção: Porquê a crusta oceânica fica quase sempre por baixo?**

Quando uma placa continental choca com uma oceânica é a oceânica que sofre subducção, sofrendo movimento **descendente** provocando a sua fusão. Isto acontece devido à **grande densidade** da crusta oceânica.

O tipo de rocha que encontramos na crusta oceânica, de cor escura, é constituída por minerais com elevadas percentagens de ferro e magnésio. Já na crusta continental as rochas possuem maiores quantidades de sílica, o que as torna **mais "leves"**, acabando por deslizarem sempre sobre a oceânica.

**No Geoparque não observamos subducção mas sim obducção!**

Como cada regra possui a sua **exceção**, noutros pontos do *Maciço de Morais* também é possível observar que por vezes a crusta oceânica move-se sobre a continental.

O que se sucedeu neste caso foi o fenómeno **inverso** à subducção, a obducção. Durante a obducção, parte da litosfera oceânica consegue "escapar" ao seu destino de afundamento e é **transportada** sobre a crusta continental (Pereira, sem data).

Curiosamente, uma vez que já estava a ser subductada pelo outro continente que a "empurrava", esta placa oceânica transportou no seu topo uma parte rochosa desse continente, representado aqui pelos gnaisses de Lagoa (Pereira, 2000).

**Importância do local**

Este lugar possui um grande interesse pois foi a partir do seu estudo e compreensão que se pode ter certezas de que os gnaisses se encontravam sobre os anfibolitos, construindo-se a hipótese da existência de um **carreamento**. Pode-se também, através do estudo do seu metamorfismo, compreender mais sobre a evolução geológica do *Maciço de Morais*.

É por este facto importante manter **bem conservado** este local, de modo que seja sempre possível obter mais **conhecimento** e permitir a sua compreensão.

## 4.3. Rota dos Recursos Geológicos

### E a Geologia moldou a Humanidade!

Desde cedo o homem mantém relações próximas com a Geologia recorrendo a esta como suporte para a sua evolução, essencialmente no que diz respeito à exploração dos recursos.

Quer para a construção civil, quer para a criação de ferramentas e adereços, o Homem desde tempos remotos percebeu a importância dos recursos geológicos. Não obstante, à medida que as novas tecnologias vão avançando, vão-se descobrindo novos usos e aplicações.

O Geoparque Terras de Cavaleiros, devido à sua grande complexidade geológica, possui uma grande diversidade de recursos, alguns dos quais foram ou são explorados, com impacto local e regional significativo (Figura 48).

Venha descobrir alguns dos recursos geológicos do Geoparque!

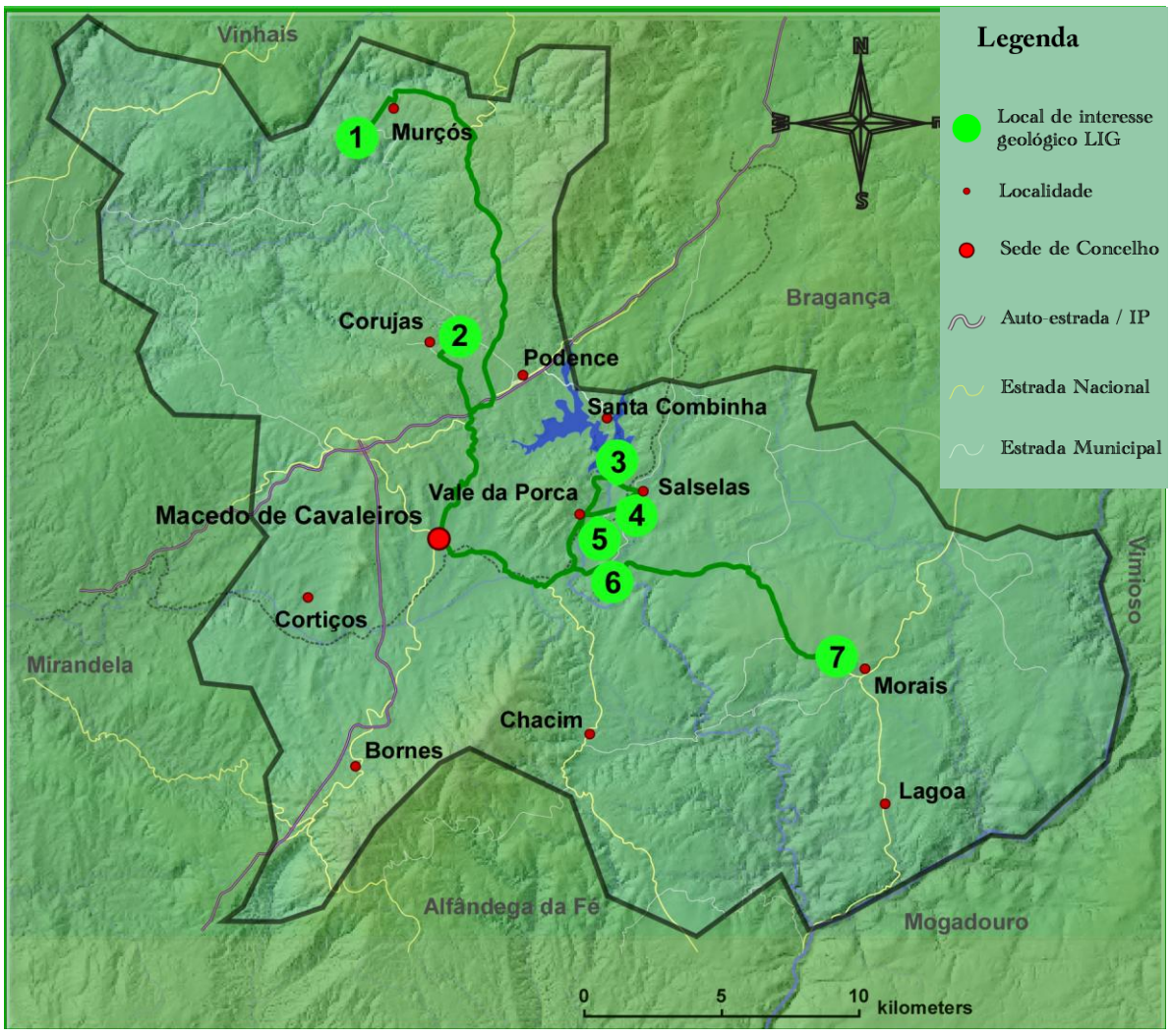



**Figura 48: Mapa da rota dos Recursos Geológicos.**

**Características técnicas**

**Extensão:** 57,5 Km **Duração:** 4 horas

**Altura recomendada:** todo o ano

**Início:** Mina de Murçós **GPS:** N 41$^0$40’10.2”, W 6$^0$59’34.1”

**Altitude:**

Como se pode verificar no perfil altimétrico (Figura 49), as cotas mais elevadas verificam-se na parte inicial da rota uma vez que esta passa no sopé da serra da Nogueira, onde a rota atinge a altitude máxima de 927 metros perto de Espadanedo, ao quilómetro 5,6.

A partir do quilómetro vinte e sete atravessa uma área mais planada, abaixo dos 600 metros, observando-se o ponto mais baixo à cota de 550 metros em três locais. Na parte final regista-se uma pequena subida da altitude decorrente da entrada no monte de Morais.

A altitude média do itinerário aconselhado é de 669 metros.

**Figura 49: Perfil altimétrico da rota dos Recursos Geológicos.**

**Geologia**

A **Rota dos Recursos Geológicos** abrange uma grande extensão, contendo uma enorme diversidade litológica, percorrendo o *Complexo Parautóctone*, o *Complexo Alóctone Inferior* e parte do *Complexo Ofiolítico* (Figura 50).

Na parte inicial sobre o *Complexo Parautóctone* a rota desenvolve-se sobre **xistos** e **quartzitos**. Em torno do complexo mineiro de Murçós é ainda possível ver alguns blocos do **granodiorito de Rebordelo**.

Entrando no *Complexo Alóctone Inferior* observa-se uma grande variedade de rochas como **xistos** (xistos verdes, borra de vinho, cloríticos), **quartzofilitos** e **calcários**.

A rota entra de seguida no *Complexo Ofiolítico* onde se destacam os **anfibolitos**, representantes do fundo do antigo oceano e os **peridotitos** da zona mais profunda da sequência oceânica.

Cobrindo parte do substrato antigo ocorrem alguns **sedimentos do Cenozóico**, quer com origem na drenagem atual, quer representantes de uma drenagem mais antiga.

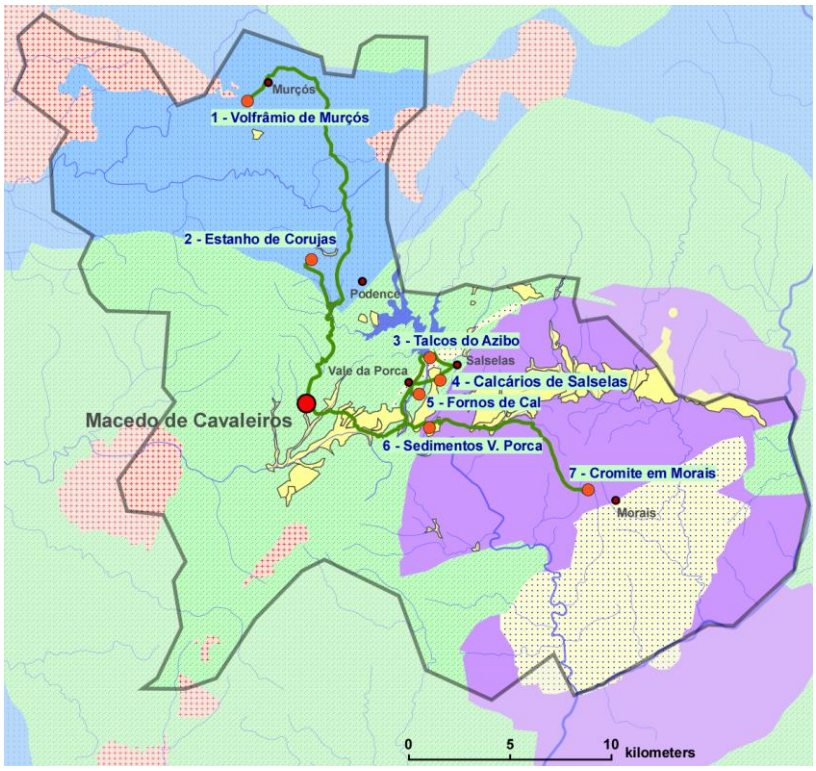



**Figura 50: Mapa geológico simplificado da área do geoparque com a marcação do trajeto da rota dos Recursos Geológicos.**

### O Relevo

A serra da Nogueira, na zona norte do Geoparque, com altitude máxima de 1319 metros, serve como fronteira natural para o concelho vizinho de Bragança. A serra da Nogueira soergueu-se devido aos impulsos sísmicos da falha tectónica da Vilariça que se encontra na vertente leste da serra.

É possível observar outros relevos influenciados pela referida falha como as depressões de Macedo de Cavaleiros e do Azibo ou a serra de Bornes, a sul.

Nesta rota destaca-se ainda o monte de Morais, com o seu topo aplanado a cerca de 700 metros de altitude. Aqui, uma outra falha tectónica possui influência no relevo, a falha de Morais, que divide ao maciço de Morais e provocou o abatimento do bloco sul em cerca de 100 metros.

- **1ª Paragem – Volfrâmio, o minério da fortuna!**

Poucos metais tiveram tanta importância para o país como teve este na primeira metade do século XX. Foi uma autêntica caça ao volfrâmio! Fortunas num ápice se formaram e num ápice se perderam!

| **Nome do Local** | **Complexo Mineiro de Murçós** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º40'10.2" ; W 6º59'34.1" |
| **Altitude:** | 633 Metros |
| **Interesses** | Cultural e Recursos naturais |
| **Recomendações** | Como é uma grande área será uma opção a deslocação de automóvel |

**Pontos de interesse nas proximidades:**

- **Alto da Serra Nogueira** (GPS: N 41°38'53.40" W 6°54'23.70")

**Fotografia do local**

**Figura 51: Foto à esquerda lagoa artificial no LIG Mina de Murçós; à direita observam-se edifícios de apoio a exploração (fotos: Diamantino Pereira).**

**Tabela 2: Quadro síntese da Mina de Murçós.**

| **Mina de Murçós** | |
|---|---|
| **O que foi explorado?** | Volfrâmio e estanho |
| **Principais minérios** | Scheelite e cassiterite |
| **Tempo de atividade** | Entre 1948 e 1976 |
| **Número de trabalhadores?** | Cerca de 110 trabalhadores no final da exploração |
| **Características da exploração** | 4 Explorações a céu aberto, com 2 galerias subterrâneas |
| **Geologia local** | Rochas silúricas metamorfizadas do Parautóctone e granodiorito de Reboredo |

A antiga Mina de Murçós, sem ser uma exploração de grande dimensão, teve uma grande importância local, dando emprego a muitos trabalhadores. A sua atividade incidiu principalmente à superfície em quatro minas a céu aberto. Inicialmente existiu também duas galerias subterrâneas.

Foram extraídas 335 toneladas de volfrâmio entre 1948 e 1976 (Antunes et al., 2010, Gomes et al., 2011).

É oportuno espreitar alguns dos edifícios de apoio à mina, como a lavaria onde se procedia à separação do minério. Relatos de antigos trabalhadores apontam o início da exploração para a década de 1940, no tempo da **II Guerra Mundial**.

Em consequência da extração do minério resultaram quatro grandes cavidades, sendo que três originaram lagoas artificiais.

O principal minério de Volfrâmio aqui explorado foi a Scheelite (Figura 52).

**Figura 52: Exemplo de minério (scheelite) que foi extraído da mina, pertencente ao Sr. Agostinho, um habitante da aldeia de Murçós e antigo mineiro.**

**O que é o volfrâmio? Principais características**

O **volfrâmio**, também conhecido como tungsténio, é um elemento químico com símbolo W, pertencente ao grupo dos metais. Possui uma alta densidade (19,6), grande resistência a temperaturas elevadas e **grande dureza**. É o metal com o mais **alto ponto de fusão** (3400º). Foi esta sua característica que tornou o volfrâmio tão procurado (Carvalho, 2006).

**E porquê? Para que serve?**

Atualmente uma das suas mais importantes aplicações é na iluminação. Os **filamentos** das **lâmpadas** de halogênio possuem volfrâmio para conseguirem resistir a altas temperaturas.

É também um elemento crucial para o **fabrico de aço**s e outras ligas especiais utilizadas para a produção de ferramentas de corte, brocas para sondagens em minas, abrasivos, blindagens e indústria bélica (o carboneto de tungsténio é umas das substâncias mais duras que se conhecem) (Velho, 2006).

**Volfrâmio e a Guerra**

A eclosão da **Primeira e Segunda Grandes Guerras Mundiais** na primeira metade do século XX originou o fabrico de armas sem precedentes. Como o volfrâmio era um constituinte essencial no armamento da época, seriam necessárias grandes quantidades deste material. A sua grande procura para a indústria bélica durante os anos da guerra fez disparar o seu preço para valores muito superiores ao normal.

Portugal foi um dos principais produtores de **volfrâmio** na altura, fazendo jogo duplo e vendendo tanto à Alemanha nazi como à Inglaterra e seus aliados (Nunes, 2005).

A "**batalha do tungsténio**" influenciou a gestão do estatuto de neutralidade pelo Governo de António de Oliveira Salazar, contribuiu para a obtenção de saldos positivos das balanças comercial e de pagamentos (Nunes, 2005).

Isto provocou no nosso país um grande **alvoroço** em busca deste metal negro, desde grandes minas a pequenas explorações artesanais abertas manualmente pela população. A procura deste metal era tal que havia quem revolve-se a terra dos seus terrenos na ânsia de o encontrar. O pouco que conseguisse recolher poderia ser o suficiente para manter a família (Nunes, 2005).

Foi uma autêntica **caça ao volfrâmio**. Ainda hoje, é possível encontrar nas aldeias pessoas mais idosas que recordar-se-ão desse tempo.

O valor desta atividade foi tal que mereceu o destaque de Aquilino Ribeiro, escrevendo o romance ***Volfrâmio***, em 1944. Faz parte da nossa história, algo marcante nas vidas dos nossos avós!

**Atualmente**, Portugal ainda é um produtor de Volfrâmio, com a exploração resumindo-se à mina da Panasqueira (Fundão), uma das maiores minas de Volfrâmio do Mundo (Velho, 2006).

Apesar de esta mina ter iniciado legalmente a laboração após a II Guerra Mundial, já havia algumas explorações **artesanais** efetuadas pela população. A sua enorme procura levou assim a um melhor conhecimento dos recursos e que posteriormente levou ao início da sua laboração.

- **2ª Paragem - Estanho, desde a idade do bronze à atualidade**

Outro valioso recurso também muito explorado nesta região foi o estanho.

Um metal que juntamente com outros metais forma importantes ligas metálicas que marcaram a história do homem.

| **Nome do Local** | **Mina de Corujas** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41°35'39.03" ; W 6°57'4.60" |
| **Altitude:** | 727 Metros |
| **Interesses** | Cultural e Recursos naturais |
| **Recomendações** | Como se encontra desativada há várias décadas não se conhece o seu estado de segurança. Desaconselhado a entrada. |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Miradouro Senhora do Campo** (GPS: N 41°35'12.52" W 6°57'37.99")<br>• **Casa do Careto** (GPS: N 41°35'22.21" W 6°55'39.44")<br>• **Praias Albufeira do Azibo** (GPS: N 41°35'14.08" W 6°54'24.23")<br>• **E. Biodiversidade Sta Combinha** (GPS: N 41°34'19.30" W 6°53'15.96") | |
| **Fotografia do local** | |

**Figura 53: Imagem da esquerda entrada do LIG Mina de Corujas; à direita o interior da galeria.**

**Tabela 3: Quadro síntese da mina de Corujas.**

| **Mina de Corujas** | |
|---|---|
| **O que foi explorado** | Estanho e volfrâmio |
| **Principais minérios** | Cassiterite e scheelite |
| **Tempo de atividade** | Década 40, durante 2ª Guerra Mundial |
| **Número de trabalhadores** | Aproximadamente 50 no máximo de exploração |
| **Características da exploração** | 2 Explorações artesanais subterrâneas |
| **Geologia local** | Xistos do Parautóctone |

Deixando a estrada e seguindo um caminho de terra batida, é possível encontrar por entre a vegetação uma pequena galeria feita artesanalmente na década de 40 pelos martelos e picaretas dos homens da terra.

Com cerca de 1,50m de altura por 1,50m de largura, esta prolonga-se por vários metros por entre as rochas xistentas do *Complexo Parautóctone*.

**O que é o estanho?**

O **estanho** é um elemento químico metálico, com o símbolo Sn, que tal como o seu nome deriva do latim *stannum* e *stagnum*. É um metal relativamente denso (7,3), de cor acinzentada e brilho metálico prateado (Carvalho, 2002).

Possui um ponto de fusão não muito alto (231,9ºC) o que permitiu ao homem desde cedo a sua fundição e formação de ligas metálicas juntamente com outros metais (Carvalho, 2002).

A cassiterite é um dos principais minerais de **estanho** ($SnO_2$), sendo este o principal minério explorado nesta mina. Encontra-se em veios de quartzo ricos em W-Sn que atravessam os xistos do complexo parautóctone (fonte: geoportal.lneg.pt/egeo/bds /siorminp).

Com grande ligação com o volfrâmio, tanto nas características da sua formação geológica, como na sua comercialização, visto ter sido muito procurado na época da **II Guerra Mundial.**

**Aplicações**

Uma das principais e mais antigas aplicações do **estanho** é na constituição do **bronze**, liga metálica formada a partir da fundição deste com o **cobre**. Mas são várias as aplicações deste metal, desde o seu uso na indústria vidreira, na cerâmica, esmaltes e tintas. É também empregado na constituição de outras ligas metálicas conjuntamente com antimónio, bismuto e chumbo, muito utilizado na soldadura (Carvalho, 2002).

Devido à sua resistência à oxidação (processo que origina a ferrugem), tem sido largamente utilizado para **revestir outros materiais metálicos**. Um exemplo é a chamada folha-de-flandres constituída por ferro e aço e revestido por **estanho**, muito usado nas latas dos alimentos e embalagens de tintas (Velho, 2006).

Esta sua resistência à oxidação levou a que fosse bastante procurado no início do século XX, principalmente na época da **II Guerra Mundial**, sendo comercializado conjuntamente com o Volfrâmio, tendo por isso impacto na economia portuguesa da época.

**Produção nacional e perigos do abandono**

Portugal produz muito **estanho**, figurando entre os primeiros **produtores mundiais**, tendo esta matéria-prima sido alvo de intensa procura. A mina de Neves-Corvo (Alentejo) é a principal exploração responsável pela quase totalidade da produção nacional de estanho (Velho, 2006).

Apesar de ser um importante recurso natural para o país, grande parte das explorações de menor dimensão acabaram por ser encerradas devido à diminuição da procura deste metal nas últimas décadas.

O abandono deste tipo de explorações sem qualquer requalificação torna-se um grande perigo, não só a nível ambiental como para as pessoas, devido às várias cavidades não assinaladas que muitas vezes passam despercebido. Em 1998 um bombeiro morreu na sequência de uma queda quando combatia um incêndio na mina de Montesinho (Bragança) (Carvalho, 2002).

- **3ª Paragem – Talco, a beleza tem origens no interior da terra?**

Muitas vezes confundido por ser um pó branco, o talco é um mineral de grande importância para o homem, com um largo espetro de aplicações, sendo a cosmética um dos seus mais conhecidos usos.

| **Nome do Local** | **Talcos do Azibo** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º33'14.6" ; W 6º53'18.0" |
| **Altitude:** | 583 Metros |
| **Interesses** | Recursos naturais, Litológico |
| **Recomendações** | Existe escarpa e uma lagoa causada pela exploração, cuidado para evitar quedas |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Barragem do Azibo** (GPS: N 41°33'24.89" W 6°53'23.02")<br>• **Ecopark Azibo** (GPS: N 41°33'35.48" W 6°52'56.30") | |
| **Fotografia do local** | |

**Figura 54: À esquerda exploração de talco (foto Pedro Pimenta); à direita por menor de uma rocha com dobras.**

**Tabela 4: Quadro síntese da exploração de talco do Azibo.**

| **Talcos do Azibo** | |
|---|---|
| **O que foi explorado?** | Talco |
| **Tempo de atividade** | Desde a década de 70 até à atualidade |
| **Número de trabalhadores** | Cerca de 15 |
| **Característica da exploração** | Exploração a céu aberto |
| **Geologia local** | Peridotitos e serpentinitos da Unidade de Vale da Porca, Alóctone Superior |

Junto à barragem do Azibo é possível observar uma frente de exploração a céu aberto de talco. É um exemplo de uma exploração de pequena dimensão, mas de grande importância nacional, atendendo à raridade deste recurso.

**O que é o talco?**

A ideia que muito provavelmente deve ter sobre o **talco** é de uma substância em pó, macio, de cor branca e muito fino, ao qual chamamos ***pó-de-talco***. Essa é apenas uma das suas várias aplicações.

O **talco** é um mineral, mais especificamente um silicato de magnésio hidratado ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), geralmente fibroso ou foliado, quimicamente inerte e repelente à água (Velho et al., 1998).

É o mineral com **menor dureza** conhecido na Terra, podendo ser riscado pela unha. É macio e escorregadio ao toque, uma sensação que faz lembrar o sabão. Por essa razão, a rocha rica em **talco** é vulgarmente apelidada de pedra sabão.

É muito raro e muito difícil de encontrar puro na natureza, sendo quase sempre associado a outros minerais.

**Aplicações**

A grande diversidade de aplicação do **talco** tem, como consequência, um largo espectro de mercados. Mas, como é um mineral que ocorre sempre associado com outros minerais, estes vão como que "contaminar" a pureza do **talco**. Estes minerais contaminantes exercem uma influência enorme e condicionam o campo de aplicação.

O **talco** de elevada pureza é usado na **cosmética**, como por exemplo no *pó-de-talco*, amaciador, cremes e loções e outros produtos cosméticos, indústria de papel e para carga reforçante na borracha.

Um **talco** com pureza entre os 75% e 95% é aplicado para revestimento em papéis, plásticos, tintas, azulejos entre outros.

Quando a pureza é inferior a 75% são aplicados em fertilizantes, cerâmicas, misturas betuminosas em estradas (Velho, 2005).

Curiosidade: é uma camada de talco que reveste as folhas de papel e que lhe confere a cor branca e o toque macio característicos (Velho et al., 1998).

- **4ª Paragem – Calcário, a brancura da cal**

Característico em casas tradicionais, a caiação é um processo de pintura de casas através de uma tinta fabricada a partir da mistura de água com cal. A Cal provém da queima de Calcário, uma rocha carbonatada e rica em cálcio.

| **Nome do Local** | **Calcários de Salselas** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º32’45.6” ; W 6º52’53.4” |
| **Altitude:** | 573 Metros |
| **Interesses** | Cultural e Recursos naturais |
| **Recomendações** | Uma vez que já está há muito tempo abandonada tenha cuidado se quiser descer para ver mais próximo. |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Museu Rural Salselas** (GPS: N 41°32'59.99" W 6°52'37.36") | |
| **Fotografia do local** | |

**Figura 55: Na foto à esquerda *geossítio* Calcários de Salselas, uma exploração artesanal de calcário; à direita pormenor da coluna de sustentação.**

**Tabela 5: Quadro síntese da exploração calcária de Salselas.**

| **Calcários de Salselas** | |
|---|---|
| **O que foi explorado?** | Calcário |
| **Tempo de atividade** | Até à década de 60 |
| **Número de trabalhadores** | Impreciso |
| **Características da exploração** | Exploração artesanal a céu aberto |
| **Geologia local** | Calcários do complexo Alóctone Inferior |

Numa cavidade a céu aberto é possível observar um afloramento de rocha calcária com aproximadamente 15 metros de altura. Esta cavidade foi feita para explorar este recurso e consequente fabrico da cal.

É possível observar várias caraterísticas interessantes típicas em calcários como as formas em coluna, estalagmites e estalactites (figura 56).

A camada de calcário tem uma reduzida expressão, com alguns metros de largura e algumas centenas de metros de extensão.

**Figura 56: Pormenor de pequenas estalactites (foto: Bruno Gonçalves).**

**O que é o Calcário?**

O **calcário** é uma rocha de origem sedimentar que contém uma grande quantidade de carbonato de cálcio ($CaCO_3$). O principal mineral existente nos **calcários** é a calcite, podendo-se encontrar também dolomite e, por vezes, a aragonite (Carvalho, 2006).

A maioria dos sedimentos carbonatados resulta de processos químicos e bioquímicos, normalmente em ambientes marinhos de águas pouco profundas, límpidas e quentes (Carvalho, 2006).

**Importância local**

No Geoparque Terras de Cavaleiros os **calcários** ocupam uma pequena área e estão limitados ao *Complexo Alóctone Inferior*.

O **calcário** era explorado pela população local para o **fabrico da cal**. Esta era aplicada na construção civil artesanal, e serviria para pintar as paredes. A designação de **casas caiadas** nasce devido a este processo de pintura com base na cal. Atualmente já não se consegue avistar muitas casas caiadas, mas no passado eram comuns.

A cal tem aplicação na agricultura, como corretora dos solos. Alguns solos são naturalmente ácidos, o que dificulta o cultivo de algumas plantações. O agricultor recorre à aplicação de cal nos seus terrenos, com o objetivo de diminuir a sua acidez e permitir assim que seja viável o cultivo (Cravo, 2005).

- **5ª Paragem – Cal, a pintura tradicional**

A transformação tradicional do calcário em cal já há muito que está abandonada, na região. Porém restam estes vestígios que nos fazem relembrar esta atividade que marcou a cultura e o património local.

| **Nome do Local** | **Fornos da Cal de Vale da Porca** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41°32'22.80" ; W 6°53'37.51" |
| **Altitude:** | 576 Metros |
| **Interesses** | Cultural |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Antiga estação do Azibo** (GPS: N 41°32'24.41" W 6°53'53.09") | |

**Fotografia do local**

**Figura 57: À esquerda parte superior de um antigo forno da cal, à direita parte inferior.**

Nas proximidades da antiga estação de caminho-de-ferro do Azibo, em Vale da Porca havia ao todo cerca de 10 fornos, dos quais agora restam apenas vestígios discretos. No entanto, é possível encontrar os dois últimos fornos da cal que estiveram em funcionamento no concelho. São os melhores exemplos de fornos que ainda restam, construídos em pedra, de forma cilíndrica e ocos no interior.

Num deles é ainda possível observar algumas estruturas de apoio como dormitórios, e salas para guardar a cal e restos de calcário que eram rejeitados e que seriam aproveitados para se utilizar nos solos.

Encontra-se num local agradável junto ao rio, ideal para repousar à sombra e fazer um piquenique (Figura 58).

**Figura 58: Rio Azibo.**

**Como se faz a cal?**

Para se fazer a **cal** era preciso transformá-la, objetivo atingido com altas temperaturas em fornos construídos especificamente para "queimar" a **cal**. Nas freguesias de Salselas e Vale da Porca existem vários fornos da cal tradicionais que foram usados para a transformação do calcário. Estes foram alimentados por 7 afloramentos que sofreram exploração, 5 localizados em Vale da Porca e 2 em Salselas (Cravo, 2005).

O tipo de combustível utilizado era essencialmente originário das urzes que intercalado por camadas de calcário, enchiam o forno no sentido da parte inferior para a parte superior.

Depois de ateado o fogo, o tempo de cozedura poderia durar dias seguidos, atingindo em média temperaturas entre os **800 e os 1000 graus** (Cravo, 2005).

No final, depois de arrefecer o forno, obtém-se um composto sólido branco - a **cal**, que era imediatamente recolhida posta em salas protegidas, de modo a evitar o contacto com a humidade e originasse alguma alteração química (Cravo, 2005).

Pensa-se que seriam fornos com grande produtividade, onde em cada fornada dos fornos tradicionais mais pequenos que aqui existiam, produziam cerca de **oito toneladas de cal** (Cravo, 2005).

**Qual o seu destino?**

Grande parte da **cal** produzida servia para as necessidades da população, mas porção desta teria um destino mais longínquo. Segundo uma habitante da aldeia, a cal era levada de comboio para Valadares.

**Nota:** Pode obter informação complementar no texto do *Percurso Pedestre Geológico Vale da Porca – Salselas*.

- **6ª Paragem – Sedimentos, essencial para o homem**

Em geral, as areias são vistas como uma matéria-prima de baixo valor económico. Contudo, a sua utilização é fundamental na construção civil e o negócio das areias e agregados tem uma importância vital para a economia do país (Velho, 1998).

| **Nome do Local** | **Sedimentos de Vale da Porca** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º31'34.4" ; W 6º53'36.5" |
| **Altitude:** | 558 Metros |
| **Interesses** | Recursos naturais |
| **Recomendações** | A existência de lagoas artificiais causadas pela exploração requer cuidado |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Santuário Sto. Ambrósio** (GPS: N 41°31'39.66" 6°52'41.62") | |

**Fotografia do local**

**Figura 59: Foto à esquerda o LIG sedimentos Vale da Porca, à direita lagoa artificial causada pela exploração dos sedimentos.**

**Tabela 6: Quadro síntese do areeiro de Vale da Porca.**

| **Areeiro Vale da Porca** | |
|---|---|
| **O que foi explorado?** | Areias |
| **Tempo de atividade** | Durante década de 90 |
| **Número de trabalhadores** | Inferior a 5 |
| **Características da exploração** | A céu aberto |
| **Geologia local ou formação geológica** | Sedimentos da Formação Bragança |

Junto à estrada asfaltada é possível avistar um talude onde afloram vários tipos de sedimentos pouco consolidados e de cor avermelhada, como areias, cascalho argilas, pertencentes à Formação Bragança (Pereira et al., 2012).

Próximo do local seguindo um caminho de terra existe uma antiga exploração destes sedimentos para inertes.

Nos afloramentos presentes nas frentes de exploração observa-se a variação do tamanho dos grãos, desde camadas com grãos mais grosseiros a grãos mais finos.

**Figura 60: Pormenor de uma falha a atravessar os sedimentos.**

Com um olhar mais atento é possível notar pequenas falhas que atravessam este talude (figura 60).

Estes sedimentos têm igualmente valor científico pois testemunham uma rede de drenagem fluvial que existiu antes do atual.

**Para que é utilizado?**

Estas formações sedimentares constituem uma importante fonte de matéria-prima para a indústria da construção civil. É sem dúvida, o mercado mais importante, fornecendo grandes quantidades deste tipo de material para **obras públicas** como autoestradas, estradas, escolas ou vias férreas e até obras privadas. Em todas as nossas construções são utilizados **areias e agregados**.

Os materiais retirados desta exploração serviam essencialmente para a **construção civil** realizada no concelho e possivelmente arredores, uma vez que, o baixo preço do material aliado a elevado custo no transporte, impossibilitam vendas muito distantes.

Os areeiros atualmente ativos nesta região apenas exploram a fração mais grosseira dos sedimentos (seixos e areias), sendo o resto desprezado (em média 40 a 20%) (Gonçalves, 2004).

**E podiam ter outro destino…**

Os resíduos desaproveitados possuem características de *argilas comuns* e que podiam ser utilizados na **produção de cerâmicos** de construção, nomeadamente tijolo alveolado e maciço (Gonçalves e Alves 2005).

Em praticamente todas as explorações mineiras não ocorrem uma rentabilização total do material retirado. Existem sempre desperdícios que se vão amontoando nas escombreiras, com futuro incerto.

- **7ª Paragem – Crómio, já ouviu falar deste metal?**

É um metal muito utilizado pelo homem e possível de observar no seu estado natural (na rocha), no Geoparque Terras de Cavaleiros.

| **Nome do Local** | **Dunitos com cromite** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41°29'43.59" ; W 6°47'41.41" |
| **Altitude:** | 688 Metros |
| **Interesses** | Mineralógico, recursos minerais |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Centro Interpretação Morais** (GPS: N 41°29'29.36" W 6°47'2.67") | |

**Fotografia do local**

**Figura 61: Na foto da esquerda LIG peridotitos com cromite; à direita pormenor de um peridotito com cromite (pontos negros) (foto: Pedro Pimenta).**

**Tabela 7: Quadro síntese Dunitos com cromite.**

| **Dunitos com crómio** | |
|---|---|
| **Qual o mineral?** | Cromite |
| **Tempo de atividade** | Sem exploração |
| **Número de trabalhadores** | - |
| **Características da exploração** | - |
| **Geologia do local** | Peridotitos do comp. Ofiolítico |

Na berma junto à estrada é possível visualizar uma rocha muito peculiar com origem na parte interna da crusta oceânica, designado por dunito.

A ocorrência de cromite está limitada ao *Maciço de Morais*, associada à presença de rochas ultrabásicas como os dunitos.

**O que é o crómio?**

O **crómio** é mais um elemento pertencente ao grupo dos metais. Possui o símbolo químico Cr, derivado da palavra grega chroma, que significa cor, uma vez que os seus compostos adquirem **diferentes cores** (azul, verde, violeta, amarelo, laranja) (Carvalho, 2002).

O metal apresenta-se de cor branco-acinzentado, tem um elevado ponto de fusão (1615ºC) e é bastante resistente à **corrosão** atmosférica (Carvalho, 2002).

**De onde se obtém?**

O principal minério de **Crómio** é a cromite, com produção mundial estimada de 10 milhões de toneladas (Mt), sendo também a crocoíte um importante mineral de crómio (Velho et al, 1998).

**Porquê aqui?**

Não é por acaso que este mineral ocorre neste local. Este encontra-se intimamente relacionado com o tipo de rochas encontrado no *Maciço de Morais*.

Uma grande parte dos depósitos económicos de **cromite** está localizada em rochas plutónicas ultrabásicas (Velho et al, 1998), semelhantes às encontradas no *Maciço de Morais*.

Estas rochas possuem um teor médio de cromite 9x superior ao encontrado em gabros e aproximadamente 360x superior ao existente nos granitos (Velho et al, 1998).

Contudo, as rochas encontradas no *Maciço de Morais* apesar concentração de **Crómio** nestas rochas, o reduzido volume não tornam rentável a sua exploração. É também encontrado este tipo de rocha na região de Bragança onde se pode encontrar em alguns locais explorações de cromite.

**Para que é utilizado?**

O **Crómio** foi isolado pela primeira vez em 1798, no entanto, a sua primeira aplicação verificou-se em 1818 como pigmento para papel de parede (Velho et al, 1998).

Devido a esta resistência é utilizado em refratários, em ligas duras e anticorrosivas e em revestimentos de certos metais (cromagem). Devido à sua variação na cor possui também grande aplicação nas indústrias químicas, como pigmentos para tintas (Carvalho, 2002).

## 4.4. Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos

Os Sismos são considerados como um dos poderes da natureza mais temidos pela Humanidade.

Quando ocorrem com grande intensidade destroem edifícios e provocam várias vítimas.

Os sismos de grande destruição ocorrem dispersos no tempo, ocorrendo no mesmo local em largos períodos de tempo.

Mas sabia que existem sismos constantemente? Todos os meses são detetados dezenas de sismos em Portugal. Porém, normalmente não se sentem, apenas são detetados por sismógrafos.

Venha fazer esta rota e fique a conhecer um pouco mais sobre este fenómeno da natureza e porque ocorre (Figura 62).

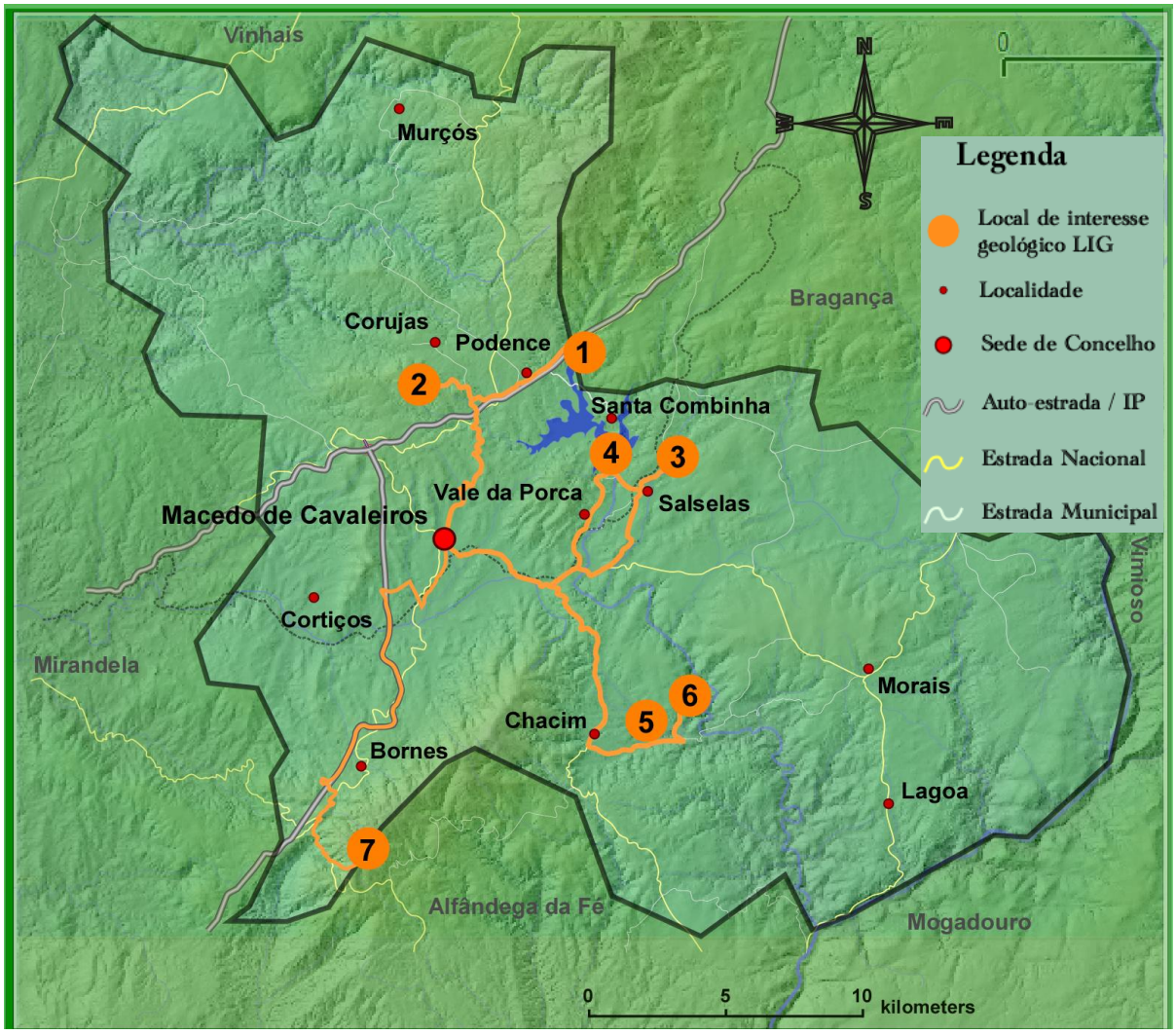



**Figura 62: Mapa da *Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos*.**

Impulsionado pelo medo do seu poder destrutivo, o Homem sente então a necessidade de compreender as causas e o processo pelo qual o "chão treme". O avanço do conhecimento permitiu perceber que a parte externa da Terra (a crusta) se encontra dividida e em constante movimento, estando os sismos intimamente relacionados.

O Geoparque Terras de Cavaleiros é atravessado por diversas falhas geológicas das quais se pode destacar uma falha principal, a Falha da Vilariça. Esta falha geológica estende-se de Bragança até Manteigas, na Serra da Estrela.

Não só é a principal responsável por alguns sismos sentidos na região, como possui influência no relevo, modelando a paisagem. Também a ocorrência de águas termais está associado a falhas, nomeadamente à falha da Vilariça e de Morais.

**Características técnicas**

**Extensão**: 83,4 Km **Duração**: 5 horas

**Altura recomendada**: todo o ano

**Início**: Falha da Vilariça em Azibeiro **GPS**:N 41º36'03.1"; W 6º54'03.9"

**Altitude**

Este roteiro possui uma grande variação da altitude ao longo de todo o seu trajeto (Figura 63). A sua parte inicial é relativamente montanhosa, variando entre os 600 e os 800 metros no miradouro da Senhora do Campo (Lamas de Podence).

A partir do quilómetro dezasseis desenvolve-se numa área mais baixa e que apesar de conter algumas elevações é relativamente aplanado, atingindo nesta secção a cota mais baixa de 431 metros. Na fase terminal regista-se uma subida acentuada da altitude resultante da ascensão à serra de Bornes. Nos últimos doze quilómetros o aumento da altitude é superior a 500 metros, atingindo o máximo de elevação de 1060 metros.

A altitude média ronda os 607 metros.

**Figura 63: Perfil altimétrico da *Rota das Falhas Geológicas e dos Sismos*.**

## Geologia

Apesar da sua grande extensão esta rota faz-se em grande parte sobre as rochas do *Complexo Alóctone Inferior* (Figura 64). Nesta unidade é possível encontrar **quartzofilitos**, **metagrauvaques**, **calcários** e uma vasta diversidade de **xistos**, hematíticos (borra de vinho), verdes e cloríticos.

Na breve parte inicial que o trajeto atravessa o *Complexo Parautóctone* afloram fundamentalmente **xistos cinzentos**, **siltitos**, **quartzofilitos** e **quartzitos xistoides**.

Sobrepostas a estas rochas encontram-se os **sedimentos cenozoicos**, de idade mais recente. Estas formações caracterizam-se por depósitos conglomeráticos deixados por um antigo rio anterior ao Douro e por aluviões deixados pelos rios atuais.

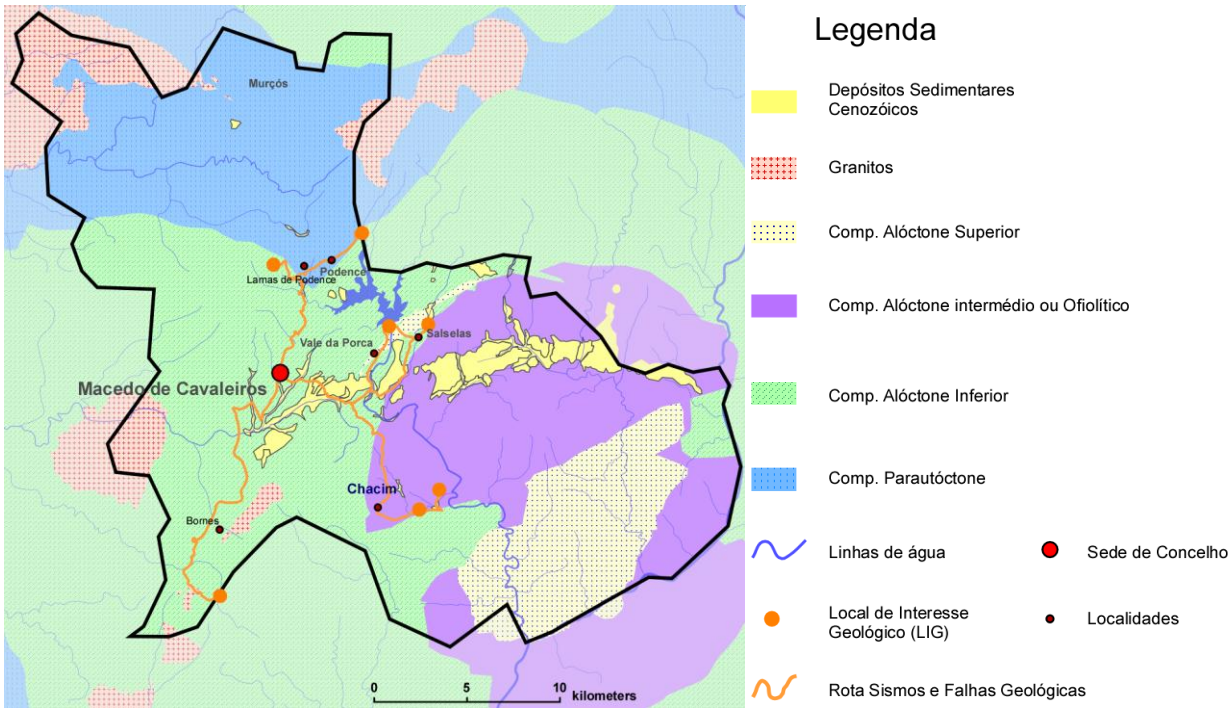



**Figura 64: Mapa geológico simplificado da área do geoparque com a marcação do trajeto da rota das Falhas e Sismos.**

## Geomorfologia

As formas de maior evidência na paisagem encontram-se relacionadas com a tectónica, nomeadamente com a Falha da Vilariça. Destacam-se as várias depressões, Azibo, Salselas e de Macedo de Cavaleiros, elevações como as Serras de Bornes e da Nogueira e declives acentuados relacionados com a escarpa de falha.

São visíveis ainda formas de relevo fluviais como os vales criados pelo rio Azibo e pela ribeira de Salselas.

- **1ª Paragem - Sabe o que é uma Falha Geológica?**

| **Nome do Local** | **Falha da Vilariça no Azibeiro** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º36’03.1” ; W 6º54’03.9” |
| **Altitude:** | 642 Metros |
| **Interesses** | Tectónico |
| **Recomendações** | Carece de local seguro para estacionar viaturas |

**Pontos de interesse nas proximidades:**

- **Casa do Careto** (GPS: N 41°35'22.21" W 6°55'39.44")
- **Praias do Azibo** (GPS: N 41°35'14.08" W 6°54'24.23")
- **E. Biodiversidade Sta. Combinha** (GPS: N 41°34'19.30"W 6°53'15.96")

**Fotografia do local**

**Figura 65: À esquerda falha da Vilariça em Azibeiro; à direita pormenor de rochas com dobras (foto: Bruno Gonçalves).**

Num talude da estrada de acesso à povoação de Azibeiro, junto a um viaduto sobre a A4 é possível observar em afloramento a Falha da Vilariça. Aqui salienta-se a caixa de falha com aproximadamente 10 metros de largura, local de contacto entre xistos do substrato antigo e depósitos sedimentares recentes (Pereira ate al, 2012). A presença de sedimentos recentes abatidos pela falha, evidencia uma atividade relativamente recente deste troço da falha.

**Mas afinal o que é mesmo uma Falha Geológica?**

Os choques causados pelos **movimentos** das placas tectónicas vão originar elevada pressão nas rochas da crusta terrestre. Quando as tensões a que estão submetidas as rochas ultrapassam o seu **limite de resistência** específica, produz-se uma **rotura** das mesmas, segundo uma série completa de planos (Melendez & Fuster, 1991).

Assim, forma-se uma **falha geológica** que consiste numa **descontinuidade**, ou fratura, onde ocorre um deslocamento relativo de uma das partes em relação a outra (Melendez & Fuster, 1991).

### A Falha da Vilariça

Neste ponto é possível visualizar um dos maiores e mais importantes acidentes tectónicos que afeta Portugal, designada correntemente como **Falha da Vilariça** (Figura 66). Possui uma orientação NNE – SSW, estendendo-se proximamente **250 km** desde Bragança até Manteigas (Serra da Estrela), passando por Macedo de Cavaleiros.

Possui esta designação uma vez que o local onde melhor se identifica é no chamado Vale da Vilariça, um pouco a sul do Geoparque. A falha é a principal responsável pela criação deste vale largo, de fundo plano e delimitado por uma escarpa retilínea.

É uma falha de desligamento, onde duas partes da crusta movimentam-se em direções opostas, apresentando um **movimento horizontal** principal e algum deslocamento vertical.

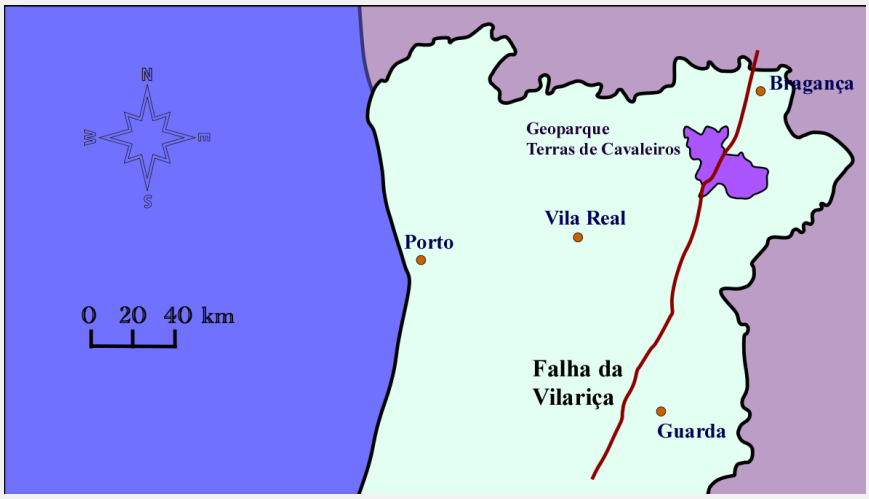



**Figura 66: Mapa da Falha da Vilariça no Norte de Portugal.**

**Existem 3 tipos de falhas (Figura 67):**

- Normal ou compressiva
- Inversa ou distensiva
- De desligamento ou cisalhamento

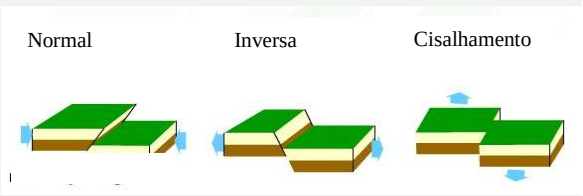



**Figura 67: Ilustração dos três tipos de falhas.**

- **2ª Paragem - É preciso ter olho!**

| **Nome do Local** | **Miradouro Senhora do Campo** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41$^{0}$35’10.9” ; W 6$^{0}$57’39.4” |
| **Altitude:** | 810 Metros |
| **Interesses** | Geomorfológico, Cultural |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Mina de Corujas** (GPS: N 41°35'39.03" W 6°57'4.60") | |

**Fotografia do local**

**Figura 68: Na imagem à esquerda igreja da Sra. do Campo, à direita a vista panorâmica do local.**

O miradouro situa-se no cimo de uma elevação junto do santuário da Senhora do Campo em Lamas de Podence, com boa vista panorâmica sobre o relevo da região. Do sítio é possível distinguir, de entre outras formas do relevo, as feições causadas pelas movimentações tectónicas na superfície terrestre. É o caso do vale provocado pela Falha da Vilariça, a depressão do Azibo onde se instala a albufeira, a Serra da Nogueira, a Norte, e a Serra de Bornes, a Sul. Observam-se também a superfície aplanada do Monte de Morais e no horizonte a serra de Mogadouro.

**Como é que se sabe que existe aqui uma falha? Como é que se descobre uma falha?**

Existem algumas **pistas** que nos podem informar sobre a presença de uma falha. Pistas que podemos encontrar a duas escalas: nas **rochas** e no **relevo**.

- **Nas rochas:**

Consiste no estudo e observação de falhas nas rochas que se encontram à superfície. Pode-se dizer que existe uma falha quando é visível na rocha um plano de fratura onde é possível observar vestígios de deslocamentos (Figura 69).

Estas falhas podem variar entre alguns centímetros a vários metros.

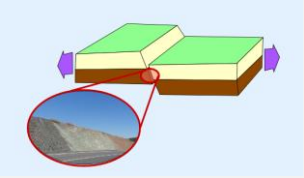


**Figura 69: Representação da Falha da Vilariça em afloramento.**

- **No relevo:** Principalmente através do estudo e compreensão das formas de relevo da região. A observação cuidada de mapas e de fotografias aéreas e de satélite é importante para o reconhecimento de falhas.

    - **Vales largos e retilíneos**:

Normalmente vales largos e retilíneos, bem como vertentes abruptas estão associados a falhas geológicas. Muitas vezes são originados por abatimentos de um dos lados da falha, ou pelo simples facto de a rocha no local da falha se encontrar mais fraturada, tornando mais fácil e mais rápido o processo de meteorização e erosão. São exemplo o vale da Vilariça e a depressão de Salselas (Figura 70).

**Figura 70: Vale aplanado da depressão de Salselas.**

    - **Alteração brusca do curso de um rio:**

Se observar a morfologia dos rios, por vezes é também possível encontrar sinais de uma falha geológica. Como já foi referido, nos locais de falha existe a tendência para maior erosão e um rio tende sempre por procurar o caminho mais fácil ou menos resistente. Quando um rio atravessa uma falha, este vai sofrer um desvio, encaixando na falha. Poderá ser um pequeno desvio, ou poderá mesmo definir o resto do trajeto do rio.

Exemplo do **rio Douro** na foz do rio Sabor (Figura 71).

**Figura 71: Curvatura do rio Douro junto da foz do rio Sabor. Este ao encontrar a Falha da Vilariça (representada pela linha amarela) curva de modo a encaixar na falha (imagem Google earth).**

- **Interrupção de uma formação geológica**:

Existe ainda uma terceira perspetiva de descobrir uma falha, testemunhada nos mapas geológicos.

Nos mapas que representam os diferentes tipos de rochas da região, é possível, por vezes, identificar a existência de uma falha geológica.

Quando se observa uma carta geológica e se nota que uma determinada formação geológica é interrompida bruscamente e se encontra uma possível continuação noutro local significativamente afastado, conclui-se que existiu um deslocamento dos blocos rochosos no local.

É o chamado **rejeito de falha**.

É o que se verifica na Falha da Vilariça, onde num local, uma formação rochosa (cor verde) é interrompida e a sua continuação se encontra 7,5 Km a Norte (Figura 72). Neste caso o rejeito da Falha da Vilariça é de 7,5 Km.

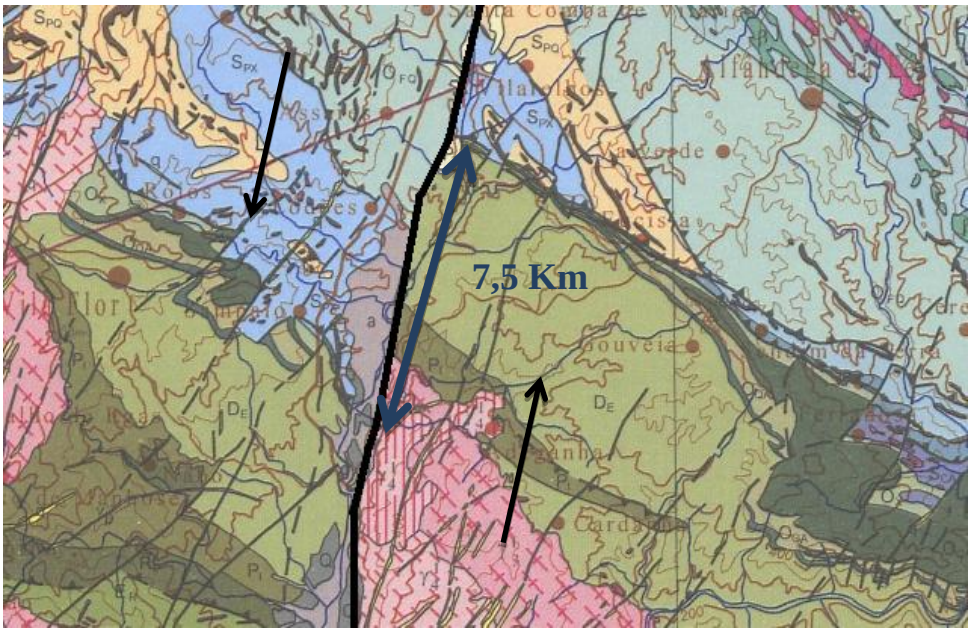



**Figura 72: Representação do rejeito de Falha da Vilariça na carta geológica 1:200000, um pouco a sul do Geoparque Terras de Cavaleiros.**

Mas para se definir com **certezas** a existência de uma falha, não se deve analisar apenas um destes parâmetros, é necessário um **estudo aprofundado** relacionando **todos eles**. Se o relevo sugere a existência de uma falha, é importante encontrar a falha no terreno.

- **3ª Paragem - Um relevo de altos e baixos**

| **Nome do Local** | **Depressão de Salselas** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41$^{0}$33’33.0” W 6$^{0}$52’02.3” |
| **Altitude:** | 611 Metros |
| **Interesses** | Geomorfológico |
| **Recomendações** | |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Sto. Ambrósio** (GPS: N 41°31'39.66" W 6°52'41.62")<br>• **Museu Rural de Salselas** (GPS: N 41°32'59.99" W 6°52'37.36") | |
| **Fotografia do local**<br> <br>**Figura 73: Vale aplanado característico de depressões tectónicas.** | |

Este local caracteriza-se como um pequeno vale de fundo largo e plano, onde ocorre sedimentos de cobertura. Possui uma área aproximada de 500000 m², o equivalente a aproximadamente 120 campos de futebol.

Este vale é muito utilizado para a agricultura devido à existência de bons solos para o efeito e por ser atravessado pela ribeira de Salselas.

**Um pouco mais de informação**

Na observação da paisagem, um dos principais elementos que rapidamente se distingue é o relevo. Este encontra-se fortemente relacionado com a geologia. Neste caso, o relevo da região encontra-se influenciada pela tectónica, nomeadamente **pela Falha da Vilariça**.

Devido aos movimentos das placas e da gravidade, a superfície da Terra está em **constante movimento** à escala regional (Elorza, 2008).

A depressão de Salselas é um pequeno compartimento abatido e relacionado com a derivação da **Falha da Vilariça**. A sua influência na formação deste pequeno vale é evidenciada pela sua orientação paralela à da falha (Pereira et al, 2012).

Deve notar-se que nesta região, a Falha da Vilariça tem algumas "ramificações", ou seja, segmentos secundários da falha principal.

**O relevo do Geoparque Terras de Cavaleiros!**

O território do Geoparque faz parte de uma superfície mais vasta e aplanada, a Peneplanície Fundamental da Meseta (Pereira et al, 2000).

Porém, é possível observar que no relevo existem vários compartimentos **levantados e** abatidos. Isto deve-se ao facto de esta região se encontrar sobre forte influência tectónica relacionada com o sistema de falhas da já referida **Falha da Vilariça**, que origina sucessivos episódios de movimentação (Ribeiro & Cabral, 1997).

Destas alterações de relevo podemos destacar as depressões do Azibo (onde se encontra a albufeira do Azibo) e de Macedo de Cavaleiros (onde se localiza a cidade sede do concelho).

Podem distinguir-se também na área do Geoparque Terras de Cavaleiros dois blocos que foram levantados, distinguindo-se facilmente na paisagem, pois dão corpo às **Serras de Nogueira** (a Norte) e de **Bornes** (a Sul), nomeadamente o ponto mais alto do concelho com 1199 metros (Pereira, 2004).

- **4ª Paragem - É preciso escolher bem!**

| **Nome do Local** | **Barragem do Azibo** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41$^{0}$33’24.45” ; W 6$^{0}$53’21.04” |
| **Altitude:** | 610 Metros |
| **Interesses** | Hidrológico, Tectónico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Ecopark Azibo** (GPS: N 41°33'35.48" W 6°52'56.30")<br>• **Estação CF do Azibo** (GPS: N 41°32'24.41" W 6°53'53.09") | |
| **Fotografia do local:** | |

**Figura 74: Foto à esquerda a albufeira da barragem do Azibo (foto: Pedro Pimenta); à direita mecanismo utilizado para encaminha a água para regadio.**

Este ponto de observação localiza-se na estrada que passa sobre a barragem, com boa vista para a albufeira como para o curso do rio Azibo a jusante.

A barragem foi construída no ano de 1982 com o objetivo de armazenar água para regadio. Possui uma altura de 56 metros e foi construída com a técnica de aterro (fonte: inag.pt).

A área da albufeira do Azibo é classificada como Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo pelo Decreto Regulamentar n.º 13/99, de 3 de Agosto.

Constitui uma área protegida de âmbito local que tem como objetivos a conservação da natureza e a valorização do seu património natural, como pressuposto de um desenvolvimento sustentável e ainda a promoção do repouso e do recreio ao ar livre em equilíbrio com os valores naturais salvaguardados.

**Porquê construir uma barragem aqui?**

Um dos fatores que os engenheiros têm mais em conta aquando da construção de uma barragem é a escolha do **local** para a construir.

Para além das características técnicas da rocha, fundamental para as fundações da construção, é importante escolher um local que permita acomodar a **maior quantidade** de água possível, por ser o principal interesse a atingir.

Este é um bom exemplo, pois apesar de ser construída perto da **Falha da Vilariça**, aproveita a vasta depressão causada pela falha.

Mas a construção deste tipo de estruturas em locais de falhas ativas carrega sempre vários riscos associados à possibilidade de um eventual sismo.

**E poderá ocorrer aqui um sismo? A barragem aguentaria?**

Poderá nunca acontecer um sismo de intensidade significativa no local ou poderá ocorrer num futuro muito longínquo, quando possivelmente já não existirá a estrutura.

…mas haverá sempre uma **possibilidade**.

Contudo, o registo histórico e instrumental está limitado a sismos de baixa e média intensidade.

Quando se realiza a construção de uma estrutura deste tipo são realizados estudos de modo a que a estrutura **resista** a sismos com intensidades semelhantes às registadas na área.

**É possível prever um sismo?**

Não, ainda não é possível prever a ocorrência de um sismo num determinado momento.

Contudo, é possível conhecer a probabilidade de ocorrer um sismo em determinados locais e com determinadas intensidades.

- **5ª Paragem - Á velocidade de centímetros por ano!**

| **Nome do Local** | **Falha de Morais** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º28’07.2” ; W 6º52’21.4” |
| **Altitude:** | 463 Metros |
| **Interesses** | Tectónico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Real Filatório Chacim** (GPS: N 41°28'12.06" W 6°54'6.15") | |
| **Fotografia do local** | |

**Figura 75: À esquerda Falha de Morais num afloramento à berma da estrada; à direita pormenor de um local da falha (fotos: Diamantino Pereira).**

Na estrada que liga Chacim a Paradinha de Morais é possível observar num talude a Falha de Morais. É visível uma grande caixa de falha que delimita os anfibolitos do topo do *Complexo Ofiolítico* (a Norte) e os xistos e quartzofilitos do *Complexo Alóctone Inferior*. A rocha encontra-se muito fraturada e alterada, o que dificulta a distinção. Com uma análise mais cuidada encontram-se outros elementos de interesse como estrias em espelho de falha e brecha (Pereira et al 2012).

É aconselhada uma subida ao monte do Balsamão, onde se encontra no topo um convento Mariano.

**A superfície de deslocamento**

Neste local é possível observar num talude de estrada a falha de Morais e superfície segundo a qual se produziu a fratura e realizou o **deslocamento**. Denomina-se **plano de falha**.

Normalmente, este plano de falha representa-se nos livros como uma superfície plana, um corte certeiro que divide dois blocos, mas na realidade, são raros os casos onde isso se verifica. Trata-se sim de superfícies **irregulares**, por vezes constituídas por mais que uma falha, onde as rochas estão fragmentadas por consequência das fricções sofridas durante o movimento (Melendez & Fuster, 1991). A estas rochas quebradas e angulosas dá-se o nome de **brecha**.

É possível também encontrar superfícies polidas, denominadas por **espelho de falha**, no qual é possível encontrar **estrias** (Figura 76). Estas são marcas originadas pela fricção entre as rochas em contacto, que vão deixar a sua marca nas rochas do outro plano (Melendez & Fuster, 1991). Dir-se-ia que são os rastos deixados pelo movimento da falha.

**Figura 76: Zona polida onde se observa o plano de falha com estrias (foto Diamantino Pereira).**

As estrias e as brechas são estruturas de deformação muito comuns ao longo do plano de falha. O estudo destes elementos permite conhecer qual a **direção do movimento**.

**E qual a velocidade a que ocorrem os movimentos desenvolvidos numa falha?**

Quando se pensa em deslocamentos de grandes blocos da crusta, com distâncias que por muitas vezes alcançam a ordem dos **quilómetros**, poder-se-ia pensar que duas placas se deslocassem entre si vários metros em poucos meses ou anos. Talvez se deva à nossa curta e agitada existência.

Na escala geológica, estes deslocamentos são muito lentos, quase **impercetíveis**. A maioria destes deslocamentos tectónicos ocorre a uma velocidade na ordem dos **milímetros por ano**, com os deslocamentos mais velozes na ordem dos poucos centímetros por ano.

**E como se calcula a sua velocidade?**

A definição de velocidade é como sendo uma deslocação num determinado intervalo de tempo. Quando se vai a conduzir um carro, a sua velocidade é de por exemplo 50 km/h, ou seja, se mantiver sempre a mesma velocidade de tempo, vai percorrer uma distância de 50 km no espaço de 1 hora.

Seguindo a mesma lógica, sabendo qual foi a deslocação existente e quando se iniciou, pode-se obter uma velocidade média. Mas será sempre um valor aproximado, não muito exato.

Este seria o método originalmente utilizado, contudo, atualmente, através das novas tecnologias, é possível aplicar técnicas com auxílio a **GPS** (Global Positioning System), que fornecem informação sobre os movimentos de uma forma muito mais precisa.

Esta técnica requer a marcação de alguns pontos ao longo da falha e a sua exata posição geográfica. Utiliza os 24 satélites da constelação GPS que circundam a Terra a uma altura de 20000km e que emitem sinais que são recebidos na superfície, obtendo a sua localização. Esta técnica permite calcular a situação de um ponto numa superfície inferior a 1 cm (Elorza, 2008).

As constantes leituras da sua posição vão permitir concluir se houve algum movimento na falha (Elorza, 2008).

Caso tenha ocorrido um sismo e se os satélites GPS tenham registado que um dos locais escolhidos possui uma posição diferente, significa que ocorreu um deslocamento da falha relacionada com o sismo.

É possível assim obter uma informação real acerca do deslocamento atual da falha.

- **6ª Paragem - Água que brota a cura!**

| **Nome do Local** | **Termas da Abelheira** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41º28’31.5” ; W 6º51’34.2” |
| **Altitude:** | 429 Metros |
| **Interesses** | Hidrológico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Convento Balsamão** (GPS: N 41°28'24.38" W 6°51'23.03") | |

**Fotografia do local**

**Figura 77: À esquerda antigo edifício termal (foto: Diamantino Pereira); à direita a paisagem obtida do local (Foto: Bruno Gonçalves).**

O balneário termal da Abelheira é constituído por um edifício de três pisos. Encontra-se inativo há alguns anos.

A água sulfúrea brota de fraturas nas rochas anfibolíticas, relacionadas com a falha de Morais, com uma temperatura de 17,9 ºC (Machado, 2009). A nascente não se encontra visível, sendo captada através de um poço com abertura retangular escavado na rocha que a empareda (figura 78). As águas eram utilizadas para o tratamento de doenças reumáticas e dermatoses crónicas (Pereira et al, 2012).

**Figura 78: Poço de captação da água termal.**

Do local obtém-se uma boa visão sobre o monte do Balsamão e da morfologia envolvente.

**Águas especiais?**

O que as torna assim tão especiais?

O valor das águas minerais ao longo dos tempos tem sido reconhecido, principalmente pelas suas **propriedades terapêuticas**. Em determinados períodos da história, este tipo de medicina terá desempenhado um papel fundamental no tratamento de **diversas patologias** (Lima, 2010).

**Porque algumas águas possuem características curativas?**

A água quente emitida por algumas nascentes termais é em grande parte água freática (subterrânea) que aquece quando está em contacto com a rocha do **interior** da Terra. Esta por sua vez aqueceu por condução a partir de um corpo magmático situado inferiormente (Strahler, 1987).

A água quente dissolve quantidades muito maiores de minerais, daí as águas termais possuírem uma **composição mineralógica** muito complexa, razão pela qual são muito procuradas para tratamentos medicinais (Strahler, 1987).

Neste caso, a água que nasce destas rochas é **sulfúrea sódica**, silicatada, hipotermal, alcalino-sódica, com fluoreto e um elevado pH (pH=10,34) (Machado, 2009).

**Água quente em nascentes naturais?**

Estas águas encontram-se a elevadas temperaturas, uma vez que o interior da terra, através da desintegração radioativa de urânio e tório, produz grandes quantidades de calor (Lima, 2010).

Algumas falhas geológicas controlam circuitos hidrominerais, funcionando como condutas para a **ascensão de fluidos quentes** e mineralizados de origem profunda (Calado, 1995) (Figura 79).

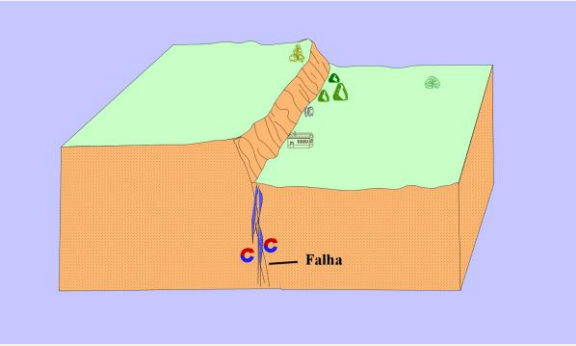



**Figura 80: Influência da falha na infiltração e aquecimento das águas termais.**

Aliás, observa-se que a maioria das águas mais quentes em Portugal se encontram em estreita ligação de vizinhança com **falhas ativas** (Calado, 1995) (Figura 80).

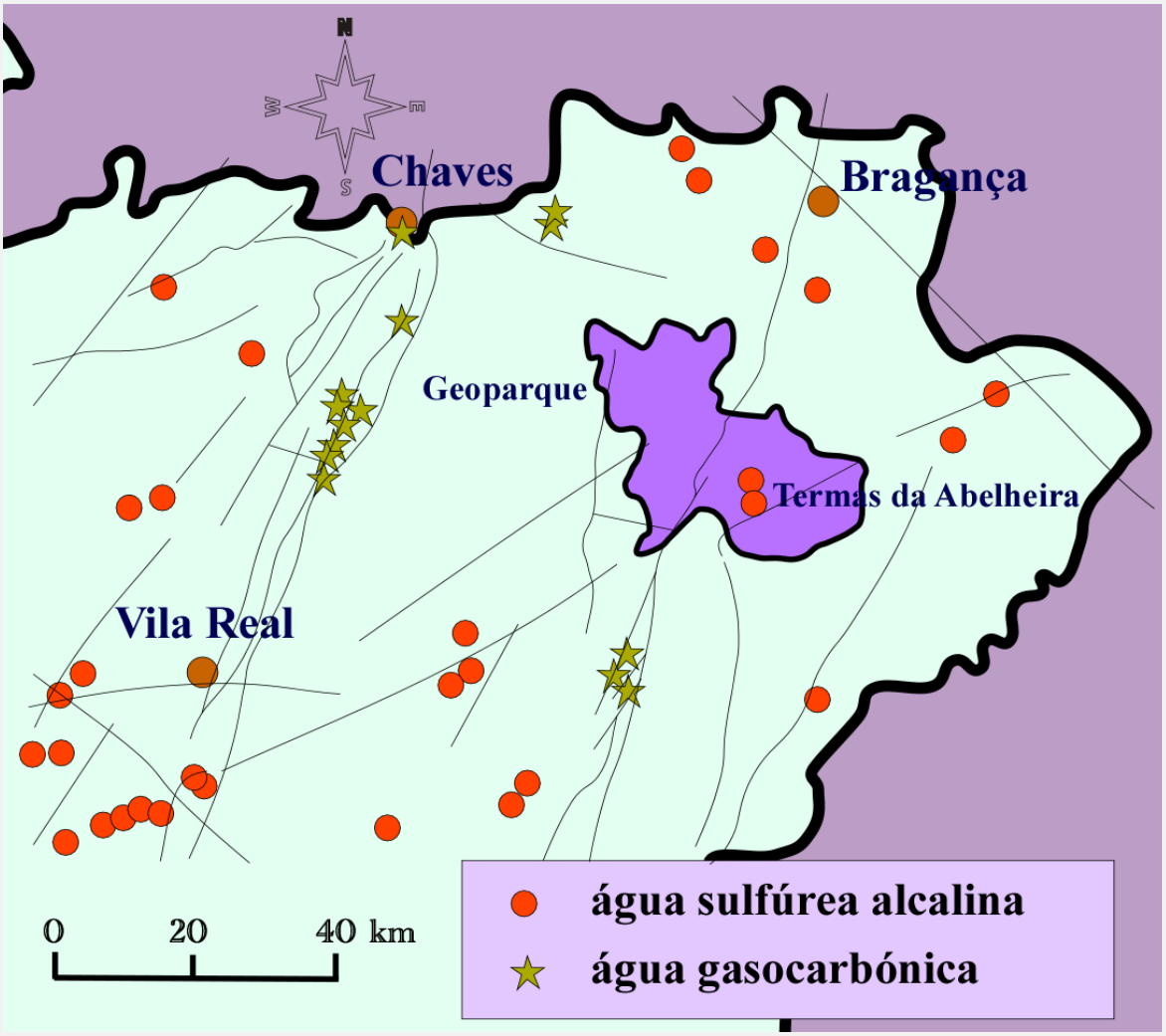



**Figura 81: Posição das ocorrências hidrominerais na rede de falhas e lineamentos geológicos que podem corresponder a falhas ativas (Adaptado de Calado, 1995).**

Assume-se portanto que os fluidos quentes, de origem profunda, ascendem sob pressão a favor das zonas de **maior permeabilidade** (fraturas abertas) relacionadas com estas falhas geológicas (Calado, 1995).

Nesta nascente da Abelheira, apesar de se encontrar junto a uma falha, não possui uma temperatura muito elevada, saindo com apenas 17,9º C (Machado, 2009).

A explicação pode estar relacionada com a profundidade que ela atinge.

Mas é devido às fraturas presentes nos anfibolitos, relacionadas com a **Falha de Morais**, que esta água chega à superfície (Pereira et al, 2012).

- **7ª Paragem - Direto ao ponto mais alto!**

| **Nome do Local** | **Panorâmica Falha da Vilariça** |
|---|---|
| **Posição GPS** | N 41°25'25.75" ; W 7° 0'28.86" |
| **Altitude:** | 1050 Metros |
| **Interesses** | Geomorfológico, Tectónico |
| **Recomendações** | Nada a registar |
| **Pontos de interesse nas proximidades:**<br>• **Topo da Serra Bornes (GPS: N 41°26'3.53" W 7°0'23.51")** | |

**Fotografia do local**

**Figura 82: À esquerda panorâmica para sul da Serra de Bornes, com a depressão da Vilariça ao fundo; à direita escarpa de falha da Vilariça, a caminho do LIG Panorâmica Falha da Vilariça.**

Panorâmica localizada no topo da Serra de Bornes com vista privilegiada para Sul.

Neste local visualiza-se a Falha da Vilariça a "abandonar" o Geoparque Terras de Cavaleiros, observando-se ao longe o grande vale da depressão da Vilariça. Prolonga-se para sul, onde se vai encontrar com o ponto mais alto de Portugal, a Serra da Estrela.

**Uma terra sem receio de viver!**

A **Falha da Vilariça** prolonga-se por vários quilómetros, desde o norte de Bragança até Manteigas, na Serra da Estrela. Como é uma falha ativa, encontra-se em constante movimento, registando-se uma **atividade sísmica** significativa.

No ano de 1858, foi sentido no dia 19 de março um forte **abalo sísmico** na vila de Torre de Moncorvo. Segundo registos históricos, este abalo causou alguma destruição nas habitações (Senos e Carrilho, 2003). Pode-se classificar o sismo como sendo de intensidade Forte a Muito forte.

Este forte sismo esteve relacionado com a atividade da falha da Vilariça, sendo ainda responsável por vários outros tremores de terra (Senos & Carrilho, 2003).São registados dezenas de sismos por ano ao longo da sua extensão (Figura 82).

Contudo, não é preciso ter receio viver nesta região até porque todos estes sismos são de **pequena intensidade**, passando, maioritariamente, despercebidos pela população.

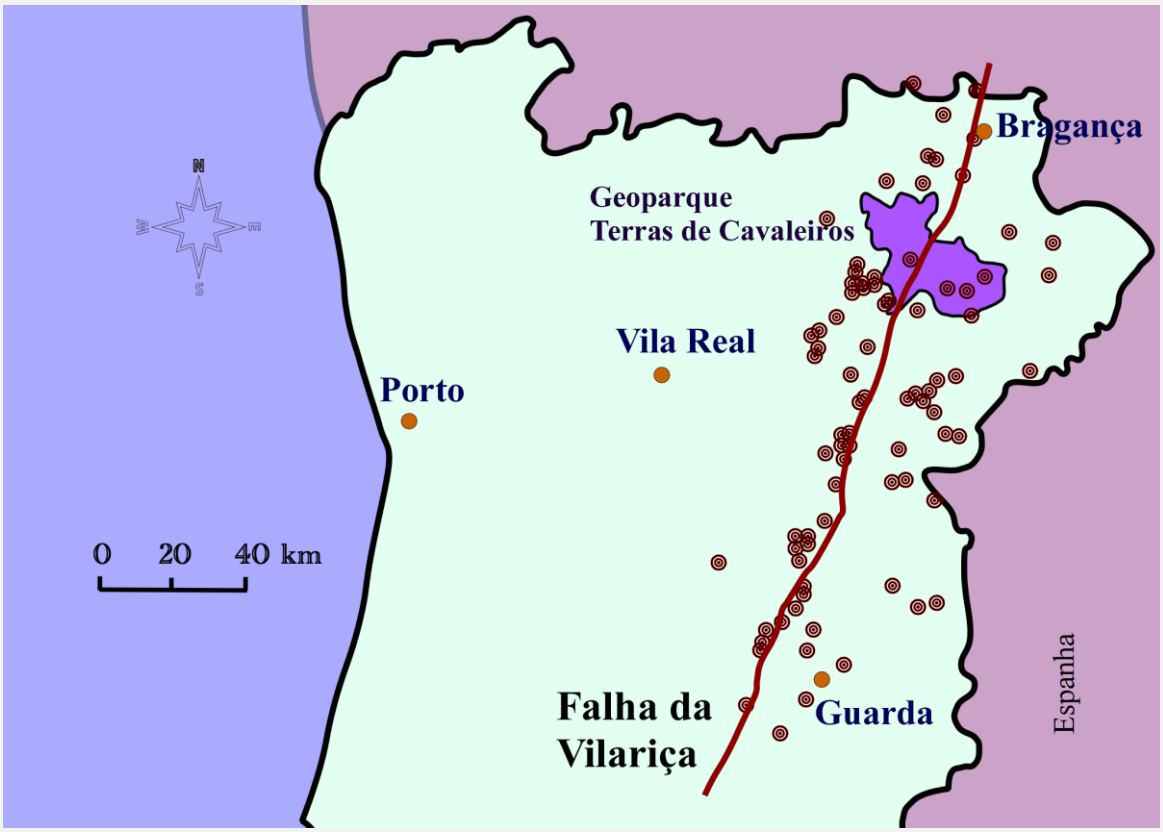



**Figura 83: Os pontos vermelhos representam os sismos detetados na região entre o ano de 2000 e 2012 e a linha amarela a Falha da Vilariça (fonte: ipma.pt).**

Dos vários sismos registados nos últimos anos, apenas 3 foram sentidos pela população, tendo o mais forte registado uma magnitude de 3,4 na escala de Richter. Não se perspetiva que ocorra um sismo com elevada violência na região, daí as vidas humanas e os bens materiais não estarem em riscos.

À falta de certezas absolutas poderá voltar a suceder-se um sismo semelhante ao ocorrido no ano de 1858 em Torre de Moncorvo.

…é ainda um poder secreto e difícil de desvendar a ocorrência de um sismo.

**O que é um sismo?**

Um sismo é o fenómeno que representa a **vibração** da superfície terrestre causada pela perturbação do equilíbrio de tensões na crosta.

**Como se forma?**

Os sismos podem ter diferentes causas, podendo estar relacionados com vulcanismo ou deslocamentos superficiais em falhas. Os ocorridos aqui têm origem na tectónica.

As **rochas da crusta** terreste encontram-se sujeitas a pressões e deformações intensas causadas pelos movimentos da crusta. Estes esforços aumentam até que atingem o ponto de rotura, quebrando a rocha e libertando bruscamente a energia acumulada (Lança, 1997). Esta energia percorre a crusta sob a forma de **ondas sísmicas**, causando o tremor de terra.

A fonte do sismo no interior da terra é o hipocentro e o ponto em que a vertical intercepta a superfície é o epicentro.

Existem escalas para medir a magnitudes (Richter) e a intensidades (Mercalli) do sismo, as quais permitem classificar o sismo respetivamente de acordo com a **energia libertada** ou pelos **estragos produzidos** (Elorza, 2008).

A escala de Mercalli Modificada caracteriza os sismos por intensidades numa escala de 1 a 12 e baseia-se na destruição de edifícios e outras infraestruturas causada pelo sismo. A de Richter classifica por magnitudes numa escala de 1 a 9 e baseia-se na quantidade de energia que o sismo liberta.

**O registo e estudo dos sismos são importantes:**

- **Na proteção civil**: fornece informação sobre os locais mais propícios para a sua ocorrência e assim permitir construir mapas de risco sísmico, reduzindo os possíveis estragos.
- **Na ciência**: o estudo das ondas sísmicas permite obter informação sobre a natureza do interior da terra.

# Capítulo 5. Considerações finais

## 5.1. Medidas de intervenção

O património natural de uma região apresenta uma riqueza própria, contudo é necessário criar as condições adequadas de acessibilidade e informação para que a atração turística cresça.

Relativamente aos roteiros geológicos apresentados no presente projeto, verificou-se que nem todos os locais garantiam o mínimo de condições de acesso e, eventualmente colocam em causa a segurança do visitante.

Tendo em consideração estes aspetos, são deixadas algumas propostas de medidas de intervenção que devem ser executadas para um maior sucesso turístico destas rotas. Os casos de maior urgência de intervenção são: Talcos do Azibo, Calcários de Salselas, mina de Corujas, Poço dos Paus e Carreamento da foz do Azibo.

- **Talcos do Azibo**

Para aceder a este local segue-se por um curto caminho de terra batida que durante o Inverno torna-se enlameado e pode atolar os visitantes que tentem arriscar aceder de automóvel. Para eliminar, ou minimizar, este problema aconselha-se empedrar o caminho ou criar sinalização de um local de estacionamento do veículo.

Outro aspeto a apontar é a situação de perigo a que o turista está sujeito quando visita este geossítio. Trata-se de uma antiga exploração cujas frentes de extração criaram ravinas de altura considerável e pequenas lagoas nos locais mais baixos com alguns metros de profundidade.

Seria uma medida de precaução colocar sinalética de aviso, “Perigo de queda”, e uma barreira física que impedisse o acesso a determinados locais mais perigosos.

Ainda, como o terreno é um pouco instável, sobretudo no Inverno, a lagoa artificial pode esconder grande parte dos perigos do solo. Aconselha-se a criação de um percurso que oriente por locais seguros os turistas aos pontos de interesse presentes no local.

- **Calcários de Salselas**

Este é outro local de interesse especialmente perigoso. Tendo em conta que se caracteriza como uma cavidade e, caso se tratar de um turista mais curioso que queira conhecer os pormenores da rocha será obrigado a uma aproximação e posterior descida arriscada extremamente propícia a escorregamentos. Por outro lado, visto que não se conhece a estabilidade da parede calcária, esta pode desprender algum bloco que atingirá o turista.

Apontando medidas interventivas, aconselhar-se-ia a criação de um percurso com proteção que auxiliasse a descida ao interior da cavidade. Todavia, mesmo com este percurso alternativo haverá pessoas que ora por razões físicas, ora por receios de arriscar a descida não terão a possibilidade de desvendar este geossítio. Desta forma, seria interessante expor pequenas amostras da rocha calcária junto ao local. Estas poderiam, nomeadamente, ser retiradas de outras explorações da região a fim de preservar este ponto. Esta será também um revezamento para o período de Inverno visto que este local pode ficar inundado impossibilitando a descida.

Encaramos como relevante efetuar estudos sobre a estabilidade da vertente calcária e, se necessário, fazer estruturas de proteção para impedir a sua queda.

Visualiza-se ainda, na área, grande quantidade de lixo que não deixará nenhum turista indiferente. Como medida óbvia dever-se-ia proceder à remoção dos resíduos e efetuar campanhas de sensibilização da população para o mesmo efeito. Para que o turista não tenha de efetuar todo o percurso com o despejo poderiam ser colocados em alguns pontos caixotes do lixo, desta forma não haveriam desculpas a apontar pelo caminheiro.

- **Mina de Corujas**

A Mina de Corujas representa uma exploração artesanal em profundidade sem muitos das precauções que deveria assegurar.

Com décadas de abandono bem evidentes, deixado após a Segunda Guerra Mundial, com água a cobrir o chão e vegetação na zona envolvente, tornaram-se um conjunto de fatores que desprotegem o turista.

Primordialmente, seria necessário um estudo das condições de segurança do local para perceber exatamente se existe o mínimo de requisitos que permitam a visita.

Caso o estudo preveja perigo para o visitante, este ponto seria encerrado ao público. No entanto, deveriam ser expostas amostras do minério ali presente nomeadamente na sede do GTC.

- **Poço dos Paus**

O acesso a este local é feito a partir de um caminho de terra batida que só é possível realizar em veículo todo terreno ou a pé. Contudo, trata-se de uma extensão significativa, aproximadamente 1,5 Km para cada lado o que pode desencorajar os visitantes que preferem o conforto do seu carro ou que receiem deixá-lo na berma da estrada.

Segundo Hose (2000), os turistas não gostam de se afastar mais de 400 metros da sua viatura e possivelmente, temem perde-lo de vista. Analisando todas estas questões, seria importante melhorar o piso de acesso ao local.

No local propriamente dito, considerando que este se encontra junto às margens instáveis do rio Azibo, seria indispensável a criação de um trilho ou passadiço com proteção que minimizasse o risco do visitante cair. Ressalva-se que, por se tratar de um local junto ao rio, as margens húmidas são propícias a queda. Em termos gerais é um local interessante mas perigoso, sobretudo, quando pensamos em famílias com crianças.

- **Carreamento da foz do Azibo**

O principal problema refere-se com o acesso ao local. É possível estacionar o carro junto à ponte sobre o rio Azibo, porém é necessário fazer uma caminhada ingreme de aproximadamente 200 metros no meio da vegetação e sem sinalização. Vistos estes factos era aconselhável a criação de um pequeno trilho pedestre com sinalética até ao local.

Outra situação reporta-se com a construção da barragem do Sabor. A área da ponte e da estrada vão ficar submersas assim como o acesso ao geossítio. Torna-se urgente encontrar uma alternativa que permita aos visitantes o acesso ao local.

## 5.2. Conclusões

Com o findar deste projeto acreditamos que a realização desta dissertação constitui uma mais-valia para o Geoparque Terras de Cavaleiros pois apresenta uma proposta de valorização dos geossítios a fim de os tornar num ponto de referência turística.

Os materiais propostos, (folhetos e guiões interpretativos), dos percursos apresentados possibilitam uma utilização em complementaridade por parte de dois tipos de visitantes distintos: o público em geral e o público da área das geociências. Desta forma conseguiremos não só fomentar a investigação, mas sobretudo, sensibilizar as comunidades para a história da nossa Terra. Consideramos que a aposta na divulgação da geologia constitui um meio de promover a compreensão de uma perspetiva integrada dos recursos naturais que inclui a biodiversidade e a geodiversidade.

A aposta num discurso fluente e acessível tornou-se desta forma a principal estratégia de forma a permitir ao turista uma melhor interpretação e compreensão dos percursos geológicos.

Acresce ainda referir a importância da implementação destes percursos no Geoparque, tendo em conta os poucos programas temáticos desenvolvidos até ao momento.

As maiores dificuldades encontradas na realização dos percursos geológicos prendem-se com a falta de condições no que respeita à acessibilidade e sinalização, fundamentais para um turista que caminha em busca do "desconhecido". Desta análise surgiu a necessidade de apresentar algumas medidas de melhoramento para que os lugares de interesse geológico ganhem valor científico e turístico.

Quanto aos objetivos previamente apresentados pensa-se que foram cumpridos no sentido em que apresentamos quatro georoteiros, acessíveis a pessoas com maior ou menor conhecimento e/ou curiosidade na área e a pensar em deslocações pedestres ou de automóvel.

# Referências bibliográficas

## Bibliografia


Antunes, I.M.H.R. et al. (2010). *Contamination of waters related to abandoned W-Sn mines (Murçós, NE Portugal)*. In Goldschmidt Conference 2010, Knoxville, 13-18 June - Earth, energy and the environment : abstracts volume. p. A27. Disponível em <URL: http://goldschmidt.info/2010/abstracts/A-Z+Index.pdf>.

Brilha J. (2004). *A Geologia, os Geólogos e o Manto da invisibilidade*. Comunicação e Sociedade, Vol.6, p:257-265.

Brilha J. (2005). *Património Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage editores, Viseu.

Calado C. M. A (1995). *Carta de Nascentes Minerais*. *Notícia Explicativa I20*. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, Direção Geral do Ambiente. Atlas do Ambiente, Lisboa.

Carter J.(Ed,) (2001). *A sense of place. An interpretative planning handbook*. Scottish Interpretation Network, Scotland, p:50.

Carvalho, A. M. Galopim (2002). *Introdução ao estudo dos Minerais*. Editora Âncora: Lisboa.

Carvalho, A. M. Galopim (2006). *Geologia Sedimentar*. Volume III – Rochas Sedimentares. Âncora Editora, Lisboa.

Carvalho, A. M. Galopim (2011). *Dicionário de Geologia*. Âncora editora, Lisboa.

Cravo A. (2005). "*A Cal*", Cadernos Terras Quentes, nº03, Associação de defesa do Património Arqueológico do Concelho de Macedo de Cavaleiros, Macedo de Cavaleiros.

Elorza M. G. (2008). *Geomorfologia*. Pearson Educación SA, Madrid. p:920.

Ernst W. (1969). *Los materiales de la Tierra*, Ediciones Omega SA, Barcelona.

Galán G. and Marcos A. (2000). *Geochemical evolution of high-pressure mafic granulites from the Bacariza formation (Cabo Ortegal Complex, Hercynian belt, NW Spain): an exemple of Heterogeneous lower crust*, Geol. Rundch. 86, p: 539 – 555.

Gomes M. E. P. et al. (2011). *Geoquímica dos minerais dos filões W>Sn e das águas das antigas minas de Murçós (NE de Portugal)*, VIII Congresso Ibérico de Geoquímico, Castelo Branco.

Gonçalves, L. (2004). *Depósitos cenozóicos de Trás-os-Montes oriental*. *Caracterização tecnológica de resíduos de exploração de areeiros. Contribuição para o uso sustentável dos recursos*. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. p:136.

Gonçalves, L., Alves, M. I. C. (2005). *Resíduos de exploração em areeiros de Trás-os-Montes Oriental:* Potencialidades como matéria-prima para a indústria cerâmica de construção. IV Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território. Vila Real.

Hose, T. A., (2000). "European Geotourism – geological interpretation and geoconservation promotion for tourists", in *Geological Heritage: its conservation and management* (Coord. D. Barettino, W. A. p. Wimbledon & E. Gallego), Madrid, p:127 – 146.

Hose, T. A., (2006). "Geotourism and interpretation", in Dowling R. K.& Newsome, D. (Eds): *Geotourism*. Oxford-Burlington (Elsevier Butterworth-Heinemann) p:221-241.

Julivert M.; Fontbote, J.M.; Ribeiro, A.; e Conde, L. (1972). *Mapa tetónico de la Peninsula Ibérica y Baleares*. Escala 1:1 000 000, Instituto Geológico e Minero de España, p:113.

Lima A. (2010). *Composição e Origem das Águas Minerais Naturais: Exemplo de Caldas da Saúde*. Edições Almedina, Coimbra.

Lança, R. (1997). *Projeto de investigação aplicada em construção*. CESE em Engenharia Civil, Escola Superior de Tecnologia, Universidade do Algarve, Faro.

Machado J. (2009). *Ocorrências hidrotermais do NE de Portugal Continental: inventariação, sistematização e aproveitamento didáticos*. Tese de Mestrado da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, p:470.

Martin, S. et Reynard, E. (2009). *How can a complex geotourist map be made more effective? Popularisation of the Tsanfleuron heritage (Valais, Switzerland)*: Actes, 6th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems. Earth and Man (München : juin 2009), p:261-264.

Martin, S., Regolini-Bissig, G., Perret, A., Kozlik, L., (2010). *Élaboration et évaluation de produits géoturistiques.* Propositions méthodologiques. TÉOROS, vol. 29, no 2, p:55-66.

Mata J. (2008). "Metamorfismo", in Mateus A. (Coord.), "*O interior da Terra: da crusta ao núcleo*". Departamento de Geologia FCUL, Lisboa, p:20-2

Mayer, Richard E. (1997). *Multimedia learning. Are we asking the right questions?* Educational psychologist, vol. 32, no 1, p:1-19.

Melendez B. & Fuster J. M. (1991). *Geologia*; 5ª edicion, editorial Paraninfo, Madrid, España.

Noronha, F., Ferreira, N. & Marques de Sá, C. (2006). "Rochas granitóides: Caracterização Petrológica e Geoquímica", in Pereira, E. (coord): *Notícia Explicativa da folha 2 da Carta Geológica de Portugal à escala 1/200000*. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, p:119.

Nunes, J. P. A. (2005). *O Estado Novo e o volfrâmio (1933-1947) - Projectos de sociedade e opções geoestratégicas em contextos de recessão e de guerra económica*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra.

Pacheco J. L. (2012). *Interpretação do Património Geológico: uma aplicação ao Geoparque Arouca*. Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação. Universidade do Minho, Braga.

Pais, J., Cunha, P., Pereira, D., Legoinha, P., Dias, R., Moura, D., Silveira, A., Kullberg, J. C & González-Delgado, J. A. (2012). *The Paleogene and Neogene of Western*

*Iberia (Portugal): A Cenozoic Record in the European Atlantic Domain. SpringerBriefs in Earth Sciences*, p:158.

Pereira D. I. (1997). *Sedimentologia e Estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes oriental (NE Portugal)*. Dissertação de Doutoramento, Universidade do Minho.

Pereira D. I. (1998). *Enquadramento estratigráfico do Cenozóico de Trás-os-Montes oriental*. Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro, 84 (1), A126-A129.

Pereira D. I. (2003). *Depósitos Terciários de Macedo de Cavaleiros: Enquadramento morfotectónico e evolução paleoambiental*; nº esp. V, CD-ROM, p:C57-C60, Ciências da Terra (UNL), Lisboa.

Pereira D. I. (2004). *Dos aspetos gerais a algumas particularidades da Geomorfologia do Nordeste Transmontano e do Alto Douro*. "Geomorfologia do Nordeste da Península Ibérica", Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.

Pereira, D. I. (2006). "Depósitos sedimentares cenozoicos", in Pereira, E. (coord) - *Carta Geológica de Portugal à escala 1/200000*. *Notícia Explicativa da Folha 2*. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, p:119.

Pereira, D.I., Alves, M.C., Araújo, M.A. & Cunha P.P. (2000). *Estratigrafia e interpretação paleogeográfica do Cenozóico continental do norte de Portugal*. Ciências da Terra (UNL), 14, p:73-84.

Pereira, E. (2000). "Nappe emplacement during the collisional stage of the Variscan orogeny (Macedo de Cavaleiros – Morais region)". In Dias et al (ed) *Eurogranites'2000 field trip guide book*, Braga, Portugal.

Pereira, E. (sem data). *Breve História Geológica do NE de Trás-os-Montes (Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo e Maciço de Morais)*. http://www.azibo.org/geohistorappaa.pdf.

Pereira, E. (coord) (2000). *Carta Geológica de Portugal à escala 1/200000. Folha 2*. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa.

Pereira, E. (coord) (2006). *Carta Geológica de Portugal à escala 1/200000. Noticia Explicativa Folha 2*. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, p:119.

Pereira, E., Ribeiro, A., Castro, P.F. (2000). *Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000. Notícia explicativa da Folha 7 - D (Macedo de Cavaleiros)*. Serv. Geol. de Portugal, p:63.

Pereira E., Ribeiro A., Oliveira D., Machado M. J., Moreira M. E. & Castro P. (2003). *Unidade de Pombais – Ofiolítico inferior do Maciço de Morais (NE de Trás-os-Montes, Portugal)*; nº esp V. CD-ROM, B64-B67, Ciência da Terra (UNL), Lisboa.

Pereira E., Ribeiro A., Castro P. e Oliveira D. (2004). "Complexo ofiolítico varisco do maciço de Morais (NE de Trás-os-Montes, Portugal)", in Pereira E., Castroviejo R. & Ortiz F. (Eds), *Complejos ofiolíticos en IBEROAMÉRICA – Guias de Exploracion para Metales Preciosos*. Proyecto XIII.1 CYTED, Madrid, España, p:265 – 284.

Panizza, M. (1991). *Geomorphology and scismic risk*. Earth Sience Reviwes, 31, p:11-20.

Regolini, G. (2012). *Cartographier les géomorphosites. Objectifs, publics et propositions méthodologiques (Géovisions n°38)*. Lausanne: Université, Institut de géographie.

Reynard, E. (2008). *Scientific research and tourist promotion of geomorphological heritage*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, vol. 31, p:225-230.

Ribeiro M. L. (1986). *Geologia e Petrologia da reião a SW de Macedo de Cavaleiros (Trás-os-Montes oriental)*. Tese, Fac. Ciências Universidade de Lisboa, p:202.

Ribeiro, A., (1974). *Contribution à l'étude tectonique de Trás-os-Montes Oriental*. Serv. Geol. de Portugal, Mem. 24, p:168.

Ribeiro A. & Cabral J. (1997). *Geomorfologia tectónica e sismotectónica de Trás-os-Montes Oriental*. 1º Seminário de Engenharia Civil. Escola Superior de Tecnologia e de Gestão do Instituto Politécnico de Bragança.

Rodrigues, J., Pereira E., Ribeiro A (2006). "Estrutura interna do Complexo de Mantos Parautóctones, sector de Murça – Mirandela (NE de Portugal) ", in Dias, R & Araújo, A. (Eds.) *Geologia de Portugal no Contexto da Ibéria*. Universidade de Évora, p: 63-84.

Sabaris L. S. (1958). *Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la Meseta española en el sector de Zamora*. Breviora Geol. Astúria, Año2,1(2) p:3-8.

Senos M. L. & Carrilho F. (2003). *Sismicidade de Portugal Continental*. Física de la Tierra. Revistas Científicas Complutenses, Madrid. http://www.revistas.ucm.es/index.php/FITE/article/view/12654.

Snelling A. A. (1991). *The formation and Cooling of Dikes – Creation Ex Nihilo*. Technical Journal, Vol.5, no.1, p:81-90.

Strahler A. (1997). *Geologia Física*. Tradução para espanhol, Ediciones Omega SA, Barcelona.

Tilden F. (1952). *Interpreting our Heritage*. University of North Carolina Press, Chapell Hill.

Velho, José Lopes (2006). *Os Recursos Minerais, Uma Visão Geo-histórica*. Palimage Editores, Viseu.

Velho J. L. (2005). *Talco, das origens às aplicações*. Lousã.

Velho, J. L.; Gomes, C.; Romariz, C. (1998). *Minerais industriais – Geologia, Propriedades, Tratamentos, Aplicações, Especificações, Produções e Mercados*. Gráfica de Coimbra, Coimbra.

**Webgrafia**

www.calcidrata.pt (Indústrias de Cal S.A) – visitado em 12 Abril

http://geoportal.lneg.pt/geoportal/egeo/bds/siorminp/info.aspx?ID=1133 (Sistema de Informações de Ocorrências e Recursos Minerais Portugueses) – visitado em 22 Abril 2013

http://www.edm.pt/html/proj_murcos.htm (Empresa de Desenvolvimento Mineiro) – visitado em 28 Abril 2013

https://www.ipma.pt/pt/geofisica/sismologia/ (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) - visitado em 26 Maio de 2013

http://cnpgb.inag.pt/gr_barragens/gbportugal/Lista.htm (Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens) - visitado em 17 Junho 2013

http://cnpgb.inag.pt/gr_barragens/gbportugal/FICHAS/Aziboficha.htm (CNPGB: Barragem do Azibo) - visitado a 17 Junho 2013

http://www.terrasquentes.com.pt/content.aspx?id=43 (Associação Terras Quentes Transmontanas) – visitado em 16 de Agosto 2013