



Cátia Margarida Santos Leal

A ESCARPA DOS ARRIFES DO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO

PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO A PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO

Dissertação de Mestrado em Geografia, na área de especialização em Ambiente e Ordenamento do Território, orientada pelo Doutor Lúcio Cunha, apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Letras

A ESCARPA DOS ARRIFES DO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO **PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO COMO PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO**

Ficha Técnica:

Tipo de trabalho	Dissertação de Mestrado
Título	A ESCARPA DOS ARRIFES DO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO - PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO COMO PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO
Autor	Cátia Margarida Santos Leal
Orientador	Doutor Lúcio Cunha
Identificação do Curso	2º Ciclo em Geografia
Área científica	Geografia Física
Especialidade	Ambiente e Ordenamento do Território
Data	2014



APOIOS:

Bolsa de Investigação financiada pela FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito do Projeto CAVE (PTDC/CTE-GIX/117608/2010) Financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Económico e Regional (FEDER) através do Programa Operacional Fatores de Competitividade (COMPETE) (FCOMP-01-0124-FEDER-022634) e fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia.



PTDC/CTE-GIX/117608/2010

CAVE Project – Karstic caves of Central Portugal as
palaeoenvironmental archives: speleogenesis and present-day dynamics

AGRADECIMENTOS

Por diversas razões, a realização desta dissertação prolongou-se por demasiado tempo, diria mesmo tempo demais... Mas finalmente, os momentos de desânimo, as dificuldades e os contratempos foram vencidos pela determinação de levar este trabalho a bom termo, mas sobretudo, graças ao incentivo e apoio de muitas pessoas, a quem deixo aqui o meu mais profundo e sincero agradecimento.

As minhas primeiras palavras são dirigidas ao meu orientador, Professor Doutor Lúcio Cunha, com quem tenho aprendido a fazer geografia e a quem agradeço as idas ao campo, as críticas e as sugestões que em muito contribuíram para melhorar este trabalho, assim como a disponibilidade, a compreensão, a confiança e o incentivo constante para o término deste trabalho.

À Doutora Anabela Ramos, sempre disponível para a discussão de ideias, deixo aqui o meu sincero agradecimento, pelas correções e sugestões que apontou aos esboços geomorfológicos e pelo incentivo permanente.

À Ana Sofia Ligeiro, da Câmara Municipal de Torres Novas, quem sugeriu a temática desde estudo, quero expressar a minha gratidão pelo interesse que sempre manifestou no acompanhamento deste trabalho, pela disponibilização de cartografia, pela discussão de algumas ideias e pelo incentivo constante.

À minha irmã, Joana Leal, que sempre acreditou no término deste trabalho, agradeço a compreensão, a paciência, a companhia em algumas excursões árduas aos Arrifes e a amabilidade que teve em rever algumas partes do trabalho.

Ao Fernando Abrantes deixo aqui um agradecimento muito especial pela paciência e pela compreensão pelos momentos não partilhados.

Este agradecimento é também extensivo a todos os que, mais do que eu, nunca duvidaram das minhas capacidades, e que através de uma palavra amiga me encorajaram na realização e conclusão desta dissertação. Destas pessoas não poderei jamais esquecer do apoio e incentivo de toda a minha família, de Céu Carrapiço, Rita Coimbra, Madalena Duarte, Ana Claudina Santos, Mariana Marques, Ana Raquel Lobo, Luís Silva, Margarida Oliveira e Daniel Gonçalves, assim como de alguns dos Professores do Departamento de Geografia da FLUC.

A todos o meu Muito Obrigada!

ÍNDICE GERAL

Índice de Quadros	III
Índice de Figuras	III
Índice de Fotografias	V
 NOTA INTRODUTÓRIA.....	 1
1. Objetivos	4
2. Metodologia	6
3. Estrutura da dissertação.....	8
 CAPÍTULO I - O PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO	 9
1. Noção de património geomorfológico.....	12
2. A paisagem e os valores do património geomorfológico	13
2.1. Valor científico.....	14
2.2 Valor didático-pedagógico	15
2.3. Valor ecológico	15
2.4. Valor estético	16
2.5. Valor cultural	17
2.6. Valor económico	18
3. Património geomorfológico no quadro da conservação da Natureza.....	19
 CAPÍTULO II - A ESCARPA DOS ARRIFES DO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO	
ESTUDO DE DE CARACTERIZAÇÃO.....	21
1. Enquadramento geográfico	23
2. Enquadramento morfo-estrutural	28
3. Área de Estudo	33
4. A escarpa dos Arrifes como objeto de investigação.....	34
 II Caracterização Física.....	 38
1. Geologia	38
1.1. Traços gerais da evolução paleogeográfica da região	39
A. Fases distensivas mesozóicas	40
B. Fases compressivas.....	43
1.2. Litoestratigrafia dos Arrifes	46
1.3. Tectónica	62
1.3.1. A falha dos Arrifes	62
A. Anticlinal da Serra de Aire/Sinclinal do Vale da Serra	69

B. Sinclinal de Monsanto	70
1.3.2. Génese e evolução tectónica da falha dos Arrifes	71
2. Caracterização Geomorfológica	78
2.1. A escarpa dos Arrifes	78
2.2. Especificidade geomorfológica da escarpa dos Arrifes.....	86
2.2.1. Formas cársicas superficiais.....	87
2.2.1.1. Lapiás e megalapiás	87
2.2.1.2. Depressões cársicas fechadas	90
2.2.1.3. Formas flúviocársicas.....	94
2.2.2. Formas endocársicas	95
2.3. A paisagem regional.....	106
2.4. Base da escarpa dos Arrifes - Bacia do Tejo.....	107
3. Aspectos ecológicos	108
3.1. Vegetação.....	108
3.2. Fauna	112
4.Ocupação humana e o património cultural dos Arrifes.....	115
4.1.Património Arqueológico	115
4.2. Património Construído	119
5. Ocupação humana atual	123
 III - PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO - TIPOLOGIA, AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO...	124
1. Procedimentos Metodológicos	125
1.1.Inventariação - Avaliação Qualitativa	126
1.2.Avaliação Quantitativa.....	128
2. Locais com potencial interesse geomorfológico	134
2.1. Aspetos geológicos.....	137
2.2. Formas cársicas	139
2.2.1. Formas cársicas superficiais.....	139
2.2.1. Formas cársicas subterrâneas	141
2.3. Património hidrológico.....	145
2.4. Miradouros	147
2.5. Locais de interesse geocultural	151
2.6. Outros locais de interesses variados.....	152
3. Locais de interesse geomorfológico relevantes e excecionais	153
4. Estratégias de valorização e divulgação dos valores patrimoniais	155
4.1 Painéis interpretativos da paisagem	156
4.2. Proposta de visita de estudo	159

4.3. Percurso pedestre e de manutenção física	160
CONCLUSÕES.....	162
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	166
ANEXO I - INVENTÁRIO DE CAVIDADES CÁRSICAS	
ANEXO II - INVENTÁRIO DOS LOCAIS COM POTENCIAL INTERESSE GEOMORFOLÓGICO	

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro I - Critérios de seriação dos locais de interesse geomorfológico mais relevantes e excepcionais.....	130
Quadro II - Critérios de seriação dos locais excepcionais.....	153
Quadro III - Avaliação quantitativa dos geomorfosítios.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II - A ESCARPA DOS ARRIFES DO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO - ESTUDO DE DE CARACTERIZAÇÃO

Figura 1 - Enquadramento Geográfico da Escarpa de Falha dos Arrifes.....	24
Figura 2 - Enquadramento Geomorfológico da escarpa dos Arrifes e da área de estudo, na extremidade sul do Maciço Calcário Estremenho.....	25
Figura 3 - Modelo 3D da Escarpa dos Arrifes e sua integração no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC).....	26
Figura 4 – Corte esquemático da região setentrional do Maciço Calcário Estremenho de Fernandes Martins (1949).....	28
Figura 5 - Enquadramento morfo-estrutural da escarpa dos Arrifes: A) Enquadramento geográfico da Falha dos Arrifes no contexto da Bacia Lusitânica; B) Enquadramento geomorfológico da escarpa dos Arrifes.....	29
Figura 6 - Modelo 3d representativo do enquadramento geomorfológico da Escarpa dos Arrifes.....	30
Figura 7 - Enquadramento Geomorfológico da escarpa dos Arrifes no contexto regional do Centro Oeste de Portugal, na bordadura SE do Maciço Calcário Estremenho, extraído de Brum Ferreira et al. (1988).....	32
Figura 8 - Esboço geológico da região onde se insere a escarpa dos Arrifes do Maciço Calcário Estremenho.....	47
Figura 9 - Corte geológico da Falha dos Arrifes na freguesia de Chancelaria, Torres Novas - Ramo Norte (adaptado de Ribeiro et al., 1996).....	50
Figura 10 - Interpretação da inversão de sequência estratigráfica no Arrife do Alqueidão, com o duplo cavalgamento e sobreposição dos Cretácicos (C) sobre o Jurássico (J2SA), adaptado de Curtis (1993).....	54

Figura 11 - Corte geológico do Arrife no Casal da Pena, na região de Assentiz, adaptado de Galopim de Carvalho (1985).....	56
Figura 12 - Mapa estrutural simplificado da área de estudo, adaptado de Carvalho (2013) e com alguns modelos interpretativos extraídos de Curtis (1993).....	64
Figura 13 - Corte geológico representativo do cavalcamento dos Arrifes na região de Monsanto, Alcanena (adaptado de Ribeiro et al., 1996).....	66
Figura 14 - Perfil geológico da Serra de Aire, Vale da Serra e Arrife do Almonda.....	70
Figura 15 - Corte geológico do sinclinal de Monsanto.....	71
Figura 16 - Interpretação estrutural e evolução tectónica da Falha dos Arrifes, segundo Ribeiro et al., (1991), extraído e adaptado de Kullberg et al., (2006).....	72
Figura 17 - Evolução cinemática da Falha dos Arrifes extraído de Curtis (1993).....	75
Figura 18 - Sismicidade histórica e instrumental na região da Estremadura e áreas adjacentes, compreendida entre 1988 e 2012.....	77
Figura 19 - Esboço Geomorfológico do sector norte da área de estudo.....	80
Figura 20 - Esboço Geomorfológico do sector sul da área de estudo.....	81
Figura 21 - Mapa de declives da área de estudo, da escarpa dos Arrifes, do sector meridional do Maciço Calcário Estremenho.....	82
Figura 22 - Controlo estrutural da escarpa dos Arrifes no ramo norte, no sopé da Serra de Aire.....	86
Figura 23 - Perfil esquemático do sistema cársico da nascente do Almonda, no Arrife do Almonda.....	96
Figura 24 - Inventário das grutas existentes na área de estudo, com base do Cadastro de Grutas do Maciço.....	97
Figura 25 - Corte esquemático do complexo de grutas do Alviela.....	101
Figura 26 - Localização das exurgências e outras nascentes na área de estudo.....	104
Figura 27 – Distribuição dos sítios arqueológicos na escarpa dos Arrifes e áreas envolventes.....	116
Figura 28 - Jazidas arqueológicas na escarpa do Arrife do Almonda, vista em corte.....	119
Figura 29 - Património construído na escarpa dos Arrifes.....	120

III - PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO - TIPOLOGIA, AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Figura 1 - Localização dos locais de interesse geomorfológico.....	135
Figura 2 - Localização das grutas com valor patrimonial de acordo com a valoração da Crivarque, Lda (2006), com fotografias de algumas grutas acessíveis ao público em geral.....	136
Figura 3 - Carta geotuística dos Arrifes.....	157
Figura 4 - Alguns percursos de BTT do Cabeço de Pias com relevância para a divulgação da escarpa dos Arrifes e dos seus valores patrimoniais.....	158
Figura 5 - Área proposta para a classificação dos Arrifes a Monumento Natural.....	163

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

CAPÍTULO I - O PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO

- Foto 1** - Exemplos de locais de interesse geomorfológico com inegável valor ecológico: A - gruta Bracken, no Texas, o habitat de uma das maiores colónias de morcegos do mundo; B e C - Cupizeiros africanos e na Austrália..... 16
- Foto 2** - Exemplo de locais de interesse geomorfológico com inegável valor estético: A - o relevo de Zhangye Danxia na China; B - o Canyon de Antelope nos USA..... 17
- Foto 3** - Alguns exemplos de património cultural com forte cunho geomorfológico: A - a Câmara do Tesouro em Petra (Jordânia); B - Mosteiro Ngyen Khag Taktsang nos Himalaias (Butão) 18

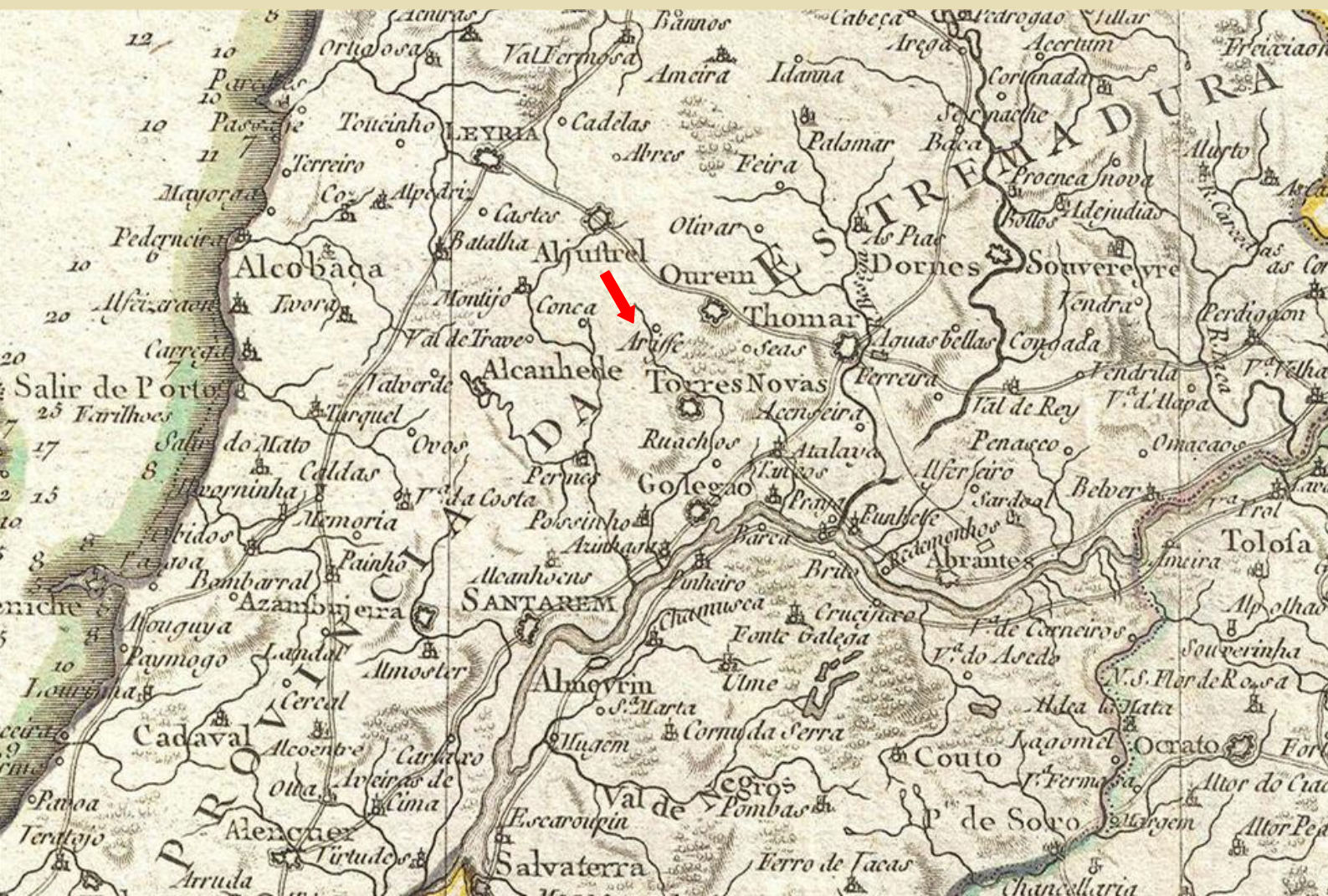
CAPÍTULO II - A ESCARPA DOS ARRIFES DO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO - ESTUDO DE DE CARACTERIZAÇÃO

- Foto 1** - Vista Panorâmica da Escarpa dos Arrifes no sopé da Serra de Aire, a partir do lugar do Pedrógão, concelho de Torres Nova 26
- Foto 2** - Panorâmica da Escarpa dos Arrifes a partir da auto-estrada A1, no sentido Sul-Norte, junto ao acesso da portagem de Torres Novas..... 27
- Foto 3** - Escarpa dos Arrifes junto à localidade de Videla (Alcanena) 49
- Foto 4** - Pormenor do contacto por cavalgamento na escarpa dos Arrifes: A - no Arrife da Charneca da Rexaldia; B - no Arrife do Grota, no Vale Capitão, próximo do lugar de Pafarrão (Chancelaria)..... 50
- Foto 5** - Vista geral do Arrife das Paredinhas (Torres Novas), onde é visível o cavalgamento das unidades geológicas do Jurássico sobre as do Cretácico e estas sobre as formações terciárias da Bacia do Tejo..... 51
- Foto 6** - Cavalgamento dos calcários do Bajociano sobre os materiais do Cretácico, visível na estrada N243 em Moitas Vendas (ao km 29,5)..... 51
- Foto 7** - Arenitos cretácicos na base da escarpa dos Arrifes: A - no Arrife no Alqueidão; B - no Arrife Junto à Aldeia de Casais de Além..... 55
- Foto 8** - Contacto por falha inversa dos Arenitos da Ota, com os Arenitos de Monsanto, visível no topo da escarpa dos Arrifes junto aos moinhos do Alto da Pena (Assentiz)..... 56
- Foto 9** - Brecha calcária nos Arenitos de Monsanto, situada no topo da escarpa dos Arrifes no Casal da Pena, junto aos Moinhos, em Assentiz..... 57
- Foto 10** - Escarpa dos Arrifes em Alcanede, coroada pela formação de calcários de Alcanede 58
- Foto 11** - Arenitos da Ota ravinados na base da escarpa dos Arrifes em Pafarrão, Assentiz..... 59
- Foto 12** - Terra rossa depositada no fundo da depressão do Vale da Serra (A) e nas juntas de estratificação de calcários junto ao cavalgamento dos Arrifes, em Monsanto..... 61
- Foto 13** - Plano da falha cavalgante no Arrife da Charneca da Rexaldia, que sobrepõe os calcários do Jurássico sobre os materiais do Terciário..... 67
- Foto 14** - Localização do talude da auto-estrada A1 (km96) onde se observa o plano da falha dos Arrifes (com um mergulho de cerca de 40° para N) e a sua expressão 67

morfológica na paisagem.....	
Foto 15 - Caixa de Falha com brecha no Arrife das Relvinhas, situada a norte do Espinheiro.....	68
Foto 16 - Dobra anticlinal, bastante apertada, vivível no talude da autoestrada A1, ao km 20,1 (A) e na pedreira de Santa Marta (B).....	69
Foto 17 - Panorâmica do Ramo norte da escarpa de falha dos Arrifes vista de Videla.....	78
Foto 18 - Escarpa dos Arrifes do Ramo Sul no lugar do Prado.....	79
Foto 19 - Escarpa dos Arrifes em Alcanede, junto ao Castelo.....	79
Foto 20 - Escarpa do Arrifes vista do miradouro de Vila Moreira.....	83
Foto 21 – Vestígios de desabamentos na escarpa dos Arrifes: A - em Vila Moreira; B - no Pafarrão (Chancelaria).....	85
Foto 22 – Cicatrizes de deslizamento no Arrife de Aldeia de Além, Alcanede.....	85
Foto 23 - Pormenores de megalapiás e de lapiás com pias de dissolução na depressão do Chão da Serra, Chancelaria.....	89
Foto 24 - Pormenor de Megalapiás do Pedrógão existentes no reverso da escarpa do Arrife das Paredinhas.....	89
Foto 25 - Dolina da Mureta, visível a partir da estrada que liga o Covão do Feto a Casais da Mureta.....	90
Foto 26 - Covão do Feto no reverso da escarpa dos Arrifes de Vila Moreira.....	91
Foto 27 - Panorâmica da Depressão do Vale da Serra vista do Vale das Quebradas da Serra de Aire, para SSW.....	92
Foto 28 - Formas fluviocársicas: A - Fórnica de Fungalvaz no Vale seco da Bezelga; B - Canhão do Alviela.....	95
Foto 29 - Gruta do Almonda e exsurgência da Nascente do Rio Almonda situadas na base da Escarpa dos Arrifes em Casais Martanes, antes da construção da fábrica da Renova (A) e atualmente (B).....	98
Foto 30 - Alguns pormenores do interior da Gruta do Almonda.....	99
Foto 31 - Localização da exsurgência temporária do Olho de Maria Paula.....	105
Foto 32 – Vista do Miradouro de Santa Marta para NE.....	107
Foto 33 – Plantas endémicas e raras existentes nos Arrifes: A - Arabis sadina; B - Iberis procumbens; C - Iris lusitânica; D - Silene ciliata; E- Hesperis liciniata; F - Linaria supina.....	110
Foto 34 - A) Bufo Real (Bubo bubo); B) - Gralha de Bico-Vermelho (Pyrrhocorax).....	112
Foto 35 – Moinhos da Pena: antes (A) e depois de recuperados (B - 2013).....	121

III - PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO - TIPOLOGIA, AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Foto 1 - Dobra com charneira paralela à Falha do Arrife localizada nas imediações de uma pedreira inativa, a norte de Monsanto: 1 - linha de charneira.....	138
Foto 2 - Praticantes de bouldering nos megalapiás do Pedrógão (A) e do Chão da Serra (B).....	140
Foto 3 - Exsurgência do Almonda: A - Placa da classificação da Gruta do Almonda como Imóvel de Interesse Público; B - Painel informativo dos valores do lcoal.....	147



A escarpa do Ariffe na Carte des Royaumes de Portugal et D'Algarve (1755)
Desenhado por Rizzi-Zannoni

NOTA INTRODUTÓRIA

Ao longo do processo civilizacional, o Ser Humano sempre interagiu com a Natureza, dominando o meio geográfico e suas espécies, numa busca incessante pela sobrevivência e por um maior conforto. No entanto, a voracidade com que este tem vindo a ocupar o espaço natural, ao qual não é alheio o crescimento desmesurado e caótico dos meios urbanos e a utilização insustentável dos recursos naturais, tem motivado a necessidade de se protegerem os ecossistemas e os geossistemas que, até então não estavam colocadas em risco e, que desde sempre, foram elementos essenciais à própria vivência humana (ROCHA, 2007).

Esta urgência, contemporânea, de salvaguarda dos valores naturais emerge como preocupação crescente sobretudo a partir da década de 60 do século passado, com o despertar de uma consciência ecológica, que veio impor uma mudança de comportamentos, consubstanciada por políticas que definem regras e critérios de gestão e uso sustentável do território, conducentes à valorização, proteção e conservação da natureza. A par desta demanda social, da tomada de consciência das repercussões das ações humanas, do valor e das ameaças a que determinados bens estão sujeitos, surge então, um pouco por todo o mundo, um vasto conjunto de iniciativas de preservação e de valorização da natureza nas suas diferentes vertentes (biótica e abiótica), centradas na criação de áreas protegidas, a várias escalas, e, mais tarde, na própria patrimonialização dos elementos naturais.

Contudo, as estratégias tradicionais de gestão das áreas protegidas e as políticas de conservação da natureza, quer nacionais, quer internacionais, deram sempre maior relevância à preservação do património natural biótico, protegendo determinadas espécies de seres vivos (biodiversidade) bem como, por vezes, os seus ecossistemas, e subvalorizando na maioria dos casos a outra componente do sistema natural, com igual valor patrimonial - a Geodiversidade. Esta corresponde à componente abiótica do meio, caracterizada pela variedade de ambientes geológicos, geomorfológicos, fenómenos e processos ativos geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais, que constituem o suporte de toda a vida na Terra (GRAY, 2004; BRILHA, 2005).

No sentido de colmatar esta discrepância, nas últimas décadas do século XX tem-se afirmado uma nova área científica ligada às Geociências - a Geoconservação -

que emana da necessidade de conservar e gerir o património natural abiótico e os processos associados. A geoconservação compreende assim um conjunto de iniciativas que vão desde a inventariação, caracterização, avaliação, conservação e gestão de elementos, locais ou áreas com excecional valor geológico, geomorfológico, hidrológico, paisagístico, etc., de modo a assegurar o conhecimento e uso adequado dos mesmos (BRILHA, 2005; BRILHA e CARVALHO, 2010).

Em Portugal, a geoconservação e a valorização do património geomorfológico em particular, tem vindo, paulatinamente, a ganhar um maior interesse e visibilidade, tanto na esfera científica, como no âmbito do turismo de natureza e da educação ambiental. Note-se que este é um dos países europeus com maior riqueza natural e diversidade paisagística. Apesar da sua reduzida dimensão (92000km²), o conjunto dos seus territórios, continental e insulares, apresenta um património natural de excecional valor, caracterizado por um mosaico muito variado de formas de relevo, ecossistemas e paisagens, consequência da sua localização geográfica, das condicionantes geofísicas e, até mesmo, da onnipresença humana.

Atualmente, a diversidade geomorfológica, expressa pelas formas de relevo, constitui, por si só, um bem patrimonial largamente referido e divulgado, direta e indiretamente, em campanhas nacionais e internacionais de promoção turística e/ou de marketing territorial (regional e/ou local). Serras, escarpas, vales glaciares, praias, grutas, ilhas vulcânicas, lagoas, estuários, entre muitas outras formas naturais que constituem os elementos estruturantes das paisagens, são hoje algumas das melhores expressões da geodiversidade e do património geomorfológico do território português, às quais se juntam as componentes biológica e humana. Neste sentido, considera-se património geomorfológico o conjunto de formas de relevo (e depósitos correlativos) que, pelas suas características genéticas e de conservação, pela sua raridade e/ou originalidade, pelo seu grau de vulnerabilidade, ou, ainda pela maneira como se combinam espacialmente (a geometria das formas de relevo), evidenciam claro valor científico, razão pela qual merece ser preservado, divulgado e valorizado (PEREIRA, 1995).

Neste contexto, o reconhecimento e a valorização do património geomorfológico tem atingido a notoriedade máxima em Portugal com a classificação de quatro áreas como Património Natural Mundial pela UNESCO (Região Vinhateira do Alto Douro, Paisagem da Cultura da Vinha da Ilha do Pico, a Paisagem Natural de Sintra e a Ilha das Berlengas - a única verdadeiramente natural), a criação de quatro Geoparques incluídos na Rede Europeia e Mundial de Geoparques (Arouca, Naturtejo, Açores e Terra de

Cavaleiros), a eleição das Sete Maravilhas Naturais de Portugal (em 2010) e, principalmente, através da criação da Rede Nacional de Áreas Protegidas (Parques e Monumentos Naturais), desde 1971.

Através destas iniciativas de conservação, proteção e divulgação dos valores naturais nacionais, a paisagem tem vindo a adquirir um novo significado, deixando de ser apenas uma referência espacial ou um objeto de observação. Mais do que uma morfologia, esta tem vindo a ser reconhecida como uma componente fundamental do património natural, histórico, cultural e científico das sociedades contemporâneas (PANIZZA e PIACENTE, 2000, 2003; CORATZA e PANIZZA, 2009; REYNARD, 2005, 2007).

Por sua vez, as formas de relevo, ao constituírem o suporte físico onde se desenvolvem todas as atividades humanas e, simultaneamente, toda a biodiversidade, sofrem cada vez mais os efeitos da pressão urbanística e da degradação ambiental, devido à carência de medidas adequadas para garantir a salvaguarda dos valores naturais. Não sendo possível manter a paisagem natural inalterada, as estratégias de geoconservação devem procurar inventariar os elementos com valor patrimonial, promovendo o seu conhecimento, numa perspetiva integrada de abordagem científica e pedagógica, de forma a preservar o seu valor e o seu papel na dinâmica do nosso Planeta e da própria Vida.

É neste contexto que surge o presente trabalho que pretende contribuir, um pouco mais, para o conhecimento da diversidade geomorfológica do território português, ao fundamentar cientificamente e à luz das premissas da Geoconservação, a proposta de classificação da escarpa de falha dos Arrifes do Maciço Calcário Estremenho como elemento do Património Geomorfológico, de relevância nacional.

1. OBJETIVOS

A escarpa de falha dos Arrifes do Maciço Calcário Estremenho, que aqui se apresenta como objeto de estudo (capítulo II), surge-nos como um exemplo notável de património geomorfológico, ao exibir alguns dos locais mais significativos da Geomorfologia Estrutural e Cársica nacionais, de inegável valor científico, didático-pedagógico e cultural.

Atendendo à sua extensão (40km de comprimento) e aos valores geomorfológicos, geológicos, hidrológicos, ecológicos e histórico-culturais que lhe estão associados, este acidente tectónico e a escarpa que se lhe associa representam uma área única para o

estudo do património geomorfológico que, a nosso entender, merece ser valorizado, preservado e incluído na lista do geopatrimónio português.

Com a pretensão de propor a escarpa dos Arrifes do Maciço Calcário Estremenho a Património Geomorfológico, pretende-se com esta dissertação fundamentar a proposta para a sua classificação, suportada no conhecimento científico, na sistematização dos seus valores patrimoniais e no potencial de uso turístico e/ou pedagógico.

O interesse por esta temática e por esta área geográfica surge quando nos foi dado a conhecer a intenção formal do Município de Torres Novas em preservar e propor a classificação da escarpa dos Arrifes da Serra de Aire como “ocorrência geológica” (Artigo 68º do PDM de Torres Novas, 1997). Por sua vez, já desde meados do século passado, que entidades, associações e particulares têm vindo a reconhecer o valor de alguns dos elementos geomorfológicos existentes na escarpa dos Arrifes, invocando para a necessidade de os proteger, o estabelecimento de um estatuto de proteção e/ou a sua integração no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC). Em 1995, o município de Torres Novas chegou mesmo a apresentar uma proposta de um Pré-Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PPNSAC), cujos limites prolongavam a área do já constituído PNSAC “aos terrenos baldios da Serra de Aire e aos aspetos geológicos dos seus arrifes (...)” (Artigo 68º do PDM de Torres Novas, 1997). Todavia, tal proposta foi excluída do Regulamento do Plano Diretor Municipal por “não ter consagração ao nível da legislação que regula a rede nacional de áreas protegidas” (Artigo 53º, Resolução n.º16/97, de 05 de fevereiro de 1997).

Mais tarde, durante a revisão do Plano de Ordenamento do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (POPNSAC), que decorreu entre 1998 e 2007, surgiu novamente a discussão da necessidade de ajustar os limites do PNSAC “às subunidades geomorfológicas, com valor espeleológico, geológico e geomorfológico reconhecido, e às bacias de alimentação das grandes nascentes do maciço” (SPE, 2009), ou seja, aos Arrifes, facto que uma vez mais não aconteceu.

Neste contexto, a presente proposta de classificação da escarpa dos Arrifes a património geomorfológico vem, uma vez mais, salientar o valor patrimonial que esta área encerra, no sentido de consolidar a importância dos seus aspetos geomorfológicos como componente estruturante da paisagem, cuja conservação é fundamental, numa estratégia de salvaguarda dos diversos recursos e valores naturais intrínsecos da paisagem. Além disso, esta ação deriva da necessidade de implementar medidas

específicas de proteção, conservação e gestão racional dos valores naturais e culturais que lhe estão associados, regulamentando as intervenções antrópicas suscetíveis de as degradar.

Em termos legais, esta iniciativa desenvolve-se ao abrigo do regime instituído pelo Decreto-Lei n.º19/93, de 23 de Janeiro (revogado pelo DL n.º 142/2008, de 24 de Julho), que estabelece o regime jurídico da conservação da natureza e da biodiversidade, e os objetivos seguem as diretrizes estabelecidas pelo artigo 14.º do Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de Julho (em vigor até à presente data), que define os procedimentos de classificação de áreas protegidas de âmbito nacional.

Relativamente aos objetivos específicos procurar-se-á:

1. Caracterizar os aspetos geográficos, geológicos, paisagísticos, biofísicos e socioeconómicos mais relevantes da escarpa dos Arrifes;
2. Caracterizar a escarpa dos Arrifes do ponto de vista geomorfológico, descrevendo as principais linhas de relevo e o modelado de pormenor, bem como identificar os fatores estruturantes e condicionantes da génese e evolução da paisagem;
3. Inventariar, caracterizar e avaliar, qualitativa e quantitativamente, os locais com potencial interesse geomorfológico que lhe conferem singularidade e que contribuem para a sua valorização patrimonial, em sua relação com outros elementos naturais e culturais
4. Definir as prioridades de intervenção e discutir as razões que impõem a sua conservação e proteção, e que justificam a necessidade de classificação da escarpa dos Arrifes a património geomorfológico.
5. E, por fim, à luz dos conhecimentos científicos sobre o património natural desta área, apontar uma estratégia de geoconservação para a escarpa dos Arrifes assente na valorização e divulgação dos locais de maior interesse geomorfológico e do potencial natural da paisagem, deixando algumas sugestões de atividades didáticas, geoturísticas e de educação ambiental que podem vir a ser desenvolvidas.

2. METODOLOGIA

Metodologicamente, este trabalho conta com dois níveis de análise, onde se considera como geossítio de *per se*, a uma escala mais regional, a escarpa dos Arrifes,

enquanto unidade geomorfológica e, simultaneamente, a uma escala local, os locais com determinado valor patrimonial existentes ao longo da mesma.

Para o desenvolvimento deste estudo definiu-se a seguinte metodologia de trabalho:

1. Pesquisa bibliográfica sobre a temática das políticas de geoconservação vigentes e sobre a área geográfica objeto de estudo, no que respeita às suas particularidades geomorfológicas, paisagísticas, geológicas, ecológicas, arqueológicas e culturais.
2. Compilação da informação e caracterização geomorfológica da escarpa dos Arrifes, com base na bibliografia e da cartografia existentes, na leitura e interpretação de fotografias aéreas e no reconhecimento de campo.
3. Planeamento e realização de trabalho de campo, em diferentes fases:
 - a. Conhecimento prévio da área de estudo, dando particular incidência ao reconhecimento geral das suas características geológicas, aos aspetos geomorfológicos e paisagísticos.
 - b. Identificação das áreas com maior potencial patrimonial, através da inventariação e caracterização *in loco* dos locais com potencial interesse geomorfológico.
4. Organização de uma *geodatabase* em Sistema de Informação Geográfica, de toda a informação recolhida e elaboração de cartografia geomorfológica e temática com recurso ao *software* ArcGis 9.3. No que se refere à cartografia geomorfológica, esta resulta da análise de fotografias aéreas de grande escala (1:16000) e de levantamentos de campo sistemático efetuados à escala 1:25 000 e 1:10 000.
5. Definição dos critérios de identificação e avaliação, qualitativa e quantitativa, dos potenciais elementos do património geomorfológico;
6. Seleção e caracterização dos locais de inegável valor científico, de valor patrimonial dignos de serem preservados e que possam vir a ser "utilizados" no desenvolvimento de atividades pedagógicas-didáticas, de educação ambiental ou recreativas.
7. Definição de uma estratégia de geoconservação baseada em propostas de valorização e produção de conteúdos para divulgação dos geossítios como recursos didáticos e turísticos.

3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

De forma a cumprir os objetivos supracitados, este estudo encontra-se subdividido em três capítulos.

No Capítulo I expõem-se os fundamentos teóricos para o enquadramento da presente investigação, onde se faz uma breve conceptualização dos aspetos introdutórios e basilares para a compreensão do património geomorfológico, no que respeita à sua valorização e enquadramento legal se suporte à sua proteção.

Iniciamos o Capítulo II com a apresentação da área de estudo, com o seu enquadramento geográfico e geomorfológico, e com uma breve síntese da importância da escarpa dos Arrifes enquanto objeto de investigação multidisciplinar, o que de certo modo fundamenta a pertinência do nosso estudo. Seguidamente apresenta-se uma caracterização geral da área de estudo do ponto de vista geomorfológico, realçando as suas particularidades geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, biogeográficas e humanas.

No Capítulo III procede-se à identificação, avaliação e caracterização dos locais com potencial interesse geomorfológico. Aqui são apresentados os critérios utilizados no processo de identificação, de avaliação (qualitativa e quantitativa) e de seriação dos locais de inegável valor científico e patrimonial, dignos de serem preservados, bem como a sua localização, acompanhada por uma descrição do grau e tipo de interesse e de eventuais vulnerabilidades. Aqui, serão também apresentadas algumas das estratégias e instrumentos de geoconservação já em vigor, assim como sugerimos outras mais direcionadas para a divulgação dos locais de maior interesse geomorfológico, ao nível de atividades pedagógicas, de lazer, desporto, geoturismo e educação ambiental.

Nas páginas finais, apresenta-se uma síntese das principais conclusões deste estudo, acentuando a tónica da proteção ambiental e estratégias de geoturismo bem como algumas linhas de investigação futura para a gestão do território dos Arrifes.



“No seu já longo processo de apropriação do globo terrestre, jamais o homem deixou de observar, classificar e comparar diferentes paisagens. Estas, ou já existiam previamente à sua chegada ou, na óptica do século XXI, são quase sempre geografias que ele próprio foi moldando, construindo, ajustando às suas necessidades físico-biológica e à sua realidade cultural.”

(FERNANDES, 2002)

CAPÍTULO I

O PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO

A valorização e a patrimonialização de elementos naturais e de paisagens, nas suas diferentes concepções, bem como a luta pela sua preservação é uma questão em voga nos finais do século XX e no século XXI, mas que sempre estiveram presentes em toda a história da Humanidade.

Diante de um quadro natural excecional, já o Ser Humano pré-histórico sentia a mesma emoção estética experimentada pelo Ser Humano moderno, estabelecendo valores, dimensões simbólicas e menções elogiosas ao meio natural, que iam muito além da mera visão utilitária (SCHAMA, 1996; THOMAS, 2001; VIEIRA e CUNHA, 2004). Os nossos antepassados desde sempre se mostraram sensíveis ao esplendor de imponentes penhascos, montanhas, de sumptuosas cascatas e até de planícies férteis povoadas de animais selvagens, e chegavam a admitir que esses elementos naturais pudessem mesmo testemunhar o orgulho e a nobreza da história do seu povo ou pudessem simbolizar uma nação, suas aventuras e suas descobertas (UNESCO, 1992).

Como tal, será certamente trivial sustentar que o ser humano tende a classificar paisagens singulares como património somente quando estão ameaçadas, mas tal afirmação revela-se especialmente pertinente para enquadrar o atual interesse pelo tema da patrimonialização da natureza.

Até há menos de um século, o conceito de património compreendia apenas o legado construído, de valor histórico, artístico e/ou cultural, associado a um conjunto de bens materiais ou lugares herdados do passado, cujas características singulares e carga simbólica evocam e perpetuam a antiguidade, a identidade e a memória coletiva da Humanidade (CHOAY, 2001; GONZALES-VARAS, 2003; CARLAN e FUNARI, 2010). Vinculados à memória e ao passado, castelos, templos, ruínas, catedrais, documentos e sítios arqueológicos, práticas rituais e artesanais, entre muitos outros, eram, e são, considerados como património pelo simples facto de cada um ser único, insubstituível e, independentemente das suas particularidades culturais, são capazes de transmitir de forma inteligível a capacidade intelectual, a força do trabalho, a relação de fé ou até

mesmo os resultados das mais modernas conquistas tecnológicas e ideológicas dos nossos antepassados (MARTINS, 2006).

Contudo, em meados do século XX, a crise ecológica da década de 60 veio imprimir uma inflexão na concepção clássica do património, evidenciando a necessidade de se protegerem novos e determinados bens, associados a uma dimensão ecológica preocupada com a proteção e a conservação da natureza. Fruto de uma crescente consciencialização e responsabilização social pelos problemas ambientais causados durante a Segunda Guerra Mundial e pelo massivo desenvolvimento industrial e tecnológico, a Humanidade reconhece que, além da grandiosidade e singularidade das inúmeras obras humanas, os elementos naturais e paisagísticos assumem igual relevância para a contemporaneidade, na medida que muitos deles são imprescindíveis à Vida e ao conhecimento e equilíbrio do planeta Terra.

Esta mudança de paradigma parte da tomada de consciência da influência humana nos processos de alteração da paisagem, na degradação das condições ambientais e na generalizada destituição do valor dos territórios (SALGUEIRO, 2001), induzida, de certo modo, pelos movimentos ambientalistas e por uma nostalgia pelo passado, amplamente explorada pelas atividades turísticas (MACCANNEL, 1976; ROBERTSON, 1992). A constatação do desaparecimento de espécies e das paisagens tradicionais, da destruição de importantes ecossistemas, da contaminação progressiva da atmosfera, do solo e dos recursos hídricos, despertou a classe social e política para a perda dos vínculos tradicionais com a natureza, que fizeram com que o Ser Humano se apropriasse desta, passando a utilizá-la de acordo com os seus interesses.

Diante de tal cenário, em 1972, a Convenção do Património Mundial atribui valor patrimonial também ao "conjunto dos monumentos naturais constituídos por formações físicas e biológicas, ou grupos de tais formações, com valor universal excecional do ponto de vista estético ou científico", ao constatar que "o património cultural e natural estão cada vez mais ameaçados de destruição, não apenas pelas causas tradicionais de degradação, mas também pela evolução da vida social e económica que as agrava, através de fenómenos de alteração ou de destruição ainda mais importantes" (Convenção da UNESCO, Preâmbulo, UNESCO, 1972).

Desta forma, o património adquire um conceito legal institucionalizado, no sentido de valorizar, proteger e minimizar as agressões originadas pela pressão populacional e suas atividades, e alguns aspetos da Natureza, então visivelmente ameaçada, passaram a ser considerados como património humano a preservar.

Os bens patrimoniais passam, assim, a incluir elementos naturais que se repartem entre o exotismo, a exuberância e a desolação, contemplando um conjunto de seres vivos (fauna e flora) raros, ameaçados ou em risco de extinção; bem como estruturas físicas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrológicas, paleontológicas, etc., consideradas excepcionais pelo seu valor científico, estético, funcional, cultural, económico e que necessitem, igualmente, de um estatuto de proteção. Este último conjunto é normalmente designado por património geológico (PEREIRA, 2006) ou por geopatrimónio (RODRIGUES e FONSECA, 2008).

As novas formas de conceber o património passam a basear-se numa leitura história e ambiental do conjunto de problemas que afetam globalmente a comunidade humana, reforçando-se a apologia do regresso aos princípios da natureza e ao somatório dos saberes tradicionais e universais que permitem instituir um património comum da humanidade (PEIXOTO, 2000).

Atualmente, a noção de património assume uma conotação global, de sentido de pertença coletiva da Humanidade, que veicula em várias linguagens a história da Terra, do Ser Humano e da sua relação com o espaço geográfico. Com referenciais no passado, esta conjuga uma dimensão tridimensional de tempo e espaço, ao considerar como valores importantes para a contemporaneidade os elementos da natureza e do meio ambiente (património natural), bem como os bens culturais materiais e imateriais resultantes das relações entre o Ser Humano e o meio (património cultural) (PELEGRINI, 2006).

1. NOÇÃO DE PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO

O património geomorfológico, considerado de modo autónomo ou encarado como uma das subcategorias do património geológico, traduz-se ao nível das formas de relevo que hoje percebemos, compreendendo paisagens, locais ou elementos individuais *sui generis*, de diferentes tipologias e a diversas escalas, que pelas suas características singulares e processos morfogenéticos associados (pretéritos, atuais, naturais ou antropogénicos), lhes foi conferido pela perceção humana valor científico, estético, ecológico, cultural e/ou sócio-económico (PANIZZA e PIACENTE, 1993, 2003; PANIZZA, 2001, REYNARD, 2005, 2007).

Em sentido restrito, são considerados como património geomorfológico apenas os elementos, locais ou conjunto de formas de relevo com elevado valor científico para

a compreensão e reconstituição da história da Terra, do clima e da evolução da Vida, e que por isso devem ser salvaguardados (GRANDGIRARD, 1995, 1997, 1999).

Na literatura científica, estes elementos podem assumir diversas designações, tais como: sítios/loais de interesse geomorfológico (HOOKE, 1994; RIVAS *et al.*, 1997; PEREIRA *et al.*, 2007a), geomorfossítios (PANIZZA, 2001; PANIZZA e PIACENTE, 2008; REYNARD, 2007; VIEIRA, 2008), geótopos geomorfológicos (GANDGIRARD, 1997) ou geomonumentos (GALOPIM DE CARVALHO, 1999). Quando integrados na categoria do património geológico, representativa dos valores da geodiversidade, estes locais assumem a designação comum de geossítios. Neste trabalho iremos usar indiferenciadamente os termos “local de interesse geomorfológico” e de “geomorfossítio”.

3. A PAISAGEM E OS VALORES DO PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO

Quando abordamos as questões do património geomorfológico utilizamos com recorrência a palavra paisagem que, no entanto, não significa o mesmo que geomorfossítio, como por vezes alguns autores parecem sugerir. Paisagem é aqui entendida como uma realidade observável, um espaço visível ao alcance do olhar humano, que pode variar entre algumas dezenas de metros até vários quilómetros, em função do ponto e do momento de observação (GRANDGIRARD, 1997; CAMPAR, 2006; PEREIRA, 2006). Corresponde sempre à apreensão de uma parte do todo, que exige, portanto, um relacionamento, um processo de interpretação entre o espaço e o observador, em que cada indivíduo a vê de modo diferente, não só devido à sua posição de observação, mas também dependendo dos seus interesses individuais. Para BERQUE (1998) “é preciso compreender a paisagem de dois modos: por um lado ela é vista por um olhar, apreendida por uma consciência, valorizada por uma experiência, julgada (e eventualmente reproduzida) por uma estética e uma moral, gerada por uma política, etc. e, por outro lado, ela é a matriz, ou seja, determina em contrapartida, esse olhar, essa consciência, essa experiência, essa estética e essa moral, essa política [...]”.

Contudo, para se constituir como paisagem esse espaço tem de ser constituído por um conjunto de componentes que se combinam e interagem entre si, que passam essencialmente pelas formas de relevo (geomorfologia), pela hidrografia, pela vegetação e por aquelas que resultam diretamente da intervenção exercida, nesse espaço, pelas comunidades humanas. Os geomorfossítios correspondem às formas de relevo com

valor particular que compõem a paisagem, correspondendo a um objeto específico com características únicas e singulares, que pode assumir dimensões centimétricas (por exemplo, estalactites cársticas), a quilométricas, tais como uma montanha, uma escarpa, um vale, etc.

Dadas as suas especificidades, os geomorfossítios congregam múltiplos e dinâmicos processos, dimensões e valores materiais e imateriais que, a cada instante se apresentam e se reorganizam em novas e diferentes configurações e, por isso, para serem entendidos em profundidade, não podem ser percebidos sob um só ponto de vista. A fim de fundamentar a necessidade da sua conservação, diversos autores têm tentado evidenciar alguns dos seus valores e interesses que os tornam "lugares especiais" relativamente a outros elementos (GRAY, 2004; PANIZZA, 1993, 1999, 2001, 2006; GRANDGIRARD, 1995, 1997; PANIZZA e PIACENTE, 2003; VIEIRA e CUNHA, 2004; REYNARD, 2005; REYNARD, *et al.*, 2007). A maioria destes autores propõe que a relevância de um geomorfossítio assenta no valor científico do seu conteúdo, considerado como critério central, bem como no seu valor didático-pedagógico, ecológico, estético, cultural e económico, considerados como valores complementares. Na maior parte dos casos coexistem vários tipos de valores, os quais são dependentes e alguns só coexistem em função de outros. De seguida expomos os principais valores que sustentam a avaliação e classificação de um geomorfossítio.

2.1. VALOR CIENTÍFICO

O valor científico manifesta-se em áreas cuja morfologia reflita a ação marcante de um ou mais processos geomorfológicos (passados ou ativos) e/ou que contenham formações ou fenómenos naturais relevantes para o conhecimento científico da história natural do planeta (GRANDGIRARD, 1995, 1997, 1999). A sua importância acresce em função da representatividade, da raridade e da integridade desses mesmos fenómenos, assim como das características que lhe conferem destaque entre formas de relevo semelhantes, como a sua dimensão, a estética, a vulnerabilidade ou o seu estado de conservação. Este valor é normalmente atestado pela quantidade e qualidade dos trabalhos científicos acerca do lugar.

Da lista do Património Mundial da UNESCO destacamos o Monte Etna, na Sicília (Itália) e o Deserto da Namíbia como dois exemplos mais emblemáticos do património geomorfológico, cuja distinção lhe foi conferida recentemente devido ao seu

elevado interesse científico. No Monte Etna o seu valor advém das suas particularidades morfológicas de natureza vulcânica, facilmente acessíveis, como crateras, cones de cinza, fluxos de lava, o que o torna um local privilegiado para a investigação da vulcanologia, geofísica e outras ciências naturais; enquanto o Deserto da Namíbia é o único deserto costeiro do mundo que inclui campos extensivos de dunas influenciados pelo nevoeiro, onde este é um dos principais agentes morfogenéticos e a única fonte de água (<http://whc.unesco.org/en/list/1430>).

2.2. VALOR DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

O valor didático-pedagógico reflete a importância do local ou do elemento em si como um recurso potencialmente utilizável para a educação e formação. Valorizam-se essencialmente os locais cuja morfologia reflita a ação marcante de um ou mais processos naturais e/ou locais que demonstrem dinâmicas atuais, que permitam o estudo dos processos morfogenéticos que as geraram e/ou dos fatores condicionantes e desencadeantes. Por outro lado, valoriza-se a qualidade e a facilidade em demonstrar esses mesmos elementos ao público menos especializado e em aprendizagem, traduzida pelas boas condições de visibilidade e acesso local. Aqui podem enquadrar-se todos os tipos de formas de relevo, como por exemplo, superfícies de erosão bem conservadas, arribas fósseis, escarpas de falha, moreias glaciares ou mesmo um meandro abandonado que indique um paleotrajecto de um rio.

Alguns autores integram o valor didático-pedagógico no valor científico (BRILHA, 2005). Contudo, no nosso entender são valores que podem ser claramente diferenciados, visto que o valor científico pode ser diferente do valor didático, na medida em que “locais com baixo valor científico podem ter um elevado potencial didático ou vice-versa” (VIEIRA e CUNHA, 2004).

2.3. VALOR ECOLÓGICO

O valor ecológico assenta na importância que os elementos geomorfológicos assumem na manutenção dos ecossistemas e/ou no desenvolvimento espécies faunísticas ou florísticas particulares (REYNARD, 2005). Ou seja, o seu interesse encontra-se vinculado à conservação da biodiversidade, e é tanto maior quanto as características dos geomorfosítios condicionam o desenvolvimento de processos ecológicos e biológicos importantes; os locais são detentores de *habitats* característicos,

incluindo por exemplo flora e fauna endêmica; e/ou a sua deterioração possa causar um grau de degradação irreversível nos ecossistemas ou até mesmo extinção de espécies.

Dos locais mais representativos do valor ecológico de um geomorfosítio, salientamos por exemplo, a gruta protegida do Bracken, no Texas, que suporta uma das maiores colônias de morcegos *Tadarida brasiliensis* do mundo, estimada em mais de 20 milhões de morcegos, tornando-se assim a maior concentração de mamíferos do mundo (www.baton.org, **foto 1A**); ou os penhascos rochosos e vertentes escarpadas de vales encaixados e falésias onde as aves rupícolas nidificam.

Em algumas situações, esta interação pode, no entanto, inverter-se, e os processos ecológicos podem mesmo determinar o aparecimento de algumas formas de relevo peculiares. Entre esses casos, salientamos o exemplo emblemático dos cupinzeiros da África do Sul e da Austrália, que correspondem a verdadeiras esculturas no solo formadas por aglomerados de terra e outros resíduos, construídas por milhares de cupins da espécie *Macrotermes* que vivem no subsolo. Estes ninhos, que protegem estes insetos das altas temperaturas, assumem uma expressão morfológica bem marcada na superfície topográfica, apresentando formas variadas, isoladas ou constituindo formações concentradas em extensos campos, que podem medir até cerca de 8m de altura, albergando colônias que podem chegar aos dois milhões de integrantes (**foto 1B e C**).

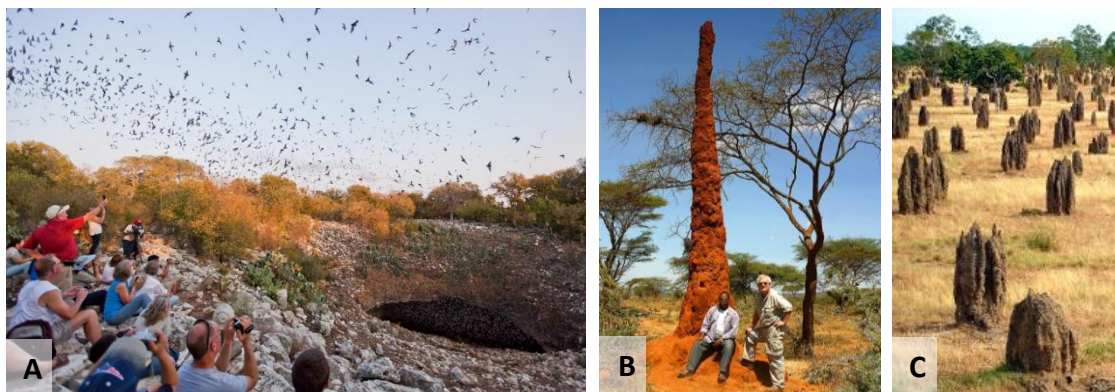


Foto 1 – Exemplo de locais de interesse geomorfológico com inegável valor ecológico: A - gruta Bracken, no Texas, o habitat de uma das maiores colônias de morcegos do mundo; B e C - Cupinzeiros africanos (República do Congo) e na Austrália (Queensland)

Fonte: A - www.radiotimes.com; B - www.chronoton.ru; www.commonswikimedia.org

2.4. VALOR ESTÉTICO

Grande parte do interesse de muitas formas de relevo está tradicionalmente associado às suas características estéticas e cénicas *sui generis*, que originam paisagens originais de rara beleza. Embora seja difícil avaliar e quantificar objetivamente o valor

estético, dada a sua elevada subjetividade, este é normalmente atribuído em função da aparência do objeto em si e das respostas emocionais que evoca. A sua avaliação baseia-se sobretudo em critérios como: a dimensão, a forma, a raridade, a originalidade, o contraste cromático e a harmonia entre os vários elementos da paisagem. O relevo de Zhangye Danxia na China (**foto 2A**) ou o Canyon de Antelope nos Estados Unidos (**foto 2B**) são alguns dos exemplos mais emblemáticos de geomorfossítios com extraordinário valor estético.

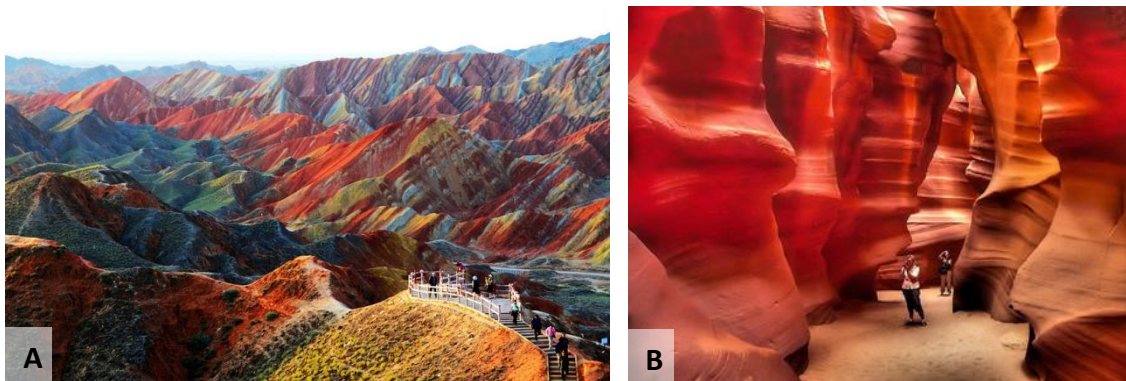


Foto 2 - Exemplo de locais de interesse geomorfológico com inegável valor estético: A - o Relevo de Zhangye Danxia na China; B - o Canyon de Antelope nos USA

Fonte: A - www.travel.missmzungu.eu; B - www.minube.com.br

2.5. VALOR CULTURAL

Ao nível da paisagem não pode ser subtraída a dimensão cultural, visto que a presença e influência humana nos mais diversos meios é hoje uma realidade incontornável. Com efeito, raros serão os casos de paisagens absolutamente naturais, que se tenham preservado sem sofrerem qualquer alteração induzida pelo Ser Humano.

Como tal, o valor cultural é conferido a um determinado lugar quando se reconhece uma forte interdependência entre o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico envolvente, designadamente com as características geomorfológicas. A sua valorização pode advir da importância do relevo enquanto suporte determinante de atividades humanas, ou do resultado de modificações impostas por elas, incorporando não só as interferências do homem no meio natural, mas também os modos de vida e de usufruir do espaço, contribuindo para a produção das "chamadas paisagens culturais" (PANIZZA e PIACENTE, 2000, 2003; CORATZA e PANIZZA, 2009).

Os elementos geomorfológicos podem assumir um valor cultural em função da presença de bens materiais e intangíveis com um forte cunho histórico, religioso, arqueológico, arquitetónico, artístico e/ou mitológico (REYNARD, 2007; ILIES e JOSAN,

2009). Em muitos casos, o valor do lugar cultural é tanto maior quanto mais exótico e/ou inacessível for o local. Logo, as particularidades do relevo podem realçar ou até mesmo ampliar o valor de um sítio histórico, cultural e espiritual (GOUDIE e VILES, 2010), como acontece por exemplo como as montanhas sagradas do Uluru-Kata Tjuta (na Austrália) ou em Metéora (na Grécia). Todavia, a maior parte das paisagens culturais inclui aspetos naturais considerados indissociáveis, onde até mesmo as formas de relevo menos espetaculares ganham significado ao serem componentes de importantes sítios históricos ou culturais, como acontece por exemplo com os locais de culto esculpidos nas vertentes em Petra (Jordânia) ou na Capadócia (Turquia) ou com a localização de inúmeros castelos e fortalezas em áreas montanhosas, escarpadas e penhascos (**foto 3A e B**). Outras manifestações geoculturais podem também manifestar-se sob a forma de lendas, ditados, crenças populares, ou até mesmo da toponímia.



Foto 3 - Alguns exemplos de património cultural com forte cunho geomorfológico: A - A Câmara do Tesouro em Petra (Jordânia); B - Mosteiro Nyen Khag Taksang nos Himalaias (Butão).

Fonte: www.flytravels.blogspot.com; B - www.geniemelisande.wordpress.com;

2.6. VALOR ECONÓMICO

O valor económico do património geomorfológico depende da capacidade do local em gerar receitas pela sua presença e/ou utilização, sem que esta ponha obviamente em causa a integridade total ou parcial do objeto ou do local. O valor científico-didático, a beleza, o exotismo ou até mesmo o valor ecológico do geomorfossítio são muitas vezes explorados economicamente pelo turismo de natureza, pelo turismo científico e para práticas desportivas (espeleologia, parapente, escalada, etc.). Por sua vez, o valor económico traduz-se apenas na utilização direta do local, e não do seu potencial de uso ou de rendimentos indiretos relacionados com a presença, como por exemplo, de um hotel nos arredores de uma gruta (REYNARD, 2007).

3. PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO NO QUADRO DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

No quadro legal nacional a proteção do património geomorfológico está suportado por três documentos fundamentais (BRILHA, 2010): a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade - ENCNB (Resolução de Conselho de Ministros n.º152/2001, de 11 de Outubro), o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território - PNPOT (Lei n.º58/2007, de 4 de Setembro) e o Regime Jurídico de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (Decreto-Lei n.º19/93, de 23 de Janeiro revogado pelo Decreto-Lei n.º142/2008, de 24 de Julho,) responsável pela criação da Rede Nacional de Áreas Protegidas.

A ENCNB contempla um conjunto de preocupações relativas à geoconservação do património geomorfológico, no qual refere como uma das 10 opções estratégicas: "desenvolver em todo o território nacional ações específicas de conservação e gestão [...] de salvaguarda e valorização do património paisagístico e dos elementos notáveis do património geológico, geomorfológico [...], dinamizando para o efeito a comunidade científica, com o objetivo de inventariar, caracterizar e avaliar os elementos notáveis deste património, de modo a permitir a criação de uma rede de monumentos naturais e a identificação de medidas para a sua salvaguarda, divulgação e visitação".

No caso do PNPOT, este documento inclui também medidas de ação associadas ao património geológico e à geoconservação (em sentido amplo) entre as quais se destacam: i)"completar e atualizar a cobertura do território continental com [...] o levantamento do património geológico [...], incluindo a identificação e classificação dos elementos notáveis; ii) [...] identificar e classificar os elementos notáveis do património geológico; e iii) definir e executar uma Estratégia Nacional de Geoconservação".

Por fim, no recente Regime Jurídico de Conservação da Natureza e da Biodiversidade, são integrados pela primeira vez na legislação nacional os conceitos de geossítio e de património geológico, sendo igualmente reconhecida a necessidade de concretizar a conservação e gestão deste património natural. Dos vários objetivos que se pretendem alcançar com este Decreto-Lei, refere-se expressamente "promover o reconhecimento pela sociedade do valor patrimonial, intergeracional, económico e social da biodiversidade e do património geológico". Por outro lado, no Art. 12º está claramente apresentada a importância do património geológico na definição de áreas protegidas, onde se pode ler:" A classificação de uma área protegida visa conceder-lhe

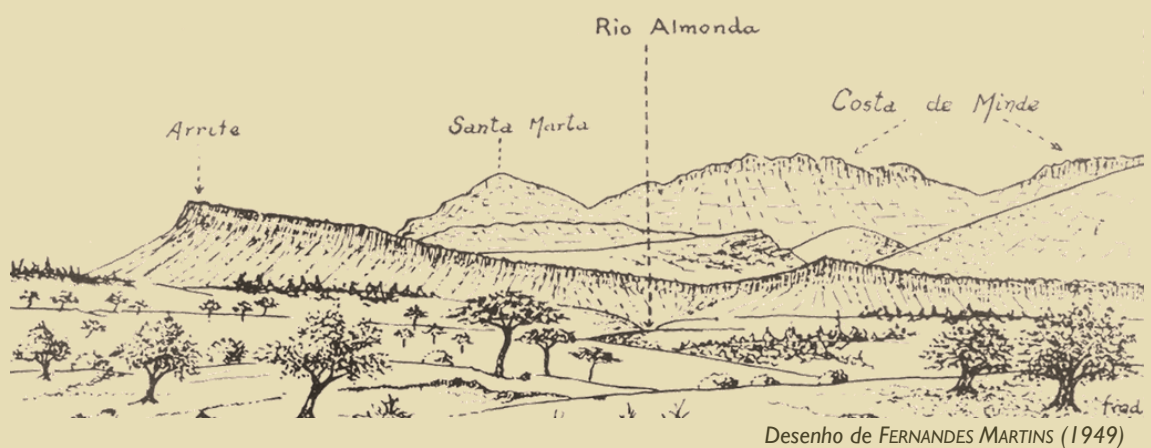
um estatuto legal de proteção adequado à manutenção da biodiversidade e dos serviços dos ecossistemas e do património geológico, bem como à valorização da paisagem".

No que diz respeito aos vários tipos de áreas protegidas, salienta-se que a necessidade de proteger os valores geológicos é referida claramente no caso de Parques Nacionais, Reservas Naturais e Monumentos Naturais (Arts. 16º, 18º e 20º, respetivamente). Particularmente, “entende-se por monumento natural uma ocorrência natural contendo um ou mais aspetos que, pela sua singularidade, raridade ou representatividade em termos ecológicos, estéticos, científicos e culturais, exigem a sua conservação e a manutenção da sua integridade” e que “a classificação de um monumento natural visa a proteção dos valores naturais, nomeadamente ocorrências notáveis do património geológico, na integridade das suas características e nas zonas imediatamente circundantes, e a adoção de medidas compatíveis com os objetivos da sua classificação, designadamente: a) A limitação ou impedimento das formas de exploração ou ocupação suscetíveis de alterar as suas características; b) A criação de oportunidades para a investigação, educação e apreciação pública”.

Este suporte legal da importância da proteção dos valores patrimoniais geológicos e geomorfológicos confere assim à paisagem uma maior visibilidade social e científica, que não só aumenta a diversidade de estudos, como abre um novo campo de visão, quer como objeto de exploração por grupos económicos, quer como objeto de interesse de proteção de uma coletividade com uma certa consciência ambiental.

Como foi já referido, um dos meios pelo qual o património geomorfológico tem vindo a ganhar notoriedade, tem sido pela criação de geoparques e pelo desenvolvimento de atividades ligadas ao turismo de natureza (nomeadamente ao geoturismo) e de educação ambiental (BRILHA, 2005; BRILHA e GALOPIM DE CARVALHO, 2010).

Uma resenha mais completa sobre a temática do património geomorfológico pode ser consultada nos trabalhos de GRANDGIRARD (1997), PEREIRA (2006), PEIXOTO (2008), VIEIRA (2008), RODRIGUES (2009), entre outros.



“Uma falha segue no sopé da muralha do Dogger que, num recôncavo, guarda a exsurgência do Almonda, e mais para nordeste, por si e por acidentes satélites, dá origem a um teclado que se traduz no relevo por uma série de escarpas e esporões”. Esta muralha continuada que delimita o Maciço Calcário Estremenho a sudeste e que “determina em alguns locais o cavalgamento de formações cretácicas e terciárias por calcários do Dogger, dão com os seus **arrifes** – íngremes escarpas de rocha nua – a primeira impressão de montanha a quem vem dos mornos relevos da vasta superfície ribatejana.”

(FERNANDES MARTINS, 1949)

CAPÍTULO II

A ESCARPA DOS ARRIFES DO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO - ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO -

Os Arrifes, tal como são localmente conhecidos, designam uma imponente escarpa de falha, elevada acima da Bacia do Tejo por mais de 40 quilómetros de comprimento, que traduz a expressão morfológica da falha inversa que margina o bordo meridional do Maciço Calcário Estremenho.

Uma escarpa de falha é aqui entendida como um relevo abrupto, um ressalto topográfico acentuado, com declive superior a 40°, resultante do deslocamento da superfície terrestre ao longo de uma falha geológica (STRAHLER, 1960; FAIRBRIDGE, 1968; MAYER, 1986; GOUDIE, 2004; STEWART e HANCOK, 1990). Fazendo jus à definição geomorfológica, a escarpa dos Arrifes representa um relevo linear, pouco sinuoso, composto por vertentes íngremes e rochosas voltadas para SE e alinhadas segundo uma direção geral NE-SW, que em quase toda a sua extensão apresentam um ressalto topográfico entre as dezenas até aos 100m de desnível, e altitudes médias variáveis entre os 150 e os 250m (**foto 1**).

O topónimo "Arrifes" tem mesmo uma conotação orográfica, derivando da palavra árabe *ar-rif*, que significa "flanco de montanha" (MACHADO, 1952), "rochedo saliente", "cabeços de penedos de rocha subjacentes acima da superfície do solo" (ACADEMIA DE CIÊNCIAS DE LISBOA, 2001), expressando assim as suas vertentes escarpadas de rocha nua que se impõem na paisagem como se tratando de uma muralha, de um contraforte do maciço.

Na literatura científica, a falha e a respetiva escarpa são denominadas indiferenciadamente por "Arrife", utilizando o vocábulo no singular (RIBEIRO *et al.*, 1979, 1996; CABRAL, 1995; BARBOSA, 1995; CRISPIM, 1995; RODRIGUES, 1988; MANUPPELLA *et al.*, 2000, KULLBERG, 2000, 2006, 2013; CARVALHO, 2013), como por "Arrifes", no plural (FERNANDES MARTINS, 1949; GALOPIM DE CARVALHO, 1985; BRUM FERREIRA, 1988). A nossa opção neste estudo será utilizar o termo "Arrifes", tal como FERNANDES MARTINS (1949), já que morfológicamente este acidente geográfico é

constituído por dois compartimentos topográficos, facto que só por si lhe confere um carácter plural. Com efeito, tal preferência não menospreza, de modo algum, a sua singularidade enquanto unidade de paisagem muitas vezes denotada pela utilização do seu termo no singular.

1. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

A escarpa dos Arrifes situa-se no Centro Oeste de Portugal Continental, no distrito de Santarém, a norte do rio Tejo. Os seus limites estendem-se por mais de 40 quilómetros, desde o concelho de Tomar, a NE (lat. 39°37'44''N; long. 8°29'68''W) até Alcanede, próximo de Rio Maior, a SW (lat. 39°26'09''N; long. 8°50'32''W), abrangendo transversalmente os concelhos de Torres Novas, Alcanena e de Santarém (fig. 1).

Como se observa nas **figuras 2 e 3**, a sua presença impõe-se na paisagem por dois compartimentos topográficos, contínuos, com altitudes entre 150 e os 250 metros de altitude. O acidente Norte assume importância paisagística nos confins do concelho de Tomar, a sudoeste do lugar de Carregueira, junto à linha ferroviária do Norte, prolongando-se por todo o bordo noroeste do concelho de Torres Novas, com uma orientação geral NE-SW, até Moitas Venda (concelho de Alcanena). Em Moitas Venda, este inflete para WSW e estende-se pelo concelho de Alcanena e de Santarém até próximo do Lugar de Vale da Trave, na freguesia de Alcanede.

No que respeita ao acidente Sul, este desenvolve-se a NE da localidade de Monsanto (concelho de Alcanena), com uma orientação geral NE-SW, assumindo expressão morfológica entre as localidades de Monsanto, Amiais de Baixo, Espinheiro até ao lugar de Prado (freguesia de Abrã, concelho de Santarém), onde roda de direcção para NW-SE, continuando em direcção ao lugar de Alcanede, onde perde importância (MANUPPELLA *et al.*, 2006; CARVALHO, 2013).

Em termos de acessibilidade e visualização, este relevo é visível a grande distância e em diversos pontos da região. Situado a 30km de Fátima e de Santarém e a cerca de 110km das cidades de Coimbra e de Lisboa, os Arrifes beneficiam dos principais acessos viários que estabelecem a conexão entre o Norte e o Sul, o Litoral e Interior de Portugal, ao localizar-se junto ao nó de Torres Novas das auto-estradas A1 (que conecta as cidade de Lisboa e Porto) e da A23 (auto-estrada da Beira Interior), que permite um primeiro e excelente contacto visual com a escarpa. Para quem se desloca

na auto-estrada A1, no sentido Lisboa-Porto, é impossível não se aperceber deste acidente topográfico, quer pelo seu impacto paisagístico, quer pela súbita alteração do relevo entre as suaves colinas do Ribatejo e os relevos de montanha da Estremadura, uma vez que esta via corta perpendicularmente a escarpa dos Arrifes, ao quilómetro 96, a aproximadamente 3km a norte da portagem de Torres Novas (**foto 2**).

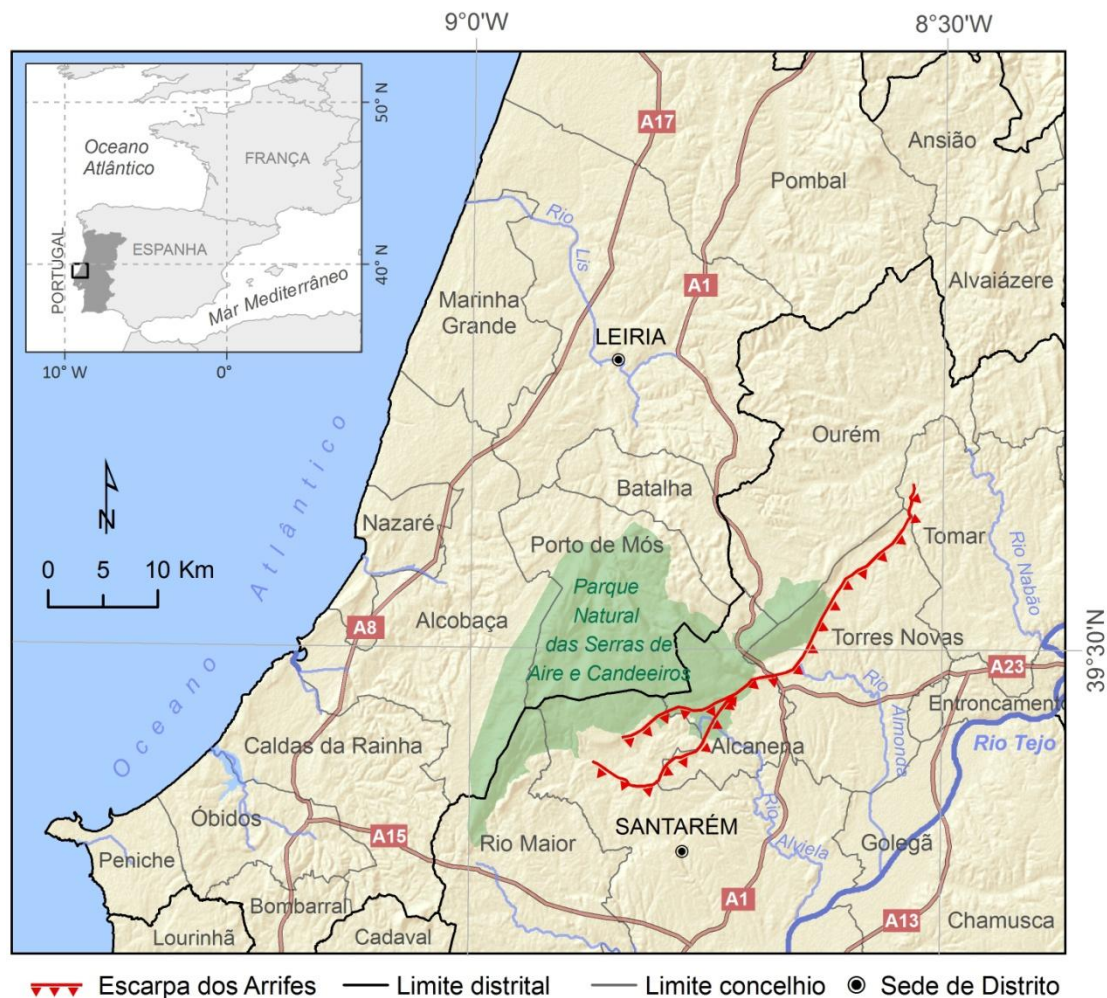


Figura 1 - Enquadramento Geográfico da Escarpa de Falha dos Arrifes.

No que respeita à conservação da natureza, a escarpa dos Arrifes encontra-se parcialmente abrangida pela Rede Nacional de Áreas Protegidas, nomeadamente pelo Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC), criado a 4 de Maio de 1979 pelo Decreto-Lei N°118/79. As áreas compreendidas pelo Parque incluem, no concelho de Torres Novas, apenas o reverso e pontualmente o topo da escarpa, desde o Arrife da Grotta (Pafarrão - freguesia de Chancelaria) até ao Arrife das Paredinhas (Casal João Dias - freguesia de Pedrógão), coincidente com o limite leste do Parque; e todo o sector a sudoeste de Moitas Venda (rua do Moinho) entre Vila Moreira, Monsanto e Alviela

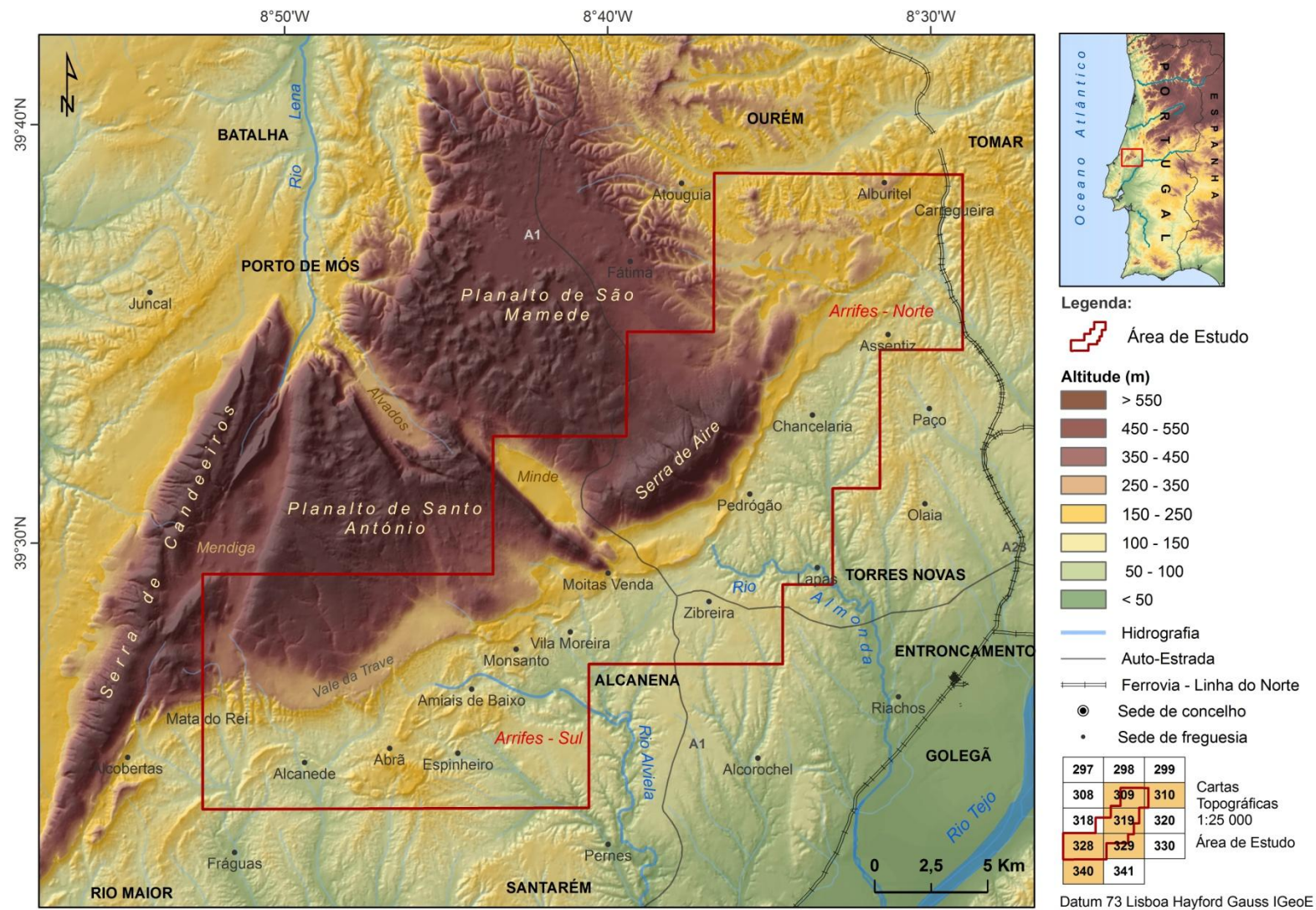


Figura 2 - Enquadramento Geomorfológico da escarpa dos Arrifes e da área de estudo, na extremidade sul do Maciço Calcário Estremenho.

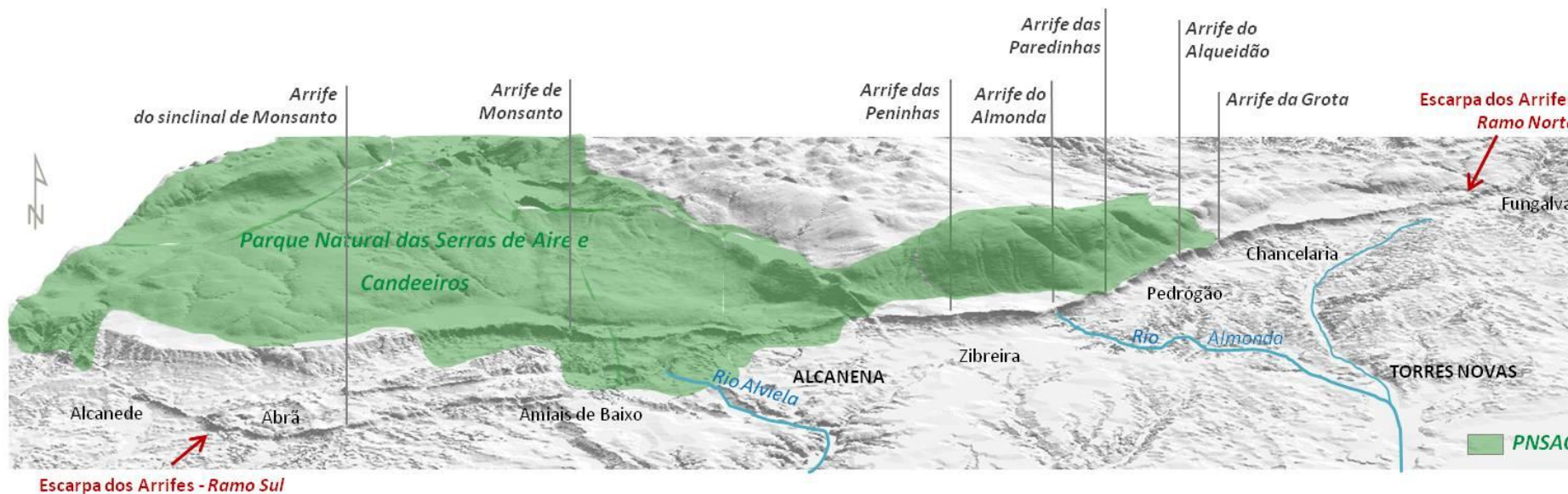


Figura 3 - Modelo 3D da Escarpa dos Arrifes e sua integração no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC).



Foto 1 - Vista Panorâmica da Escarpa dos Arrifes no sopé da Serra de Aire, a partir do lugar do Pedrógão, concelho de Torres Novas.

Fonte: Fotografia de Antero Guerra (www.panoramio.com)



Foto 2 - Panorâmica da Escarpa dos Arrifes a partir da auto-estrada A1, no sentido Sul-Norte, junto ao acesso da portagem de Torres Novas.

(no concelho de Alcanena), prolongando-se até à estrada que liga Amiais de Cima ao Cortiçal, a 1km a oeste de Casais do Arrife, no concelho de Santarém (freguesia de Abrã - **fig. 3**).

Do ponto de vista geográfico, importa ainda referir que ao longo de toda a sua extensão, este relevo assume diferentes designações de acordo com a toponímia local e, por vezes, até com significado geomorfológico, nomeadamente: Arrife da Grota, Arrife do Alqueidão, Arrife das Paredinhas, Arrife do Picoto, Arrife do Almonda, Arrife das Peninhas, Arrife dos Postes, Arrife de Monsanto, entre outros¹ (**fig. 3**).

Todavia, o(s) topónimo(s) que denominam esta escarpa não são vulgarmente conhecidos pelos habitantes locais. Sobre este propósito não podemos deixar de expressar uma observação interessante resultante do contacto com a população local quando questionada "*O que são e onde ficam os arrifes?*". As respostas são quase unânimes. A maioria não conhece, nunca ouviu falar e não faz a mínima ideia do que se trata. Os que sabem são sobretudo alguns habitantes de idade mais avançada e alguns indivíduos jovens que percorreram os Arrifes recentemente em passeios de BTT, em aventuras de *geocaching* ou em caminhadas no âmbito dos escuteiros. Os que conhecem, ou dizem conhecer, referem-se aos Arrifes como "*uma coisa tipo mistério ali para aqueles lados*", "*é a parede de rocha que se levanta daqui (Casais da Pena) à Zibreira*", "*é a base da Serra de Aire*", "*são aquelas vertentes rochosas, onde nasce a Ribeira (da Pena)*", "*ficam para ali para os lados da auto-estrada*", "*é ali, onde há as grutas junto à nascente do rio Almonda*"... associando sempre o termo aos “Arrifes da Serra de Aire” (concelho de Torres Novas) e menosprezando os restantes compartimentos a sul de Moitas Venda.

¹ Informação contida no registo cadastral e na cartografia topográfica, à escala 1: 25 000.

Ainda que os Arrifes sejam uma referência geográfica, uma marca indelével e cénica da paisagem local, podemos desde já constatar, das respostas apresentadas, que não há uma profunda identidade entre as gentes e os seus Arrifes, ou pelo menos pelo seu topónimo.

2. ENQUADRAMENTO MORFO-ESTRUTURAL

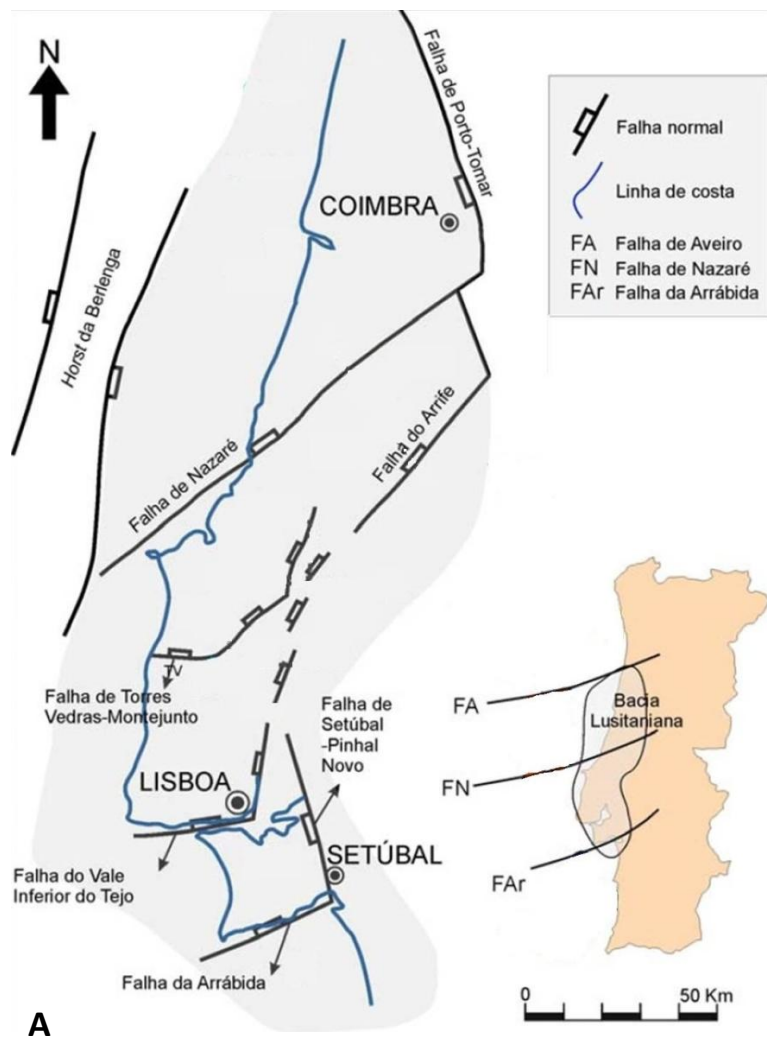
No quadro morfo-estrutural, a escarpa dos Arrifes situa-se no sector oriental da Bacia Lusitânica (ROCHA e SOARES, 1984; RIBEIRO *et al.*, 1996; KULLBERG, 2000), na extremidade meridional do Maciço Calcário Estremenho, constituindo os relevos de transição entre duas grandes unidades morfo-estruturais: a Orla Mesocenozóica Ocidental, a NW, e a Bacia Terciária do Tejo, a SE (MANUPPELLA *et. al.*, 2006 - **fig. 4**).

O contacto entre estas unidades é marcado pela existência de um acidente tectónico inverso, de direção NE-SW, que se estende desde Tomar, a NE, até à região de Alcanede (SW - Rio Maior) - a Falha dos Arrifes (**fig. 4A**) - que atualmente corresponde a uma estrutura cavalgante que deu origem a uma imponente escarpa e que põe em contacto as formações mesozóicas da Orla, que constituem o Maciço Calcário Estremenho, sobre os sedimentos cretácicos e terciários da Bacia do Tejo.

Ao nível da paisagem, os Arrifes representam um relevo abrupto, de vertentes escarpadas, que realçam o efeito de degrau topográfico regional, ao separarem as serras e planaltos do Maciço Calcário Estremenho, que se erguem acima 400m até aos 679m (Serra de Aire), das suaves colinas gresocalcárias (~100m) da Bacia Terciária do Tejo (**fig. 4, 5B e 6**).



Figura 4 – Corte esquemático da região setentrional do Maciço Calcário Estremenho de FERNANDES MARTINS (1949). Legenda: 1- Margas hetangianas; 2 - Calcários do Dogger; 3 - Calcários do Lusitaniano; 4 - Camadas calco-argilosas do Kimeridgiano; 5 - Formações da Bacia Terciária do Tejo. Abreviaturas: A - Anticlinal de Alqueidão; V.S - Vale da Serra. Escala horizontal: 1/100 000. Altura exagerada quatro vezes.



A



B

Figura 5 - Enquadramento morfo-estrutural da escarpa dos Arrifes: A) Enquadramento geográfico da Falha dos Arrifes no contexto da Bacia Lusitânica (Adaptado de KULLBERG *et al.*, 2006); B) Enquadramento geomorfológico da escarpa dos Arrifes (baseado in DAVEAU, in RIBEIRO 1968, e RIBEIRO, 1970, extraído de CRISPIM, 2008).

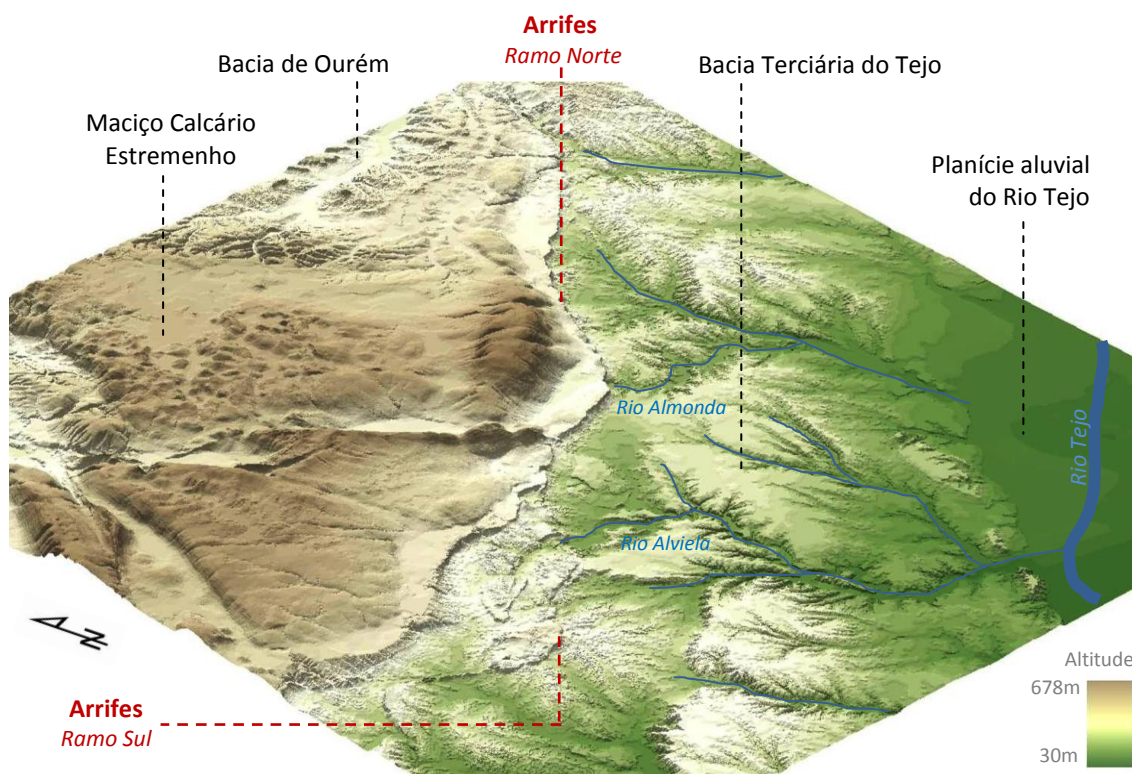


Figura 6 - Modelo 3d representativo do enquadramento geomorfológico da Escarpa dos Arrifões.

Integrado na Bacia Lusitânica, no sector sudeste da Orla Mesocenozóica Ocidental, a norte do acidente dos Arrifões, o Maciço Calcário Estremenho (MCE) corresponde ao conjunto de relevos mais importantes da região, representando um dos maiores (com cerca de 900km²) e dos mais importantes - se não o mais importante - maciço calcário português (MARTINS, 1949; CRISPIM, 1992; RODRIGUES, 1998), no qual se integra o Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC).

Este maciço, definido e caracterizado por FERNANDES MARTINS (1949) como uma grande unidade geomorfológica, individualiza-se das regiões circundantes pela sua singularidade geológica, morfológica e paisagística, apresentando uma forma grosseiramente triangular, alongada na direção NE-SW, enquadrada entre os concelhos de Batalha e Vila Nova de Ourém (a N e NE), Torres Novas e Alcanena (a E e SE), Rio Maior (a S) e Alcobaça (a W). *Grosso modo*, corresponde a um grande bloco de calcários do Jurássico, nomeadamente do *Dogger*, localizado entre duas importantes falhas regionais, de orientação geral ENE-WSW - a Falha de Lousã-Pombal-Nazaré e a Falha dos Arrifões/Aire-Montejunto (RIBEIRO *et al.*, 1979; RODRIGUES, 1988) - que se encontra estrutural e morfológicamente elevado acima da Bacia do Tejo, da Plataforma Litoral e da Bacia de Ourém (**fig. 6**).

Em termos morfológicos, o Maciço é composto por duas estruturas anticlinais elevadas, que ultrapassam a curva dos 600m, correspondentes à Serra de Candeeiros (615m), a ocidente, e à Serra de Aire (679m), a leste, dois planaltos, o de Santo António, no centro-sul, com altitudes entre os 350 e os 500m, e o de São Mamede (350-500m), no centro-norte; e por duas depressões tectónicas, nomeadamente a depressão de Minde e Alvados que separa os planaltos referidos e a depressão da Mendiga que separa o Planalto de Santo António da Serra de Candeeiros (**fig. 2**).

No pormenor, a originalidade geomorfológica deste Maciço prende-se pela quase total ausência de drenagem superficial, resultado da "permeabilidade em grande" das rochas calcárias que, conjuntamente com a sua solubilidade, permitiu o desenvolvimento de fenómenos de carsificação e, conseqüentemente, de uma morfologia cársica bem característica. Aqui é possível encontrar toda a gama de formas cársicas superficiais, entre extensos campos de lapiás, dolinas, uvalas, *polja*, *recullés*, vales secos, vales cegos e canhões fluviocársicos, assim como uma grande profusão de cavidades cársicas subterrâneas, entre as quais as maiores e as mais espetaculares grutas do país, associadas a importantes nascentes cársicas, que testemunham um sistema de drenagem subterrâneo complexo e bem desenvolvido (**fig. 7**).

Para além das formas cársicas, encontram-se também algumas formas estruturais relevantes, como as imponentes escarpas de falha, associadas aos acidentes tectónicos que compartimentam e limitam o Maciço (a W e SE), como a Escarpa da Costa de Minde, da Costa de Alvados e a escarpa dos Arrifes.

Tais características geomorfológicas, tanto do conjunto, como das suas formas interiores, fundamentalmente determinadas pela natureza carbonatada do substrato rochoso (calcários do Dogger), como pela tectónica, conferem ao MCE uma autenticidade natural, que esteve na base da criação do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC - Decreto-Lei n.º 118/79, de 4 de Maio), que abrange mais de dois terços da área deste maciço (384 km² - 48%).

Para sul e para leste dos Arrifes, contíguos ao acidente tectónico, prevalecem os relevos da Bacia Terciária do Tejo, que se estendem desde Tomar até Rio Maior, e se prolongam para sul até Vila Franca de Xira (Lisboa) e para leste até aos vales dos rios Tejo e Zêzere, muito para além da área de estudo (GALOPIM DE CARVALHO, 1968). Esta região, pertencente à Bacia Sedimentar Cenozóica do Baixo Tejo, corresponde a uma grande bacia sedimentar, preenchida por sedimentos siliciclásticos continentais, onde se define um relevo de baixa altitude e de topografia suave, composto por suaves colinas

gesso-calcárias (~100m) e pelas planícies aluviais do rio Tejo e dos seus afluentes (<100m) (BARBOSA, 1995).

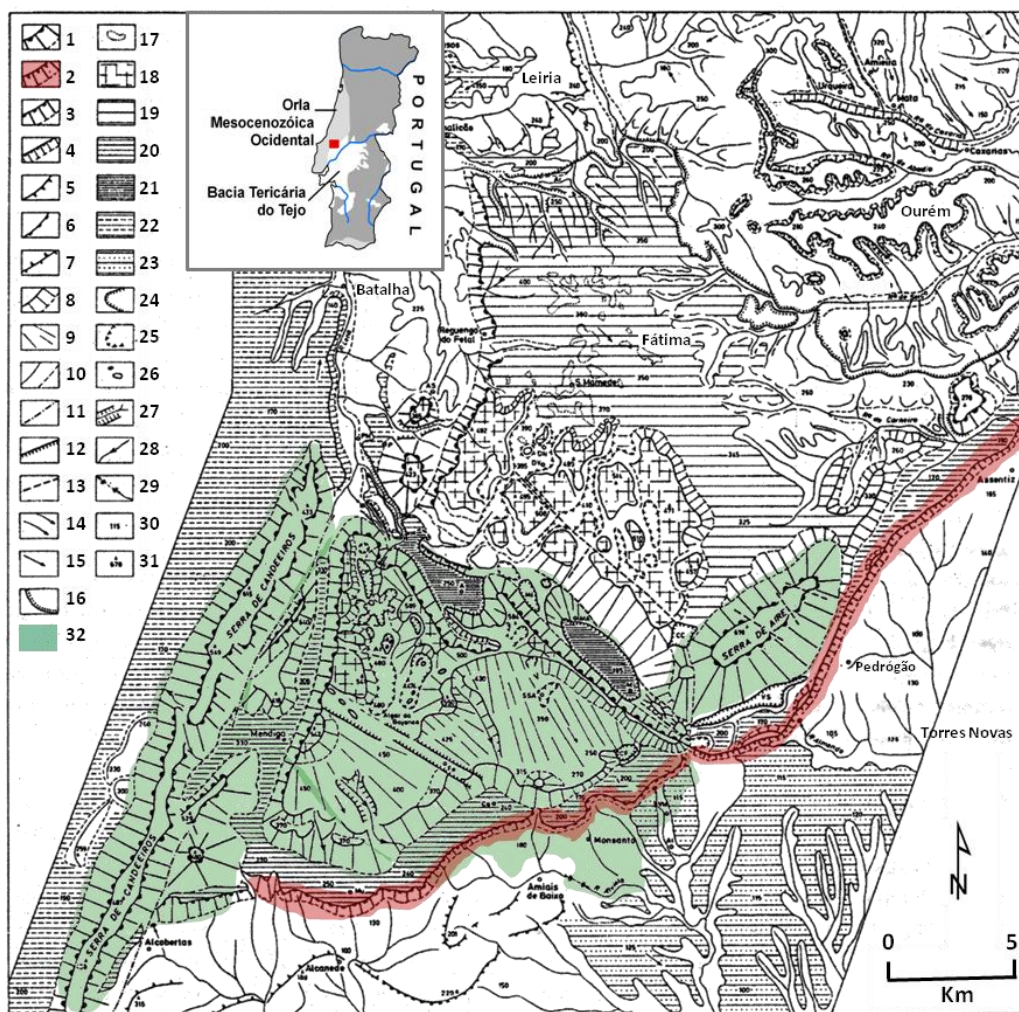


Figura 7 - Enquadramento Geomorfológico da escarpa dos Arrifes no contexto regional do Centro Oeste de Portugal, na bordadura SE do Maciço Calcário Estremenho, extraído de BRUM FERREIRA et al. (1988). **Legenda:** 1 - Escarpa de falha e flancos de anticlinal; 2 - *id.*, de cavalgamento (Escarpa dos Arrifes); 3 - rebordo de erosão diferencial, no extremo sul do Maciço; 4 - vertentes com cornijas talhada nos calcários turonianos da bacia cretácica de Ourém; 5 - anverso de relevo monoclinal; 6 - rebordo de erosão diferencial, na bacia terciária do Tejo; 7 - barra; 8 - vertente retilínea (a densidade dos traços sugere o valor do declive); 9 - superfície plana inclinada; 10 - alto e base de vertente; 11 - vale diapírico; 12 - falha, refletindo-se na topografia; 13 - fractura; 14 - flexura; 15 - inclinação de nível de aplanamento; 16 - limite da bacia cretácica de Ourém; 17 retalhos de arenito do planalto de S. Mamede; 18 - nível de Pias e níveis superiores do Planalto de Santo António; 19 - plataforma de Fátima; 20 - fundo da depressão de Mendiga, nível de Murteira-Carvalheiro e seus possíveis prolongamentos; 21 - fundo dos poljes de Minde e Alvados; 22 - plataforma litoral, provavelmente calabriana; 23 - nível subestrutural, bem conservado, da bacia terciária do Tejo; 24 - limite de depressão cársica, bem definido; 25 - *id.*, mal definido; 26 - pequenas depressões cársicas embutidas; 27 - curso de água e garganta; 28 - barranco; 29 - perda, curso subterrâneo, exurgência; 30 - altitude aproximada; 31 - ponto cotado; 32 - área do Parque Natural da Serra de Aire e Candeeiros (PNSAC). **Síglas:** A - Alvados; Al - Alcanena; Ar - Arrabal; AS - Alqueidão da Serra; Az - Azelha; C - Cardosos; Ca - Carvalheiro; CC - Covão do Coelho; CF - Covão do Feto; CP - Chão das Pias; DN - Demó Nova; DV - Demó Velha; F - Fórnea; Fo - Fontainhas; M - Minde; MA - Mira de Aire; Mi - Mindinho; Um - Murteira; P - Pragosa; PM - Porto de Mós; SSA - Serra de Santo António; VM - Vila Moreira.

Assente sobretudo na formação carbonatada miocénica dos Calcários de Santarém e Almoester, numa área densamente irrigada, em boa parte, pelas inúmeras linhas de água originárias das exsurgências do bordo meridional do MCE, esta superfície de aplanamento apresenta-se basculada para SE e bastante degradada pelo entalhe da rede hidrográfica (MANUPPELLA *et al.*, 2000).

Em suma, no quadro geomorfológico nacional, a escarpa dos Arrifes constitui um dos traços mais marcantes do relevo de Portugal Continental, ao demarcar, juntamente com os alinhamentos de relevos da Serra de Sintra até à Cordilheira Central, a fronteira natural entre os relevos montanhosos do Norte (desde o Minho à Beira Alta) e as terras baixas e planas do Sul (da Beira Baixa ao Algarve) (LAUTENSACH, 1987).

3. ÁREA DE ESTUDO

Feita a apresentação e o enquadramento geográfico e geomorfológico da escarpa dos Arrifes passaremos à caracterização da área abrangida por este estudo.

Sem a preocupação de uma grande rigidez, o seu limite definiu-se largamente pelas áreas marginais, por se ter verificado a continuidade de características e dinâmicas geomorfológicas, cuja importância se revelam essenciais para melhor se compreender os vários aspetos ligados à escarpa dos Arrifes.

Deste modo, a área de estudo (com cerca de 440 km²), representada na **fig. 2**, abrange parcialmente os concelhos de Ourém, Tomar, Torres Novas, Alcanena e Santarém², e encontra-se repartida por três domínios geomorfológicos distintos, constituindo unidades de paisagem com valor diferenciado: 1) o Maciço Calcário Estremenho, abarcando toda a Serra de Aire, a depressão tectónica de Minde e o bordo sul do Planalto de Santo António; 2) a escarpa dos Arrifes; e 3) a Bacia Terciária do Tejo, desde Tomar a Mata do Rei (Rio Maior).

Ao nível dos documentos cartográficos de base para este estudo, a área selecionada encontra-se inscrita nas folhas nº 309, 310, 318, 319, 328 e 329 da Carta Militar de Portugal, na escala 1:25 000, do Instituto Geográfico do Exército (Série M888, Ed. 2002 – IGeoE); e nas folhas da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000, 27-A de Vila Nova de Ourém (2000) e 27-C de Torres Novas (2006).

² Mais concretamente abrange parte das freguesias de Alburitel, Nossa Senhora das Misericórdias e Fátima do concelho de Ourém; Assentiz, Chancelaria, Pedrógão e Zibreira do concelho de Torres Novas; Minde, Serra de Santo António, Moitas Venda, Vila Moreira, Monsanto, Louriceira, Alcanena, Malhou e Espinheiro do concelho de Alcanena; e do concelho de Santarém, as freguesias de Abrã e Alcanede.

4. A ESCARPA DOS ARRIFES COMO OBJETO DE INVESTIGAÇÃO

Graças às suas particularidades geomorfológicas e paisagísticas, à diversidade litológica e à complexidade estrutural, a escarpa dos Arrifes é uma área que desde cedo despertou a curiosidade e o interesse científico de muitos investigadores.

Embora não haja nenhum estudo dedicado exclusivamente à escarpa em si, esta é abordada pontualmente em estudos de âmbito regional, associados às grandes unidades morfo-estruturais da Bacia Lusitânica, do Maciço Calcário Estremenho (MCE) e da Bacia Terciária do Tejo ou no âmbito da área protegida do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC).

Os primeiros estudos em que se encontram algumas considerações relativas à escarpa dos Arrifes datam o início do século passado. Uma das primeiras referências é feita por Paul CHOFFAT, em 1907, na primeira análise tectónica de conjunto do território Português, com a célebre *Notícia sobre a Carta Hypsométrica de Portugal* (escala 1:500 000). Neste importante trabalho, o autor apresenta alguns aspetos estruturais³, mas que não satisfazem do ponto de vista geomorfológico. Mais tarde, Ernest FLEURY (1916) e Joaquim JACOB (1938), nos seus estudos sobre o então designado "*Macisso de Porto de Mós*", fazem algumas referências morfológicas à escarpa, ainda, que muito superficiais. FLEURY refere-se à escarpa caracterizando-a com uma "*haute falaise de Dogger qui forme le bord mériional du polje de Vale-da-Serra et du plateau de Santo Antonio*", enquanto JACOB apenas faz alusão "*à falha transversal que limita o maciço a leste, cujo contraste com as áreas envolventes é bem evidente no seu aspeto geológico e hipsométrico*".

Foi Alfredo Fernando MARTINS, quem, em 1949, dedicou maior atenção às particularidades geomorfológicas dos Arrifes. Na sua dissertação de doutoramento dedicado ao Maciço Calcário Estremenho, este descreve as suas características geomorfológicas, tectónicas, hidrogeológicas e paisagísticas, enquanto unidade de paisagem, assim como salienta algumas das suas peculiaridades, apresentando, inclusive, desenhos e cartografia geomorfológica com algum pormenor. Este foi o

³ "Sabemos que a bacia terciária do Tejo é limitada ao norte de Thomar por uma linha de deslocações orientadas para S.E. Esta linha forma um ângulo recto com o limite noroeste da mesma bacia que acompanha a base do massiço de Porto de Moz, portanto na direcção de S. W., e que é também uma linha de deslocações. Em alguns pontos observa-se que o Jurássico cobre o Terciário, e vê-se também que, por efeito de algumas falhas, o retalho de Espinheiro destaca-se do resto do massiço" (CHOFFAT, 1907).

primeiro estudo geomorfológico de fundo sobre a região e constitui, ainda hoje, um trabalho de referência sobre a geomorfologia da área.

Depois dos trabalhos pioneiros de E. FLEURY e Alfredo FERNANDES MARTINS, um pequeno conjunto de trabalhos desenvolvidos, sobretudo, nos últimos sessenta anos tem vindo a contribuir para um conhecimento mais detalhado deste relevo, nos seus diversos aspetos. Entre eles destacamos os estudos Denise de BRUM FERREIRA (1973), que dedica alguma atenção à geomorfologia e morfotectónica dos Arrifes⁴, apresentando cartografia geomorfológica das suas formas estruturais, cársticas e fluviais, no seu estudo sobre *”Le Massif Calcaire d’Estremadura et ses bordures”*; o trabalho *Grottes et Algares du Portugal* de THOMAS (1985) onde este apresenta algumas informações sobre o carso subterrâneo e a hidrologia da área; o estudo mais pormenorizado da morfologia cárstica do MCE realizada por A. BRUM FERREIRA *et al.*, (1988) e por RODRIGUES (1988, 1998); e por fim, refiram-se ainda os estudos desenvolvidos por CRISPIM (1986, 1995, 2004, 2009) sobre as estruturas cársticas maiores do MCE e a circulação hidrológica subterrânea, nos quais está incorporada uma importante componente morfo-estrutural e espeleológica da área de estudo. A par com CRISPIM, cabe o mérito à Sociedade Torrejana de Espeleologia e Arqueologia (STEA), à Sociedade Portuguesa de Espeleologia (SPE), e ao Departamento de Investigação da Crivarque, Lda., nos trabalhos de prospeção, inventariação e levantamento topográfico das grutas existentes na região Arrifes e as poucas publicações e estudos geomorfológicos acerca da espeleologia da área (LEAL, 1977; STEA, 1986, 1987; RODRIGUES *et al.*, 2002; CRIVARQUE, 2006; SPE, 2013⁵).

Por sua vez, as abordagens geomorfológicas mais recentes deste território têm partido, essencialmente, de um enfoque geo-arqueológico, que conjuga o estudo da evolução geomorfológica e paleoambiental, sobretudo do Quaternário recente, com a investigação dos sítios arqueológicos (MOURA, 1996; ZILHÃO e CARVALHO, 1996; PINTO e ZAMBUJO, 2006; ZAMBUJO, 2010). Nestes estudos têm merecido especial atenção as informações sedimentológicas, paleoecológicas e geo-cronológicas,

⁴ “La bordure Sul do MCE – Il entre en contact avec le massif Calcaire par une vigoureuse tectonique. Les escarpements de faille sont tantôt retouchés par érosion et montrent des vallées suspendues, tantôt d’une grande jeunesse. Ils sont résultat de poussées verticales et de forces tangentielles comme le montrent les chevauchements des formations tendres tertiaires du bassin par les calcaires du Dogger [...]”.

⁵ Projetos da SPE - Estudos de geologia e geomorfologia da Gruta da Nascente do Almonda; Estudo espeleológico da área de recarga próxima da Nascente de Vila Moreira (<http://www.spe.pt/espeleologia/projectos/54-estudos-e-exploracoes>).

recolhidas em cavidades cársticas e abrigos rochosos existentes ao longo na escarpa dos Arrifes, que permitem delinear as principais fases de evolução espeleogenética e paleoambiental da região, em consonância com o quadro cronológico da ocupação humana (ZILHÃO e MCKINNEY, 1995; ZILHÃO e CARVALHO, 1996; PÓVOAS, 1998; VALENTE, 1998; MARKS *et al.*, 1999, 2001, 2002; CARVALHO *et al.*, 2004; ANGELUCCI e ZILHÃO, 2009; ZILHÃO *et al.*, 2010; BADAL *et al.*, 2012; MATIAS, 2012; HOFFMANN *et al.*, 2013).

Relativamente aos aspetos geológicos, essenciais à compreensão da génese e evolução do relevo, estes foram estudados pela primeira vez por CHOFFAT (1880), cujas referências em cortes geológicos (por ex. no Arrife do Almonda - Casais Martanes) se encontram em apontamentos inéditos arquivados nos Serviços Geológicos de Portugal (ZBYSZEWSKI *et al.*, 1971). Posteriormente há registos de levantamentos geológicos realizados por ROMÃO DE MATOS na região terciária entre Chancelaria e Pedrógão, onde colaboraram MANUEL DE MATOS, P. CARREIRA DE DEUS e J. DE OLIVEIRA (*Idem*). A partir dos anos 70, ZBYSZEWSKI, MANUPPELLA e colaboradores publicam estudos geológicos mais pormenorizados da área, decorrentes da elaboração da cartografia geológica à escala 1: 50000 de Vila Nova de Ourém (27-A) e Torres Novas (27-C). As primeiras edições foram publicadas em 1974 (ZBYSZEWSKI *et al.*, 1974) e 1971 (ZBYSZEWSKI e MANUPPELLA, 1971) e reeditadas em 2000 e 2006 (MANUPPELLA *et al.*, 2000; 2006), respetivamente. Na primeira edição, as notícias explicativas resumiam-se quase que exclusivamente a uma descrição de critérios cronoestratigráficos, enquanto na segunda edição há uma atualização dos conhecimentos baseados em critérios litoestratigráficos e, é apresentada uma caracterização geomorfológica da área, conjuntamente como a identificação e caracterização dos locais de interesse geológico.

Paralelamente, outros trabalhos foram fundamentais para o conhecimento da região, tais como os estudos geológicos e sedimentológicos desenvolvidos por AZERÊDO (1993, 2007) no Maciço Calcário Estremenho e por GALOPIM DE CARVALHO (1968) e BARBOSA (1995) na Bacia Terciária do Tejo, nos quais fazem várias descrições de cortes geológicos pormenorizados do bordo meridional do Maciço.

A tectónica desta região e, particularmente os mecanismos genéticos e cinemáticos da falha dos Arrifes têm sido estudados sobretudo no âmbito da evolução da Bacia Lusitânica, merecendo particular referência os trabalhos desenvolvidos por RIBEIRO *et al.*, (1979, 1990, 1996), CURTIS (1993), CABRAL (1995), KULLBERG (2000),

KULLBERG *et al.*, 2006, 2013), e mais recentemente por CARVALHO (2013), na sua tese de doutoramento sobre a *Tectónica e a fracturação do Maciço Calcário Estremenho*.

As questões relacionadas com o património natural e cultural que a escarpa encerra, têm proliferado sobretudo após a criação do Parque Natural das Serras de Aires e Candeeiros, em 1979. O valor científico e didático que as suas particularidades geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, paisagísticas e culturais acarretam, têm vindo a ser largamente reconhecidas, sendo citado nas mais diversas áreas científicas (ARAÚJO e ZILHÃO, 1991; CAFÉ, 2007; ALMEIDA e BELO, 2008; PEREIRA, 2009; CRISPIM, 2010). Ao nível do geopatrimónio destaca-se o já referido trabalho de MANUPPELLA *et al.*, (2000), o estudo de AZERÊDO e CRISPIM (1999) e a tese de mestrado de Raúl COELHO (2002), onde são identificados e caracterizados alguns dos principais locais de interesse geológico e geomorfológico existente na área de estudo. Mais recentemente destaca-se a elaboração do primeiro inventário sistemático dos geossítios de Portugal, com valor científico de relevância nacional e internacional, desenvolvido por BRILHA *et al.*, (2005, 2013). Neste inventário a escarpa de falha dos Arrifes, tais como outros locais associados a este relevo (nomeadamente, a Gruta da Nascente do Almonda e os Olhos de Água do Alviela), são identificados pela primeira vez como geossítios de relevância nacional (BRILHA e PEREIRA, 2011; www.geossitios.progeo.pt).

Por fim, os valores ecológicos e culturais deste território também têm suscitado particular interesse na comunidade científica, especialmente, no que toca às questões relacionadas com a flora autóctone (QUERCUS, 2012), a fauna cavernícola (REBOLEIRA, 2007) e avifauna (ROSA, 2008), e mormente com o património arqueológico e cultural ligado ao povoamento dos Arrifes (ZILHÃO *et al.*, 1991, 1993; OOSTERBEEK *et al.*, 1992, 2010; BICHO, 1995; CARVALHO, 1998, 1999, 2003, 2008a, 2008b, 2009; PEREIRA, 1999; FERREIRA, 1998; ALMEIDA, 2000/2002; CARVALHO *et al.*, 2003; ZILHÃO, 2008, 2010; MARTINS, 2012; WILLMAN *et al.*, 2012; GUERSCHMAN e NUNES, 2013; NUNES, 2013; Zilhão *et al.*, 2013).

Um século após os primeiros estudos, a escarpa dos Arrifes é assim uma realidade estudada, citada em mais de uma centena de trabalhos, entre livros, artigos científicos, nacionais e internacionais, e trabalhos académicos, quer ao nível de licenciatura, mestrado e doutoramento, mas que nunca foi objeto de um ponto de situação global. Desta forma, nas próximas páginas pretende-se sistematizar todo o conhecimento atual, com relevância científica e social, visando a sua valorização

geomorfológica e a fundamentação da proposta para a classificação da escarpa dos Arrifes a Património Geomorfológico.

II. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

A morfologia que a escarpa dos Arrifes hoje nos apresenta é resultado da conjugação de vários processos e fatores, endógenos e exógenos, que atuaram sincrónica ou diacronicamente, na construção e alteração da paisagem. Tratando-se de um relevo de falha, a tectónica será certamente o fator central, pois a ela se deve a sua existência. No entanto, caberá à litologia, à hidrologia, à meteorização e aos processos de erosão fluvial a sua diferenciação morfológica com as áreas circundantes, ditando a sua imponência, o modelado de pormenor, a circulação hídrica e o coberto vegetal, enquanto as atividades humanas condicionarão a sua evolução, moldando-a no detalhe.

Segundo estes pressupostos, e tendo em atenção o objetivo principal deste estudo, neste capítulo procuraremos entender as dinâmicas geomorfológicas e o conjunto de fatores, de natureza física e antrópica, que melhor permitem caracterizar e compreender a génese e evolução deste relevo. Em primeiro lugar, iremos centrar a nossa abordagem nos aspetos estruturais, salientando o papel da litologia e da tectónica no controlo da fisionomia do relevo; e, de seguida, apresentar-se-á uma análise geomorfológica da escarpa dos Arrifes e dos relevos envolventes, descrevendo e interpretando os principais aspetos que caracterizam a paisagem, realçando as suas particularidades morfológicas, hidrológicas, biogeográficas e humanas, determinantes do seu funcionamento.

No contexto geral, este capítulo será o mais importante da dissertação, na medida em que constitui a base de trabalho de todo o processo de inventariação, avaliação e caracterização dos valores patrimoniais naturais existentes nos Arrifes, sistematizados nos capítulos subsequentes.

1. GEOLOGIA

Como já foi referido anteriormente, do ponto de vista geológico, a escarpa dos Arrifes localiza-se no limite oriental do sector central da Bacia Lusitânica, no contacto entre a Orla Mesoceno-zóica Ocidental e a Bacia Terciária do Tejo. Como tal, na área de estudo afloram quase todas as unidades geológicas pertencentes às duas unidades

supracitadas, facto que, só por si, garante a ocorrência de uma grande variedade de rochas.

Contudo, e atendendo ao quadro estrutural, para melhor se compreender este acidente tectónico e a génese do material litológico é necessário, antes de mais, efetuar uma breve resenha paleogeográfica dos episódios tectónicos e sedimentares ocorridos na Bacia Lusitânica, onde se desenvolveu a Orla Mesocenozóica Ocidental⁶, e na qual o Maciço Calcário Estremenho se integra; assim como na unidade tecno-sedimentar da Bacia do Baixo Tejo, que se instalou sobre as formações mesozóicas do bordo oriental da Bacia Lusitânica durante o Cenozoico.

1.1. TRAÇOS GERAIS DA EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA REGIÃO

O Maciço Hespérico, que ocupa a parte central e ocidental da Península Ibérica, encontrava-se já formado e consolidado no final do Paleozóico. Todavia, a tectónica decorrente da orogenia varisca (ou hercínica) e tardi-varisca, responsável pela separação dos continentes e pelo início da abertura do Oceano Atlântico, afetou particularmente a orla ocidental deste maciço, conduzindo à fracturação do soco hercínico e consequente desenvolvimento, por um fenómeno de afundamento, de uma extensa fossa tectónica, designada por Bacia Lusitânica (RIBEIRO *et al.*, 1979; WILSON, 1988; CUNHA E PENA DOS REIS, 1992; AZERÊDO, 1993; KULLBERG *et al.*, 2006; 2013; TUCHOLKE e SIBUET, 2007).

A Bacia Lusitânica é uma bacia de *rifting*, distensiva e intracratónica, pertencente a uma margem continental do tipo atlântico de *rift* não vulcânica, que se desenvolveu segundo uma direção NNW-SSE, desde a região de Aveiro até Lisboa, condicionada por estruturas herdadas no soco hercínico. Ocupando mais de 20 000km² na parte central da Margem Ocidental Ibérica, esta bacia encontra-se delimitada a oeste pelo *horst* das Berlengas, a sul pela Falha da Arrábida, e a leste pelo sistema complexo de falhas escalonadas Falha Porto-Tomar, Falha dos Arrifes e Falha de Setúbal-Pinhal Novo (ROCHA e SOARES, 1984; MONTENAT *et al.*, 1988; PINHEIRO *et al.*, 1996; KULLBERG, 2000; CARVALHO, 2013, **fig. 4A**).

A sua dinâmica enquadra-se no contexto da distensão tectónica mesozoica e subsequente fragmentação da Pangeia, mais especificamente associada à abertura e

⁶ A Orla Mesocenozoica Ocidental é constituída, essencialmente, por sedimentos depositados na Bacia Lusitânica, posteriormente deformados por atividade tectónica (distensiva, primeiro, e compressiva, depois).

expansão do Atlântico Norte, que passou a funcionar como uma importante bacia de sedimentação, no qual se depositaram sedimentos siliciclásticos e carbonatados, com idades compreendidas entre o Triásico Superior e o Cretácico inferior, mais concretamente até ao topo do Aptiano inferior (KULLBERG *et al.*, 2013). A maior parte destes sedimentos mesozoicos, depositados em ambiente litoral, traduzem, no entanto, um forte condicionamento tectónico, marcado por um período distensivo que ocorreu do Triásico Superior ao final do Cretácico e por um período compressivo, que teve lugar a partir do final do Cretácico. Traduzem, também, todas as oscilações do nível do mar, expressas pela alternância do conteúdo sedimentar e pelas variações laterais de fácies e de espessura.

Durante o período em que a bacia esteve sujeita a um período tectónico distensivo (desde o Triásico Superior até ao Cretácico Inferior), vários autores (RIBEIRO *et al.*, 1979, 1996; WILSON *et al.*, 1989; ROCHA *et al.*, 1996; KULLBERG, 2000; KULLBERG *et al.*, 2006, 2013, entre outros) consideram que a sua evolução se processou por diversas fases de *rifting*, ou seja, de aceleração da distensão, acompanhada por períodos de acalmia tectónica, que se encontram, no entanto, bem traduzidos no regime sedimentar pela existência de grandes sequências limitadas por descontinuidades. Considerando o modelo evolutivo mais recente apresentado por KULLBERG *et al.*, 2013, que defendem uma evolução geodinâmica distensiva por quatro episódios de *rifting*⁷, nos parágrafos seguintes sintetizamos os principais traços paleográficos que melhor caracterizam as fases distensivas e compressivas a que a Bacia esteve sujeita.

A. FASES DISTENSIVAS MESOZÓICAS

Na sua fase inicial, no final do Triásico, a Bacia Lusitânica correspondia a um fosso intracratónico com uma topografia irregular de blocos limitados por falhas normais, em grabens e semigrabens, resultantes da reativação de antigos acidentes variscos (RIBEIRO *et al.*, 1979). Durante a transição do Triásico para o Jurássico inferior ocorre o primeiro episódio distensivo de *rifting* (de orientação NE-SW), que ficou marcado pela erosão dos relevos do Maciço Hespérico e subsequente deposição de espessos depósitos siliciclásticos continentais vermelhos, fluviais e margino-litorais

⁷ Segundo KULLBERG *et al.*, (2013), o primeiro episódio de *rifting* ocorreu do Triásico ao Sinemuriano (Jurássico Inferior), o segundo no Jurássico Inferior-Médio (Pliensbaquiano-Oxfordiano) ao Berriasiano (Cretácico Inferior), o terceiro no Final do Jurássico Superior (entre o Kimeridgiano-Berriasiano Inferior), e o quarto no Cretácico Inferior (entre Berriasiano Superior até ao Aptiano Superior).

("Grés de Silves"), articulados lateralmente e superiormente (já no Hetangiano) com evaporíticos e margas ("Margas de Dagorda). Segundo PENA DOS REIS *et al.*, (2010) estas formações, que testemunham uma intensa erosão do soco, correspondem a um *rift* intra-continental que evolui rapidamente para um mar epicontinental, conectado ao *Tethys*, na sequência de um incremento da subsidência no início do Jurássico Inferior.

Após a primeira fase de *rifting*, sucede um período de relativa acalmia tectónica, que ficou marcada por uma importante transgressão em toda a bacia, em resultado de uma subsidência térmica da margem, que se iniciou no Jurássico inferior, provavelmente durante o Sinemuriano, e que se manteve até ao final do Jurássico Médio (Caloviano) (MANUPPELLA *et al.*, 2000). Durante este período de imersão ocorre a deposição de uma espessa cobertura sedimentar caracterizada por uma série marinha carbonatada, mais desenvolvida a sul da Falha da Nazaré (STAPEL *et al.*, 1996), de que se distinguem litologias dolomíticas, margosas e calcárias com grande variação de fácies. De acordo com o modelo proposto por AZERÊDO (1993, 1998, 2007), estas formações ter-se-iam depositado em sistema de rampa carbonatada interna, inclinada de leste/sudeste para oeste/nordeste, favorecido por uma relativa estabilidade tectónica, uma taxa de subsidência baixa e aproximadamente homogénea, uma tendência dominante de subida do nível do mar, um clima subtropical e sobre uma topografia suave mais ou menos uniforme.

No Caloviano Superior, uma fase de soerguimento térmico e tectónico da plataforma carbonatada terá conduzido a uma pronunciada regressão eustática em toda a bacia, provocando a exposição dos afloramentos outrora imersos à intensa meteorização. Este episódio é evidenciado por uma lacuna sedimentar, observável à escala da bacia, que abrange todo o Caloviano superior ao Oxfordiano inferior e à qual estão associados episódios erosivos que chegam a alcançar o Batoniano (CARVALHO, 2013). Este hiato deposicional é testemunhado também pela existência de uma superfície carsificada com nódulos ferruginosos (paleo-carsos), pela passagem de calcários claros do Jurássico Médio para os calcários margosos e margas, amarelados do Jurássico Superior e por ligeiras discordâncias angulares entre os depósitos acima e abaixo da descontinuidade (CUNHA e SOARES, 1987; CUNHA, 1998; MANUPPELLA *et al.*, 2000; AZERÊDO *et al.* 2002).

Durante o Oxfordiano Médio, uma nova fase de acalmia tectónica altera o ambiente sedimentar levando à reativação da deposição de sedimentos clásticos que se sobrepõem e recobrem a superfície de erosão (AZERÊDO *et al.*, 2002). Esta fase é

marcada pela deposição continental e de transição margino-litoral de calcários lacustres, ao qual sucede no Oxfordiano Superior uma importante deposição de calcários marinhos (Formação de Montejunto), em resultado de uma subida relativa do nível do mar e consequente imersão de alguns setores da bacia.

KULLBERG *et al.*, (2013) consideram que o período de acalmia tectónica que decorreu entre o Jurássico Inferior e Médio corresponde, na realidade, a uma 2ª fase de *rifting* de fraca intensidade que se terá prolongado até ao Oxfordiano médio. Os autores justificam essa hipótese pelo facto de considerarem que a tendência regressiva que afetou a rampa carbonatada a partir do Bajociano terá tido o seu apogeu após o hiato do Caloviano - Oxfordiano, o qual está traduzido pelos depósitos lacustres do Oxfordiano médio (Formação de Cabaços) e pelos calcários da Formação de Montejunto representativos de um novo acentuar das influências marinhas (sequência pós-*rift*). Deste modo, durante o Jurássico Inferior e Médio, a sedimentação exclusivamente carbonatada na Bacia (que ainda se prolongará pelo Oxfordiano) indica que o Maciço Hercínico não estava a sofrer verdadeira erosão fluvial, mas sim um intenso processo de meteorização química (CUNHA e MARTINS, 2004).

No início do Jurássico Superior ocorre nova fase de *rifting*, que se estendeu desde o Oxfordiano Médio até ao início do Cretácico Inferior (Berriasiano inferior), associado à abertura do Atlântico norte no sector sul (sector do Tejo) da margem ocidental ibérica (CUNHA e MARTINS, 2004). Este episódio é marcado por rápida e profunda transformação da Bacia Lusitânica, provocada por forte aceleração da distensão, que não só reativou de forma significativa as falhas hercínicas, como provocou uma halocinese moderada (ascensão de massas salíferas - diapirismo) e induziu atividade ígnea a sul da Falha da Nazaré (PENA DOS REIS e CORROCHANO, 1998). O rejogo tectónico diferenciado e a mobilização pela halocinese dos termos sedimentares mais antigos da Bacia, recobertos por espessa série sedimentar, levou à formação de relevos importantes e à compartimentação tectónica do fosso, que reassume uma morfologia de um graben central com hemi-grabens periféricos, de que se diferenciam no sector Central três sub-bacias fortemente subsidentes: Arruda, Bombarral-Alcobaça e Turcifal (WILSON, 1979; KULLBERG *et al.*, 2006). É na sub-bacia do Bombarral-Alcobaça, que figura um sinclinal com eixo ENE-WSW ladeada por estruturas diapíricas, que se desenvolveu o atual Maciço Calcário Estremenho, delimitado a ocidente pela Falha de Candeeiros, que controlava a subsidência para

oeste, e pela Falha dos Arrifes, a ocidente, que se comportaria como falha lítrica (MANUPPELLA *et al.*, 2000).

A sedimentação desta fase é, assim, influenciada, quer por episódios de intensa atividade tectónica distensiva, quer pelas variações eustáticas do nível do mar. No início do Kimeridgiano, quando se atinge o clímax distensivo verifica-se nova sedimentação margosa e siliciosa, reativação das estruturas diapíricas, bem como importante fracturação sin-sedimentar.

No Cretácico inferior, entre o Berriasiano superior e o Aptiano Superior, ocorre o mais recente evento distensivo (4º episódio de *rifting*) que se traduz pelo soerguimento da bacia decorrente da separação os espaços continentais onde hoje se localizam a Ibéria e o Canadá, que se dá por três roturas consecutivas, e que deu início ao processo de expansão do fundo oceânico. Neste período, a maior parte da bacia esteve sujeita a uma emersão generalizada, marcada por sedimentação fluvial, deltaica e marinha de pequena profundidade, ou mesmo erosão. O testemunho sedimentar deste episódio apenas surge representado a Sul da região de Torres Vedras, correspondendo assim a uma importante discordância sedimentar da base do Cretácico no setor Central da Bacia, associada a uma importante regressão na Bacia. A partir do Aptiano, com início da formação da crosta oceânica ao longo da margem oeste ibérica, passa-se a um contexto de margem passiva. O empolamento e a distensão associados à instalação da crosta oceânica ocasionaram fases de levantamento regional, sempre acompanhadas de halocinese. Sob a superfície de erosão depositou-se então uma nova série sedimentar constituída, fundamentalmente, por depósitos siliciclásticos grosseiros de ambientes fluvio-deltaicos, por formações transgressivas do final do Cenomaniano médio e superior, e novamente por uma megassequência de natureza continental, fluvial tendo correspondência com a fase final de colmatação total da bacia sob lenta subsidência térmica pós-*rift* (PENA DOS REIS *et al.*, 2000).

B. FASES COMPRESSIVAS

A partir do final do Cretácico (Campaniano), a Bacia Lusitânica passou a estar sob a influência generalizada de um regime tectónico compressivo, de direcção NNW-SSE, que se mantém até à actualidade (CABRAL, 1995). Esta tectónica compressiva resultante dos deslocamentos relativos das placas Africana, Euroasiática e da microplaca Ibérica, fez-se sentir em Portugal por duas fases principais: as fases

compressivas Pirenaica (final do Cretácico - Paleogénico) e Bética (a partir do Eocénico ao Miocénico) (CARVALHO, 2013; KULLBERG *et al.*, 2013).

A fase compressiva pirenaica, resultante da colisão entre a microplaca Ibérica e a Placa Euroasiática, é responsável pelo início das fases tectónicas que estão na base da estruturação terciária da Península Ibérica (BARBOSA, 1995). Segundo CUNHA (1992) esta ocorre por duas fases tectonossedimentares. A primeira, atribuível ao Campaniano final até ao Eocénico Médio (Luteciano), é marcada pela intrusão de maciços subvulcânicos alcalinos de Sintra, Sines e Monchique, pela extrusão dos basaltos da região de Lisboa, pelo abatimento do bloco a NW da Falha da Nazaré e, ainda, por diapirismo. A outra etapa decorre entre Eocénico médio ao final do Oligocénico, correspondente ao auge da compressão, da qual resultou o soerguimento da Cordilheira dos Pirenéus, após subdução incipiente no Golfo da Biscaia, bem como de outras numerosas estruturas que afetaram sobretudo o Maciço Hespérico durante o Paleogénico.

Ora, com base nos registos estratigráficos admite-se que é nesta última etapa compressiva, em meados do Eocénico, que se terá iniciado a estruturação da depressão da Bacia Terciária do Tejo. Instalada no bordo oriental da Bacia Lusitânica, a sua abertura terá resultado da reativação por tração secundária de falhas tardi-variscas de orientação NE-SW pelos esforços compressivos pirenaicos (orientados segundo NNE-SSW), que provocaram um adelgaçamento da litosfera e, conseqüentemente, um abatimento tectónico que deu lugar a esta depressão terciária (GALOPIM DE CARVALHO *et al.*, 1985; CUNHA, 1992; BARBOSA, 1995).

CUNHA e MARTINS (2004) referem que o registo sedimentar deste período reflete um intenso processo de aplanamento do soco dos bordos da bacia e que os relevos montanhosos atuais ainda não tinham iniciado a sua definição. O início do preenchimento de bacia terciária terá ocorrido sobretudo a partir do Eocénico médio com os depósitos siliciclásticos areno-cascalhentos, arcósicos, resultante da movimentação das falhas com direção NNE-SSW e NE-SW, e ao qual sucede uma sedimentação essencialmente continental, que se procede por três grandes etapas de enchimentos balizadas por descontinuidades com carácter regional⁸ (*Idem*).

⁸ A primeira etapa inicia-se no Eocénico inferior, a segunda etapa compreende o período do Oligocénico (Chatiano) ao Miocénico médio (Serravaliano) e a terceira vai do Tortoniano ao início do Quaternário (BARBOSA, 1955).

Após a junção da Ibéria com a placa Euroasiática, no final do Oligocénico a convergência passou a desenrolar-se mais a sul, entre a Placa Africana e a Ibéria, cujo auge levou à formação da Cordilheira Bética no sul de Espanha, assim como de outras estruturas como resultado da transmissão das tensões compressivas de sul para norte na Placa Ibérica.

CUNHA (1992) considera que a fase de compressão Bética se traduziu na região da Bacia Lusitânica igualmente por duas fases tectonossedimentares. Uma decorreu do final do Oligocénico (Chatiano) à base do Miocénico superior (Tortoniano inferior) e a outra decorreu do Miocénico superior (Tortoniano) até ao final do Pliocénico. A esta última etapa o autor associa o clímax da compressão bética no norte e centro de Portugal, que conduziu à reativação dos acidentes subparalelos à Cordilheira Bética referida, à inversão tectónica das estruturas distensivas mesozóicas e ao funcionamento de falhas inversas NE-SW e desligamentos NNE-SSW (RIBEIRO *et al.*, 1979; CUNHA *et al.*, 2000; KULLBERG, 2000; CARVALHO, 2013) Portanto é aqui que está o essencial do funcionamento da falha dos Arrifes Por isso ela é tão nova e tão fresca (o que se deve também à imunidade cársica das vertentes calcárias).

De um modo geral, as estruturas béticas no território português estão traduzidas pela reativação cavalgante ou transpressiva dos acidentes tardi-variscos e mesozoicos, pela formação de dobramentos de grande amplitude, pela criação de bacias na frente dos cavalgamentos e pela reativação das estruturas salinas (CARVALHO, 2013). O sector central do Maciço Hercínico e da Bacia Lusitânica foram os mais atingidos pela forte inversão tectónica Miocénica, da qual resultou o soerguimento tectónico da cadeia da Arrábida, do Maciço Calcário Estremenho (expondo as formações mesozóicas mais antigas), da Cordilheira Central, do Maciço Marginal de Coimbra, do Maciço do Caramulo, o cavalgamento da Serra da Boa Viagem (a norte da Figueira da Foz), etc. (RIBEIRO *et al.*, 1979; CUNHA, 1992).

Estes sistemas montanhosos encontram-se na sua maioria delimitados por falhas NE-SW e NNE-SSW, onde por vezes ocorre o cavalgamento das formações miocénicas por blocos de soco hercínico ou de maciços Mesozoicos (CUNHA *et al.*, 2000).

No sopé destes novos relevos em soerguimento acumularam-se depósitos conglomeráticos, heterométricos de leque aluvial, com pouca maturidade petrológica e mineralógica, aos quais se seguiu, do início Miocénico ao Pliocénico, um progressivo enchimento da bacia sedimentar com deposição restrita e endorreica, com intensa rubefação associada a argilização do soco metassedimentar.

Por fim, a evolução quaternária na região caracterizou-se por uma passagem de agração pliocénica a erosão fluvial, associada a um encaixe da rede de hidrográfica em resposta a uma descida relativa do nível do mar por levantamento regional do continente, a que se sobrepuseram os efeitos de oscilações glacio-eustáticas (CABRAL, 1995; CUNHA e MARTINS, 2004). Com o encaixe da rede hidrográfica iniciou-se o processo progressivo de esvaziamento sedimentar, de dissecação das antigas superfícies terciárias, com formação de níveis escalonados e de terraços fluviais ao longo dos vales, processo que levou à configuração do relevo atual (DAVEAU, 1970).

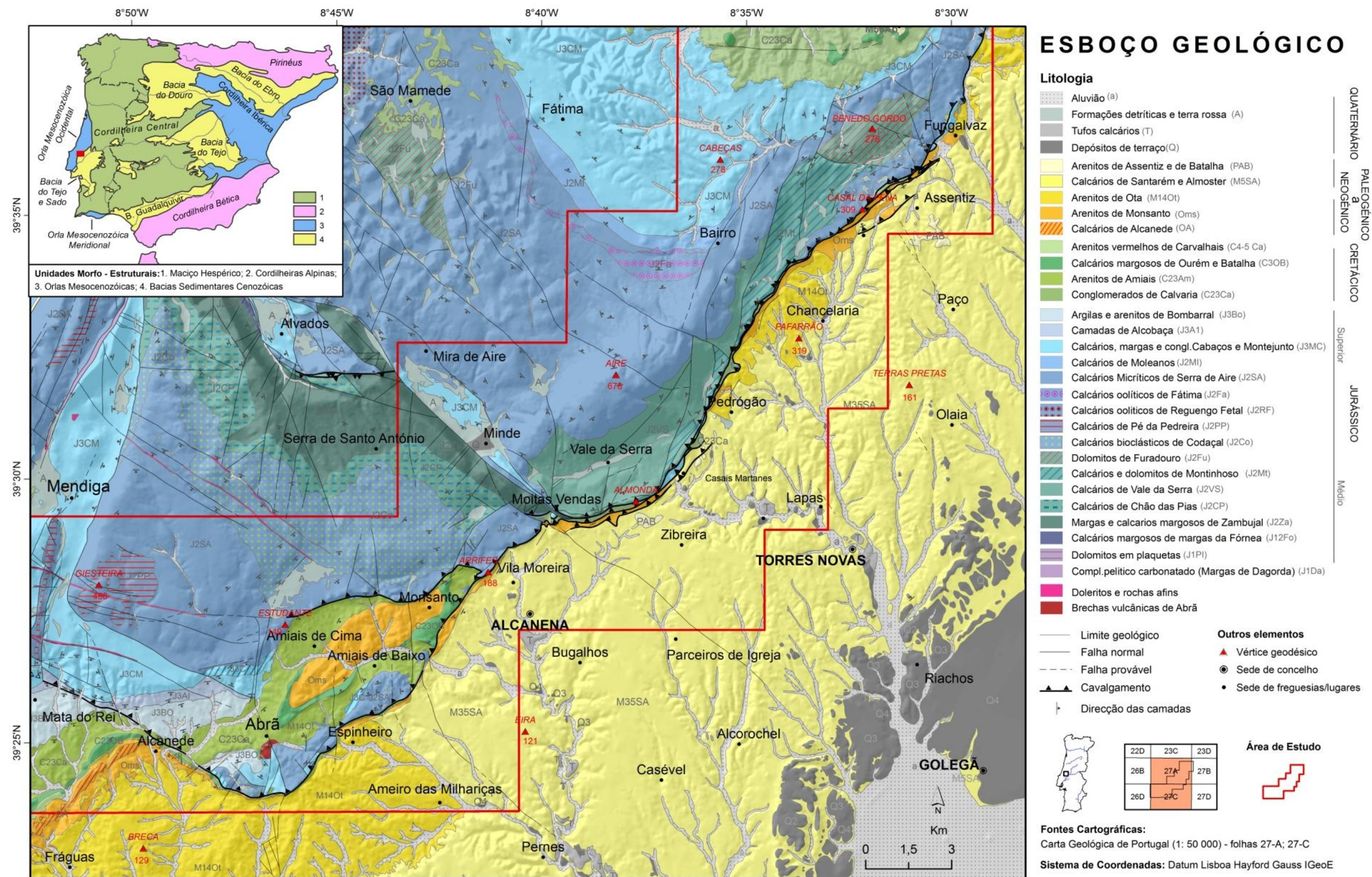
1.2. LITOSTRATIGRAFIA DOS ARRIFES

Após esta síntese da evolução paleogeográfica da região, apresenta-se de seguida uma descrição da distribuição das diferentes unidades geológicas aflorantes ao longo da faixa dos Arrifes, realçando as suas características, relações litoestratigráficas, assim como o seu significado paleogeográfico e morfológico na configuração atual da escarpa dos Arrifes e, eventualmente, de outros diferentes tipos de paisagem.

A descrição que se segue baseia-se na terminologia adotada por MANUPPELLA *et al.*, (2000; 2006) nas notícias explicativa da folha 27-A de Vila Nova de Ourém e 27-C de Torres Novas.

Conforme se pode constatar no esboço geológico que se apresenta na **figura 8**, ao longo da faixa dos Arrifes afloram, essencialmente, rochas sedimentares carbonatadas e detríticas, com idades compreendidas entre o Jurássico Médio (*Dogger*) e o Quaternário, bem como pequenos afloramentos, muito localizados, de rochas ígneas. As unidades mais antigas, constituídas por formações calcárias do Jurássico, emergem no topo e no reverso da escarpa, na área do Maciço Calcário Estremenho e nos setores sobre-elevados; enquanto as unidades mais recentes do Cretácico e pós-cretácico afloram, sobretudo, na base da vertente e a sul dos Arrifes, na área correspondente à Bacia do Tejo, e num pequeno sector a Norte, na Bacia de Ourém.

Constituindo a dorsal dos Arrifes, no reverso da escarpa encontram-se representadas grande parte das formações litoestratigráficas existentes no Maciço Calcário Estremenho, numa sequência sedimentar bastante contínua, onde se distinguem unidades calcárias, com ocorrência de margas e dolomitos, de quase todos os andares do Jurássico Médio (Aaleniano, Bajociano, Batoniano) e do Jurássico Superior (Oxfordiano, Kimeridgiano, Titoniano).



A unidade mais antiga corresponde à formação de Margas e Calcários Margosos do Zambujal, atribuída ao Aaleniano inferior/Bajociano inferior, que surge unicamente numa estreita faixa entre o topo da escarpa dos Arrifes e Moitas Venda, e se prolonga pela escarpa da Costa de Minde para o Planalto de Santo António até à Costa de Alvados, já fora dos limites da área de estudo. Com uma espessura que atinge os 220 a 250m, esta formação é composta por margas e calcários margosos "com algum acarreo terrígeno de tipo quartzoso e argiloso" (MANUPPELLA *et al.*, 2000), o que lhe confere um carácter fundamentalmente impermeável, logo com níveis fracamente carsificáveis.

Sucedendo em continuidade sedimentar, o Bajociano aparece representado por calcários amarelo-acinzentados da Unidade de Chão de Pias (AZERÊDO, 2007) com uma marcada variação lateral de fáceis, de que se distinguem quatro formações: Calcários de Chão de Pias, Calcários do Vale da Serra, Calcários e Dolomitos de Montinhoso e Dolomitos de Furadouro (MANUPPELLA, 1971, MANUPPELLA *et al.*, 2000).

Os Calcários de Chão de Pias, com cerca de 70-80m de espessura, são constituídos por calcários levemente margosos ou argilosos, que se tornam mais compactos e mais claros para o topo. Afloram apenas na região do Planalto de Santo António, numa pequena mancha, paralela à unidade anteriormente descrita, entre a Serra de Santo António/Serro Ventoso e o Covão do Feto, onde ocorre uma das mais perfeitas dolinas existentes no Maciço.

As restantes formações estratigraficamente equivalentes, caracterizadas pela alternância de calcários micríticos e de calcários calciclásticos mais ou menos dolomitizados e por uma série mais predominantemente dolomítica, afloram, separadas por falha, no bordo sul e sudeste da Serra de Aire, na depressão do Vale da Serra e em grande parte do topo e reverso dos Arrifes, com cerca de 90-100m de espessura.

Esta unidade, e particularmente as formações mais dolomíticas, caracterizadas em geral, por uma intensa porosidade (moldada e cavernosa) e carsificação (aspeto ruiforme, MANUPPELLA *et al.*, 2006), origina megalapiás com formas típicas (NICOD, 1954) frequentes no reverso dos Arrifes em Vale da Serra (MARTINS, 1949; CRISPIM, 1985), Chão da Serra, Lagoa do Furadouro e Covão do Feto; e o desenvolvimento de muitas cavidades subterrâneas, das quais se destaca o sistema cársico das Grutas do Almonda, com cerca de 14km de extensão.

As rochas carbonatadas estendem-se também ao Batoniano, distinguindo-se na área de estudo variados tipos de litofáceis, de que se distinguem as formações de

Calcários bioclásticos do Codaçal, Calcários de Pé da Pedreira, Calcários oolíticos de Reguengo de Fetal e de Fátima e os Calcários micríticos da Serra de Aire.

A formação de Calcários Micríticos da Serra de Aire é, de todas, a que apresenta maior extensão cartografada na área de estudo. Com uma espessura na ordem dos 350-400m (MANUPPELLA *et al.*, 2000), aflora no topo e nas vertentes da Serra de Aire, em grande parte dos Planaltos de São Mamede e de Santo António e ao longo do acidente dos Arrifes, desde a sua extremidade norte (Carregueira) à Chancelaria (Vale Capitão), de Moitas Vendas até Vale da Trave e, mais a sul, no acidente secundário, em pequenos retalhos que formam uma faixa entre Amiais de Baixo e Abrã/Prado. De um modo geral, estes calcários micríticos e coesos apresentam-se bem estratificados, com camadas de inclinação regular de cerca de 15°N (AZERÊDO *et al.*, 1995, CARVALHO, 2013), e constituem a unidade carsificável, por excelência (CRISPIM, 1995), sendo nela que se desenvolvem os mais importantes fenómenos e formas cársicas superficiais e subterrâneas, entre lapiás, dolinas, grandes depressões fechadas, algares e exurgências.

No seu conjunto, o afloramento desde complexo de calcários compactos, puros e fortemente carsificados do Jurássico Médio evidencia-se na paisagem pela dureza e consistência das suas bancadas de cor acinzentada, que formam a cornija rochosa, quase contínua, que coroa o topo da escarpa dos Arrifes (**foto 3**). Ao longo deste acidente estas rochas encontram-se tectonicamente elevadas relativamente às formações geológicas envolventes, cavalgando, por falha inversa, as unidades do Cretácico e do Paleogénico, tanto no acidente norte, como no acidente sul (**fig. 8 e 9**).



Foto 3 - Escarpa dos Arrifes junto à localidade de Videla (Alcanena).

O contacto tectónico por cavalgamento é visível em vários locais, entre os quais se destacam pela fácil leitura e acessibilidade o corte no Arrife de Fungalvaz, junto à estrada da Serra; no Arrife da Charneca da Rexaldia e do Vale Capitão na freguesia de Chancelaria (**foto 4A e B**); no Arrife das Paredinhas, no Pedrógão (**foto 5**); no talude da auto-estrada A1 (km20,1); no talude da estrada N243 que dá acesso a Moitas Vendas (**foto 6**); na estrada N361 que liga Amiais de Cima ao lugar de Carvalheiro (km63); ou

R. Joaquim Camões, junto ao cruzamento para a localidade do Prado, a NE desta localidade.

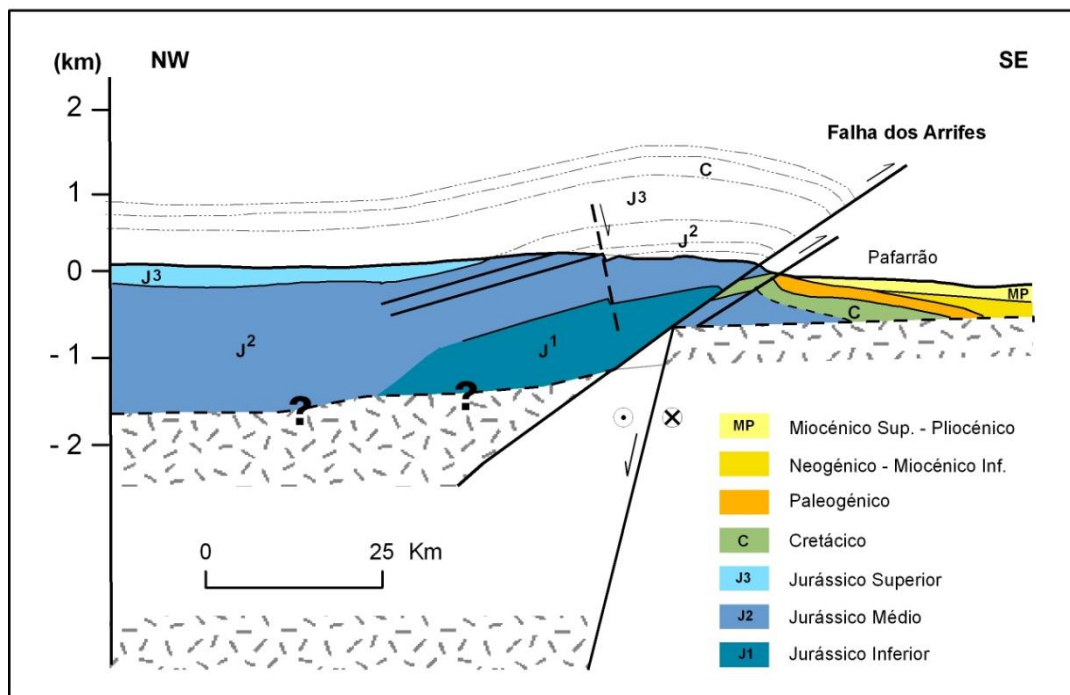


Figura 9 - Corte geológico da Falha dos Arrifes na freguesia de Chancelaria, Torres Novas - Ramo Norte (adaptado de RIBEIRO *et al.*, 1996).

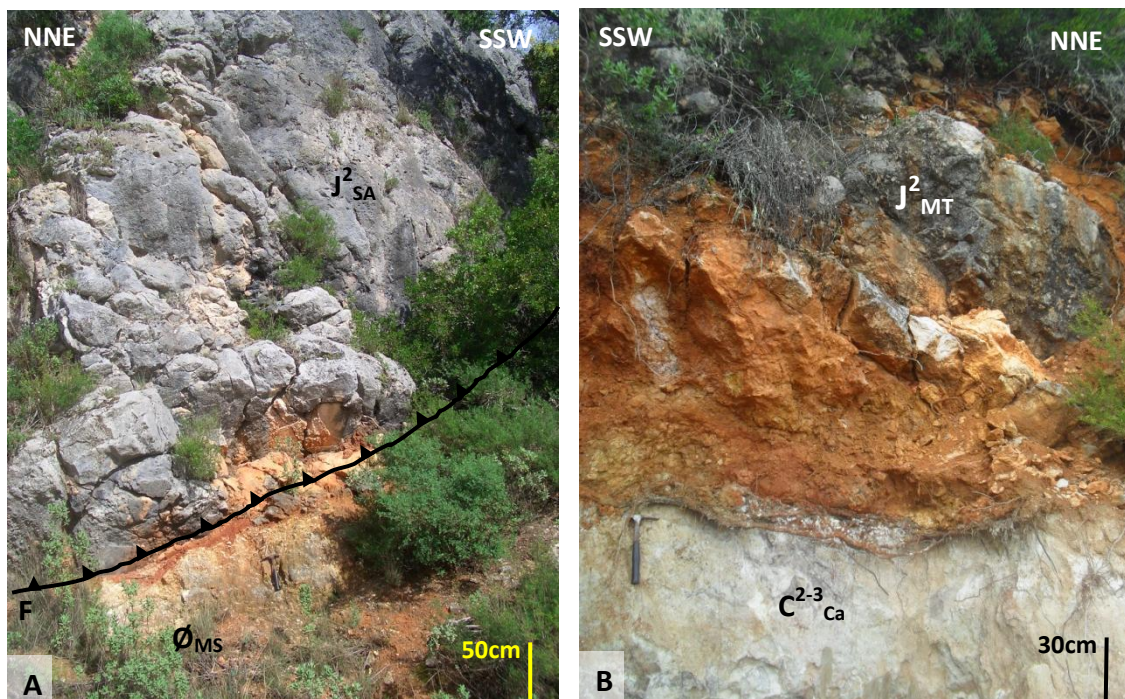


Foto 4 - Pormenor do contacto por cavalgamento na escarpa dos Arrifes: A - das formações jurássicas (J^2_{SA}) sobre as formações terciárias (Arenitos de Monsanto - ØMs), no Arrife da Charneca da Rexaldia; B - das formações Jurássicas sobre as formações cretácicas (Arenitos da Calvaria C2-3 Ca) no Arrife do Grota, no Vale Capitão, próximo do lugar de Pafarrão (Chancelaria).

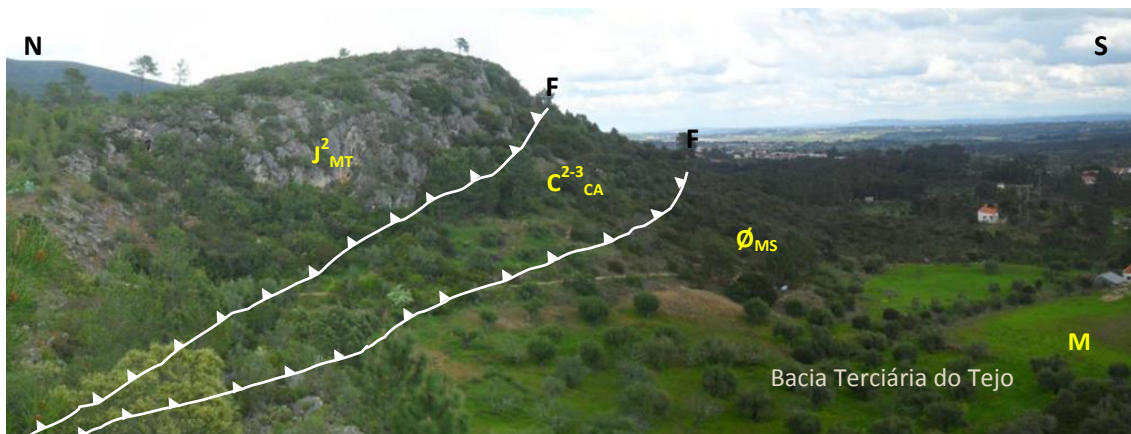


Foto 5 - Vista geral do Arrife das Paredinhas (Torres Novas), onde é visível o cavalgamento das unidades geológicas do Jurássico (J^2_{MT}) sobre as do Cretácico (C^{2-3}_{Ca}), e estas sobre as formações terciárias da Bacia do Tejo ($\emptyset_{MS}$ e M).

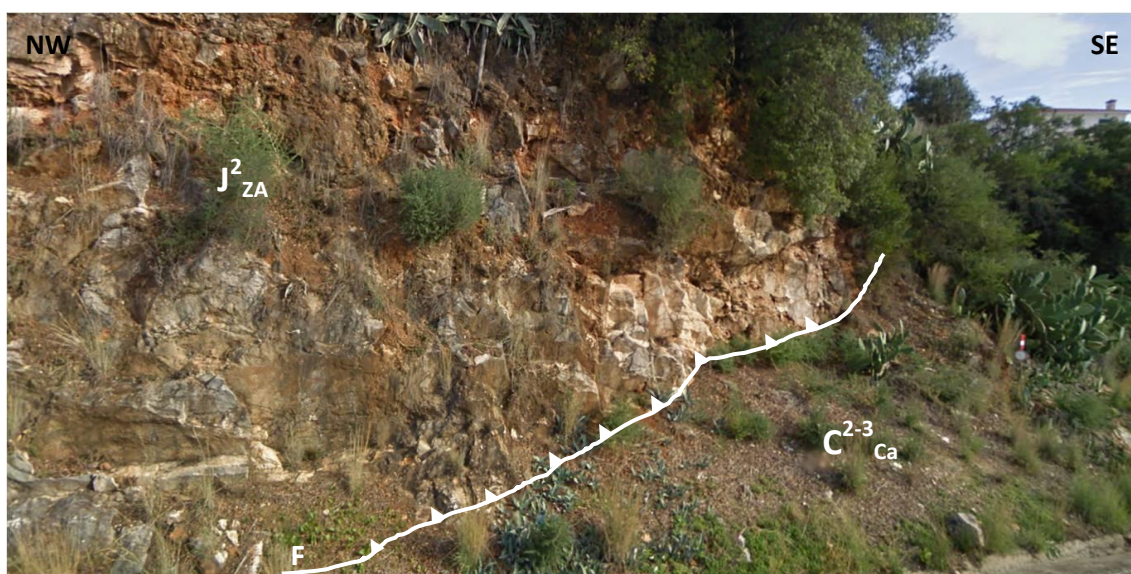


Foto 6 - Cavalgamento dos calcários do Bajociano sobre os materiais do Cretácico, visível na estrada N243 em Moitas Vendas (ao km 29,5).

Dada a complexidade tectónica desta área, caracterizada pela presença de numerosas linhas de fratura, as rochas calcárias que constituem o acidente cavalgante encontram-se bastante tectonizadas e fraturadas, apresentando pendores muito fortes e variáveis, por vezes subverticais na ordem dos 80° (visíveis por exemplo no Arrife do Almonda e Arrife de Monsanto), e até verticais ou ligeiramente invertidos. Não obstante, a dureza relativa destas rochas, a par com a elevada densidade de fraturas e diaclases, que os torna "permeáveis em grande" (FERNANDES MARTINS, 1949), confere a estes calcários maior resistência à erosão mecânica, contribuindo assim para altura e imponência da escarpa sobre as áreas circundantes, constituídas por materiais mais brandos (BRUM FERREIRA, 1988).

A passagem do Jurássico Médio para o Jurássico Superior é marcada por um período de regressão eutática em toda a bacia, que conduziu à sua emersão e consequente interrupção da sedimentação marinha e erosão das formações superiores precedentes. Esta fase de erosão é igualmente evidenciada na região dos Arrifes por uma importante lacuna sedimentar das formações do Caloviano superior e do Oxfordiano inferior, cuja descontinuidade é visível por exemplo no Arrife do Vale da Serra, com a passagem de calcários micríticos a calcários pisolíticos seguidos de calcários cinzento-acastanhados, com contacto acompanhado por falha próxima (CRISPIM, 1995).

Representando o primeiro evento sedimentar do Jurássico Superior que sucede ao hiato deposicional supracitado surge a Formação da Camada de Cabaços, do Oxfordiano médio, que assenta através de uma descontinuidade sedimentar e tectónica (2ª fase de *rifting*) sobre o Batoniano. É constituída por calcários conglomeráticos cinzentos, calcários micríticos e calcários margosos amarelados, formados em ambientes lacustres e lagunares, ao qual se sobrepõe, sem discordância aparente, calcários micríticos marinhos com intercalações de calcários argilosos e de calcários micríticos intraclásticos com frequente componente argilosa da formação transgressiva da Camada de Montejunto, do Oxfordiano superior.

No que respeita aos seus afloramentos, a separação litológica destas unidades é contudo difícil (CHOFFAT in MANUPELLA *et al.*, 2000) pelo que a sua diferenciação faz-se apenas pela mudança de fácies límnic (na primeira) para fácies progressivamente mais marinha (na segunda). Nos Arrifes estas unidades surgem representadas por pequenas manchas no topo da escarpa em Fungalvaz, entre o Arrife das Paredinhas e o Arrife do Picoto, no Arrife do Almonda, em Moitas Vendas, no Arrife de Monsanto e mais a sul entre Abrã, Prado e Casais da Espinheira, que se encontram, na sua maioria, encaixadas por falhas, cavalgadas pelos calcários do *Dogger* e cavalgando, por sua vez, formações cretácicas e terciárias, formando cornija na vertente.

Para além dos afloramentos nos Arrifes, estas unidades encontram-se representadas na área de estudo por várias e extensas manchas na depressão de Ourém, entre Loureiro e Alburitel; no fundo da depressão do polje de Minde até Casais Robustos; na extremidade sul e oeste do Planalto de Santo António, a sul do Vale da Trave até Mata de Rei; e em pequenas manchas no sinclinal de Monsanto.

Face ao seu conteúdo argiloso, estas formações são pobres em fenómenos cársicos superficiais (os quais se resumem a lapíás e sumidouros no polje de Minde) e

constituem uma barreira parcial às circulações subterrâneas devido à grande diferença de permeabilidade relativamente às formações do Jurássico Médio com que contactam (CRISPIM, 1992). Daí, estarem associadas a várias nascentes cárnicas, como a nascente perene do rio Almonda e mais de uma dezena de nascentes temporárias situadas na extremidade sul do Planalto de Santo António (como Olho da Mata, os Olhos do Covão da Coutada de Cima, Olho da Mata do Rei, entre outras).

Durante o Kimeridgiano e o Titoniano registam-se grandes variações dos tipos de rochas formadas, em resultado dos sedimentos provenientes da reativação tectónica do soco que marcou a intensa fase de *rifting* do final do Jurássico. Esta situação, associada a uma generalizada subida do nível do mar, leva à substituição das rochas carbonatadas por rochas detríticas, e à deposição na área de estudo da Formação de Alcobaça (do Kimeridgiano) e das Argilas e arenitos do Bombarral (do Titoniano), mas sem expressão superficial nos Arrifes. As Camadas de Alcobaça afloram numa faixa alongada com direção E-W a sul do Planalto de Santo António, entre Alqueidão do Mato e Mata do Rei, sendo constituídas fundamentalmente por margas, calcários margosos e arenitos; enquanto a Formação de Argilas e arenitos do Bombarral sucede à anterior com uma mancha paralela, composta por sequências siliciclásticas de arenitos e argilas de várias cores (cinzento, azul, arroxeadas, avermelhadas, etc.), sugerindo uma sedimentação continental, talvez flúvio-lacustre. Trata-se de formações impermeáveis e, portanto, não carsificáveis.

A transição do Jurássico Superior para o Cretácico, está marcada na área de estudo por uma importante lacuna sedimentar dos materiais do Berriasiano - Aptiano inferior. As rochas cretácicas apenas surgem representadas pelos Conglomerados e Arenitos de Calvaria e Amiais (do Aptiano-Albiano a Cenomaniano), que assentam em descontinuidade angular sobre os calcários jurássicos; e pelos Calcários margosos de Ourém e Batalha (do Cenomaniano) que sucedem em continuidade sedimentar à unidade anterior, sendo o limite entre ambas dado pela passagem do domínio silicioso para o carbonatado (MANUPPELLA *et al.*, 2000).

Os Conglomerados e Arenitos de Calvaria e Amiais são constituídos essencialmente por arenitos grosseiros com tendência conglomerática na base, tornando-se mais finos para o topo, por vezes arcóscicos e com intercalações lenticulares de argilas multicolor (amarelas, cinzentas ou arroxeadas), e representam a fase pós-*rifting* do Jurássico superior, tendo sido depositados em ambientes flúvio-deltaicos. Já os Calcários margosos de Ourém e Batalha, caracterizados pela alternância de calcários

margosos com arenitos finos com tendência para o domínio carbonatado para o topo, testemunham a fase transgressiva, que ocorreu durante o Cenomaniano, quando um mar pouco profundo cobriu novamente a região.

Este sistema essencialmente detrítico na base, mas margoso e calcário no topo aflora numa extensa mancha na depressão sinclinal da Bacia de Ourém, nos flancos do sinclinal de Monsanto que passa lateralmente ao monoclinal da Bacia de Alcanede (REY, 1972), e numa série de afloramentos estreitos, ao longo da escarpa dos Arrifes. Nesta última região, os afloramentos destas unidades nunca aparecem completos, encontrando-se em faixas truncadas ao longo de acidentes NE-SW, profundamente condicionados pela tectónica de cavalgamento do Maciço sobre a Bacia, e cavalgados pelos calcários do Jurássico e/ou cavalgando os materiais terciários (MANUPPELLA *et al.*, 2000). A oeste de Alqueidão chega mesmo a ocorrer uma inversão da sequência e os materiais do Cretácico sobrepõem os calcários do Batoniano, sugerindo uma tectónica bastante complexa (CURTIS, 1993; CARVALHO, 2013, **fig. 10**).

Ao longo da escarpa, estes arenitos cretácicos assumem diversas cores entre o esbranquiçado, amarelada e rosada, e os seus afloramentos apresentam-se geralmente bastante ravinados, como ocorre por exemplo no Arrife do Alqueidão, no Arrife de Monsanto (junto na Quinta do Arrife - Amiais de Cima), no Arrife da Aldeia de Casais de Além ou junto à localidade de Canal (**foto 7A e B**).

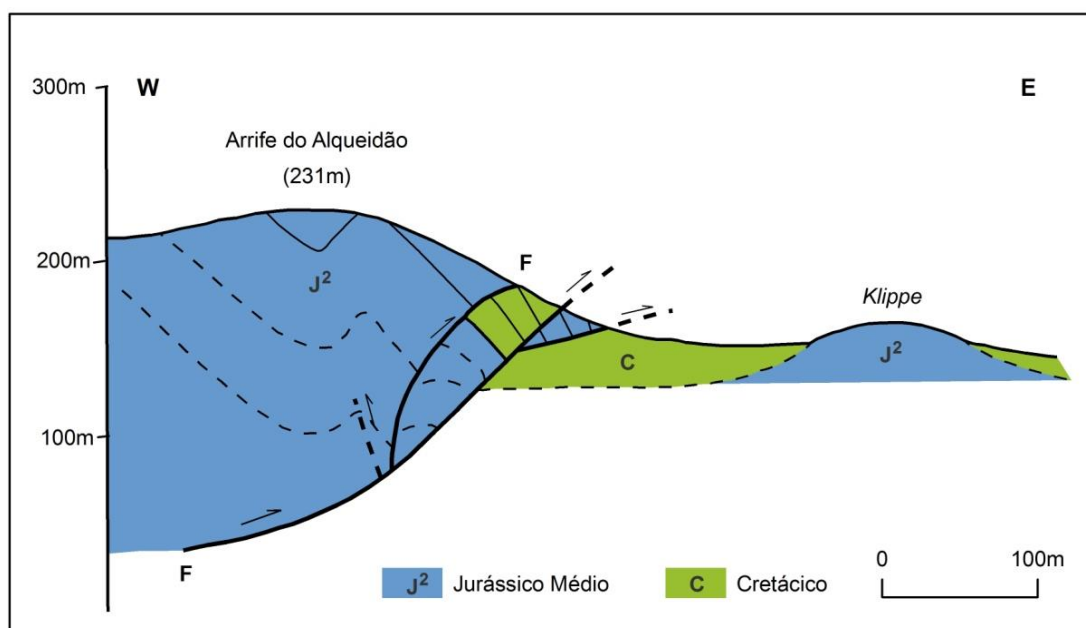


Figura 10 - Interpretação da inversão de sequência estratigráfica no Arrife do Alqueidão, com o duplo cavalgamento e sobreposição dos Cretácicos (C) sobre o Jurássico (J^2_{SA}), adaptado de CURTIS (1993).

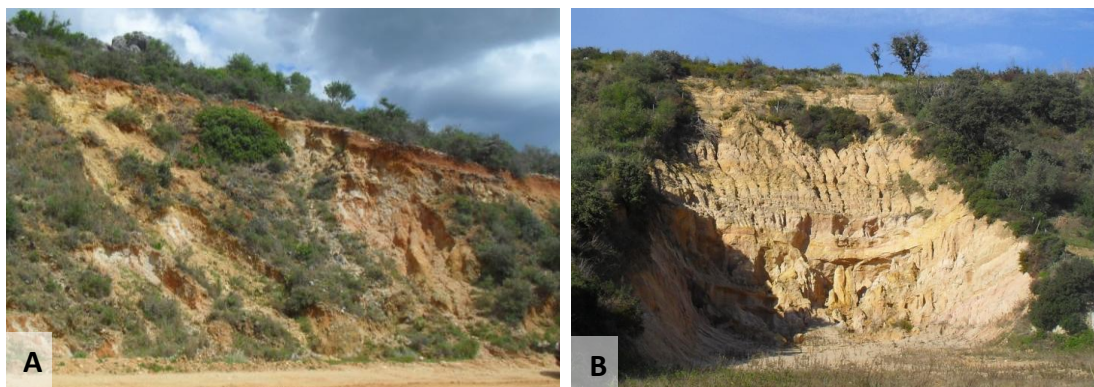


Foto 7 - Arenitos cretácicos na base da escarpa dos Arrifes: A - no Arrife no Alqueidão; B - no Arrife Junto à Aldeia de Casais de Além.

Como podemos observar do cartograma da **figura 8**, o Cretácico Inferior, o Cretácico Superior e início do Paleogénico não estão contudo representados na região. Estas grandes discordâncias estão associadas à grande fase de *rifting* que levou à separação entre a Península Ibérica e a América do Norte no Cretácico Inferior, e à inversão finicretácica e paleogénica que terá sido responsável pelo soerguimento e erosão da região.

Após esta discordância sedimentar, entra-se no domínio da Bacia Terciária do Tejo, caracterizada por uma sedimentação de natureza continental siliciclástica, com diferenciações carbonatadas e lacustres, onde predominam arenitos argilosos com passagens conglomeráticas do Paleogénico, Miocénico e Pliocénico, bem como calcários conglomeráticos ou concrecionados do Miocénico.

A Formação de Arenitos de Monsanto e dos Calcários de Alcanede (do Oligocénico) marcam a base do enchimento da bacia terciária, já que assentam sobre os depósitos cretácicos ante-pirenaicos (GALOPIM DE CARVALHO, 1985; BARBOSA, 1995). São arenitos grosseiros, por vezes conglomeráticos, de cor esbranquiçada a rosada, com clastos em geral de quartzo, angulosos e mal calibrados" (MANUPPELLA *et al.*, 2006), e surgem praticamente ao longo de todo o acidente dos Arrifes, em afloramentos descontínuos, sobretudo a meia vertente e na base da escarpa (na Charruada, Rexaldia, Pedrógão, Almonda, Moitas Venda, Vila Moreira, Espinheiro, Alcanede), e numa extensa mancha no núcleo do sinclinal de Monsanto. Com exceção desta última mancha, esta unidade de fraca exposição (<100m de espessura) encontra-se bastante retalhada e afetada pelo sistema de falhas dos Arrifes, sendo quase sempre cavalgada, ora por materiais do Cretácico, ora pelos calcários do Jurássico médio e superior, chegando mesmo a ser cavalgada pela unidade subsequente (BARBOSA, 1995, **foto 8**).



Foto 8 - Contacto por falha inversa dos Arenitos da Ota (M_{Ot}), com os Arenitos de Monsanto (ØMs), visível no topo da escarpa dos Arrifes junto aos moinhos do Alto da Pena (Assentiz).

Na faixa de cavalgamento do Arrife em Assentiz, entre Casal da Pena e a Charruada, na zona de contacto, por falha inversa, com os calcários jurássicos, estes arenitos inclinam para NW (50° a 70°) e são recobertos em discordância por uma formação brechóide, grosseira, geralmente bem consolidada, constituída por "clastos de calcário (70%), considerados provenientes do Batoniano(?), com 15cm de tamanho máximo, subangulosos a angulosos e por clastos de quartzo (30%), com 6cm, em uma matriz essencialmente de natureza quartzarenítica e cimento carbonato" (BARBOSA, 1995, **fig. 11** e **foto 9**). Esta brecha, sobre a qual assentam os chamados Moinhos da Pena, estreita para NW, recobrimdo os calcários jurássicos, ao mesmo tempo que forma cornija no topo da escarpa dos Arrifes.

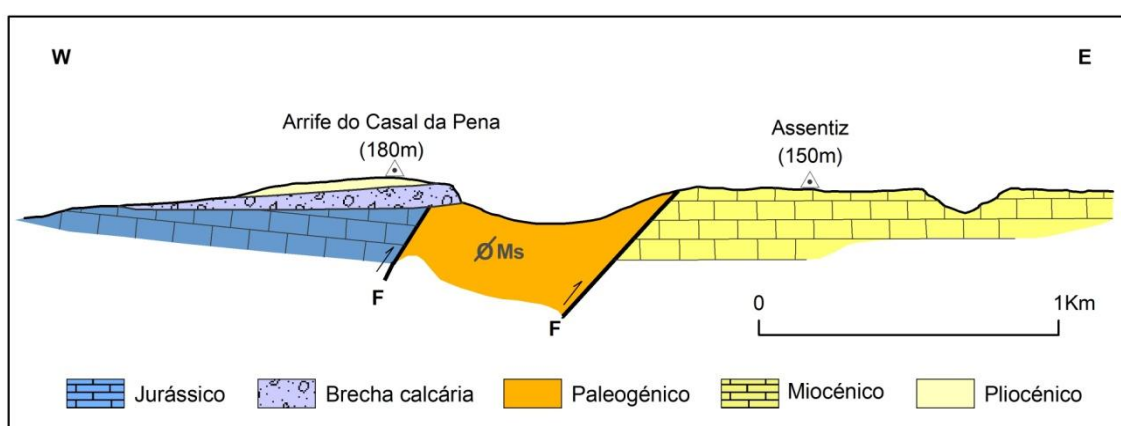


Figura 11 - Corte geológico do Arrife no Casal da Pena, na região de Assentiz, adaptado de GALOPIM DE CARVALHO (1985)



Foto 9 - Brecha calcária nos Arenitos de Monsanto, situada no topo da escarpa dos Arrifes no Casal da Pena, junto aos Moinhos, em Assentiz.

A ocorrência destas brechas calcárias (constituídas por clastos de calcários Jurássicos), que segundo BARBOSA (1995) será contemporânea dos Arenitos de Monsanto, é frequente em quase todo o acidente cavalgante com a Bacia, sendo igualmente visíveis no Almonda (junto à exsurgência, em Casais Martanes), em Alqueidão (em S. Domingos), em Fulgalvaz e em Carregueira (GALOPIM DE CARVALHO, 1985), onde a sua expressão morfológica é responsável pelo relevo dos Arrifes.

Na região de Carregueira (Tomar) e Fungalvaz (Assentiz), nas proximidades do acidente cavalgante, observa-se também a existência de pequenos relevos residuais coroados por estes depósitos brechóides. Os depósitos considerados chegam atingir uma espessura de 10 a 20m e mais de 1m de comprimento, e são compostos essencialmente por elementos calcários, muito grosseiros, não consolidados, amarelados, de matriz argilo-arenítica friável, onde os elementos clásticos, na sua maioria, de calcário jurássico, assumem formas e dimensões muito irregulares (angulosos) (*Idem*).

A presença destas formações grosseiras, que, por vezes, assumem o aspecto de pseudo-afloramentos jurássicos (*Idem*), é considerada como depósito de vertente bastante local (pois só surge na região de contacto com o Maciço) desencadeado por ações tectónicas.

No seio destes arenitos ocorrem também alguns níveis carbonatados, com expressão local, que deram lugar à designação de "Calcários de Alcanede". Estes encontram bem salientes no relevo por uma faixa estreita de camadas concrecionadas e

margosas de calcretos, com cerca de 20 a 30m e com elevado grau de dureza, que forma a pequena cornija rochosa na extremidade sul da escarpa dos Arrifes, entre Casais da Espinheira e Alcanede (**foto 10**).



Foto 10 - Escarpa dos Arrifes em Alcanede, coroada pela formação de calcários de Alcanede

Recobrimo, em discordância angular de valor regional, os depósitos paleogénicos, encontra-se uma série detrítica, argilosa, correspondente aos arenitos, ditos da Ota, datados do Miocénico inferior. Trata-se de arenitos de tonalidade avermelhada a amarelada, de granulometria média a grosseira, argilosos, às vezes margosos no contacto com os relevos calcários, contendo abundantes intercalações de cascalheiras de natureza fluvial, essencialmente quartzo-quartzíticas (*Idem*).

Com cerca de 200 a 250m de espessura, os Arenitos da Ota aparecem representados numa extensa mancha na extremidade sul da área de estudo, entre Espinheiro e Alcanede e, após pequena interrupção, parecendo ter sido "engolidos" pela tectónica de cavalgamento, reaparecem na base dos Arrifes no Pedrógão, prolongando-se para NNE por Alqueidão, Pafarrão até Chancelaria, e novamente mais a norte, entre Fungalvaz e Carregueira. Nestas últimas áreas, estes arenitos miocénicos encontram-se igualmente afetados pela tectónica cavalgante, contactando por falha inversa com os arenitos cretácicos (no Alqueidão), e com o Jurássico Médio (em Fungalvaz e Carregueira).

O carácter grosseiro e conglomerático desta unidade é bem visível a norte da Charruada (Assentiz), no talude da estrada entre Casais de Igreja e Lagoa do Furadouro, onde estão expostas, de NW para SE: conglomerados com elementos calcários e quartzo-quartzíticos de cimento margoso, argilas margosas e arenitos consolidados, e a SE, estas últimas contactam por falha inversa (cavalgante) com os calcários lacustres do Miocénico (GALOPIM DE CARVALHO, 1985).

Na base da escarpa, no Pafarrão e a norte do Prado, as fáceis fluviais de alta energia são bem visíveis pelas cascalheiras de quartzo, com algum sílex, mal calibradas, angulosas a subangulosas que, espaçadamente, aparecem intercaladas nestas formações. Estas testemunham a existência de uma eventual planície aluvial para onde confluíam os cursos de água provenientes tanto do Maciço Mesozoico como do soco hercínico, e onde ocasionalmente se depositaram, no topo, finos de decantação (BARBOSA, 1995).

Em termos morfológicos, o carácter brando e argiloso desta formação está também bem patente na paisagem do Pafarrão, denunciada pela ocorrência de inúmeras e profundas ravinas, bem como pela possibilidade de instalação de várias pequenas lagoas artificiais (**foto 11**).



Foto 11 - Arenitos da Ota ravinados na base da escarpa dos Arrifes em Pafarrão, Assentiz.

Sobre as formações detríticas referidas assenta um extenso e espesso complexo de calcários lacustres, mais ou menos compactos, formado por calcários margosos e margas, com abundantes intercalações argilosas, correspondente à Formação de Calcários de Santarém e Almoester, do Miocénico Superior (GALOPIM DE CARVALHO, 1985). Estes calcários lacustres sucedem aos Arenitos da Ota por passagem vertical de fáceis (MANUPPELLA *et al.*, 2000) e afloram na base da escarpa dos Arrifes entre a Carregueira e Espinheiro (Alcanena) por uma extensa mancha que se prolonga para Sul e Este até à margem do rio Tejo, dando origem a uma superfície planáltica (~100m) suavemente inclinada para Sudeste.

No bordo do Maciço, estes calcários lacustres atingem uma espessura que ultrapassa a centena de metros (150m em Carregueira) e são igualmente afetados pelo acidente tectónico dos Arrifes, sendo indiferenciadamente cavalgados por depósitos do

Paleogénico (em Assentiz, Zibreira e Moitas Vendas), do Cretácico (no Arrife do Picoto - Pedrógão) e do Jurássico Superior (Pedrógão, Almonda).

Em termos morfológicos, são frequentes as formas em "mesa", sempre que estas bancadas de calcário coroam relevos residuais, constituídos inferiormente por depósitos mais brandos, como margas, argilas ou arenitos friáveis (GALOPIM DE CARVALHO, 1985). Por sua vez, a presença de algumas cavidades cárnicas (p. ex. Gruta da Marmota) denuncia uma carsificação profunda destes calcários lacustres, chegando a admitir-se que junto ao Arrife do Pedrógão e a leste de Vila Moreira, possa haver uma continuidade no desenvolvimento das circulações subterrâneas entre as formações carsificáveis do Maciço e os calcários do Miocénico (CRISPIM, 1995). Exemplo disso é a antiga conduta cársica da Lapa da Galinha, situada no lugar do Casal da Pedra, junto Arrife, a 2km a NE de Vila Moreira (SÁ, 1959; CRISPIM, 1995).

Considerados como depósitos culminantes da Bacia Terciária, junto aos Arrifes, entre Zibreira e Assentiz surgem pequenas manchas, muito recortadas pela erosão, de depósitos areníticos da Formação de Arenitos de Assentiz e Batalha, atribuíveis ao Pliocénico. Estes depósitos, constituídos por sedimentos areníticos-conglomeráticos, argilosos, pouco espessos, com elementos grosseiros exclusivamente siliciosos, distribuem-se essencialmente à cota dos 100m (Zibreira - 100m; Casais Martanes - 100m; Pedrógão - 120m; Alqueidão - 100m e Casal da Pena - 160m). Nas zonas de Assentiz e Almonda predominam arenitos de grão grosseiro, com intercalações de calhaus rolados de quartzo branco a róseo, com seixos de quartzito que atingem os 15cm de dimensão máxima (COELHO, 2002).

Segundo CUNHA *et al.* (2000) estes depósitos testemunham um episódio tecto-sedimentar relacionado com o soerguimento de importantes volumes montanhosos atuais, logo, podemos supor que estarão associados ao soerguimento da escarpa dos Arrifes, tendo-se depositados num contexto de leques aluviais no sopé desta.

Por fim, a evolução quaternária na região caracterizou-se por uma erosão fluvial associada ao encaixe da rede hidrográfica, cuja incisão se encontra aliás bem testemunhada pela presença dos numerosos terraços fluviais, que se dispõem escalonados ao longo das margens, a 8 a 50m acima do nível atual dos vales do rio Almonda e do seu principal subsidiário (ribeira do Alvorão), do rio Alviela e do rio Tejo (MANUPPELLA *et al.*, 2006). De um modo geral, esta sucessão de terraços escalonados constitui um dos traços geomorfológicos mais marcantes da evolução terciária da Bacia, onde a sua distribuição assimétrica, mais dominante na margem

esquerda do que na margem oposta, revela um deslocamento lateral progressivo dos cursos de água para sudeste, eventualmente relacionado com um basculamento regional nesse sentido.

Junto às margem dos grandes rios Almonda e Alviela, surgem também grandes afloramentos de tufos calcários (do Plistocénico) associados às exsurgências localizadas na base dos Arrifes. Estes tufos por vezes terrosos, de grão fino, em alguns casos extremamente compactos (ZBYSZEWSKI e MANUPELLA, 1971), são observáveis, por exemplo, nas margens do Rio Almonda, na Ribeira Branca, nas grutas artificiais das Lapas e perto da cidade de Torres Novas, bem como nas margens do Alviela, em Vaqueiros e Pernes. Na base da escarpa, junto à exsurgência temporária de Pena d'Água (Rexaldia) existe também um pequeno afloramento de tufos calcários concrecionados, não cartografado, que testemunha a dinâmica atual desta nascente (CARVALHO, 1998).

Para além das Aluviões, o período Holocénico está representado também pelas formações detríticas de *terra rossa* do Maciço Calcário Estremenho (MANUPELLA *et al.*, 2006). A *terra rossa*, encontra-se frequentemente no preenchimento de fendas dos lapiás em sulco, em virtude do alargamento de diáclases por dissolução da rocha calcária; e no fundo de depressões fechadas (*poljas* e dolinas) existentes no rebordo do Maciço Calcário Estremenho, com manchas de maior expressão no Vale da Serra e no Vale Florido-Vale da Trave, no Chão da Serra e no Covão do Feto (**foto 12**). Estes depósitos residuais resultantes da dissolução dos carbonatados apresentam uma cor vermelha típica e são constituídos por sedimentos areno-margosos com elevado teor de argila que lhe confere uma reduzida permeabilidade.



Foto 12 - *Terra rossa* depositada no fundo da depressão do Vale da Serra (A) e nas juntas de estratificação de calcários junto ao cavalgamento dos Arrifes, em Monsanto (B).

Por fim, as aluviões não são muito frequentes no rebordo do MCE, devido à ausência de cursos de água superficiais. No entanto, sobrepondo-se às formações mais antigas, nomeadamente do Cretácico e do Miocénico, encontramos as aluviões de natureza pelítico-margosa, que se distribuem essencialmente ao longo dos principais rios - Almonda e Alviela - e seus afluentes, com espessuras geralmente fracas, não ultrapassando alguns metros (ZBYSZEWSKI *et al.*, 1974). A sua composição varia, tornando-se mais argilosa, mais arenosa ou mais cascalhenta conforme os locais e as formações geológicas encaixantes.

Por fim, importa ainda referir que na área de estudo, mais concretamente em Abrã, há um pequeno afloramento, muito localizado, de rochas ígneas, cuja presença é testemunha pelo afloramento de uma brecha eruptiva, com encraves de calcário parcialmente recristalizados associada a um cone vulcânico, que afeta rochas do Cretácico (Cenomaniano).

1.3. TECTÓNICA

Enquanto a natureza predominantemente calcária das rochas que compõem a cornija da escarpa dos Arrifes contribui para a sua fisionomia particular, ao acentuar a sua imponência, a arquitetura da paisagem deve-se exclusivamente à tectónica.

1.3.1. A FALHA DOS ARRIFES

Como se pode observar na **figura 12**, este acidente subdivide-se em dois ramos, aqui designados por ramo Norte e ramo Sul. O ramo Norte, o ramo principal, desenvolve-se por cerca de 35km, entre Carregueira/Fungalvaz (NE), Moitas Vendas e Vale da Trave (SW), demarcando o limite sudeste do anticlinal da Serra de Aire/Lagoa de Furadouro e o bordo meridional do Planalto de Santo António. De Fungalvaz a Moitas Vendas este acidente assume uma orientação geral NE-SW e é composto por um complexo sistema de falhas inversas, subparalelas e interconectadas (entre 2 e 4 falhas), que por vezes se aglutinam. Em Moitas Venda, a Falha dos Arrifes é cortada, em movimento esquerdo, pela Falha de Minde, que corresponde a uma falha normal invertida, de orientação NW-SE (CARVALHO, 2013) que separa o Planalto de Santo António do Planalto de São Mamede e da Serra de Aire. Após o desligamento, o acidente Norte inflete para WSW e surge representado por uma única falha inversa, que se prolongando por cerca de 10km até ao vértice geodésico do Estudante (249m),

situado a leste de Vale da Trave. Neste local a falha parece perder importância, continuando por uma estrutura WNW-ESSE (falha normal) onde está instalado um filão dolerítico bastante alterado (Filão de Valverde) (MANUPPELLA *et al.*, 2006), podendo eventualmente prolongar-se por ele, perdendo a componente de cavalgamento (CARVALHO, 2013).

A NW de Vila Moreira, junto ao vértice geodésico dos Arrifes (198m), a falha bifurca em dois troços, dando origem ao ramo Sul, que se estende por cerca de 15km entre Monsanto e Alcanede, constituindo o bordo oriental do sinclinal de Monsanto, que se desenvolve entre os dois compartimentos da falha. Este troço assume uma orientação NE-SW entre as localidades de Monsanto, Amiais de Baixo, Espinheiro até ao lugar de Prado (Abrã), onde roda de direção para NW-SE, prolongando-se até Alcanede, sempre sob a forma de cavalgamento. A partir deste local, a falha começa a perder expressão, dando lugar a uma nova falha de transferência, caracterizada como um desligamento direito, com ainda uma forte componente de movimentação inversa (cavalgamento provável), que se prolonga para NW, estabelecendo ligação com a falha que passa por Mosteiros, Xartinho e Valverde, perdendo importância a NW de Alcobertas, próximo da Falha de Rio Maior-Porto de Mós, já sob a forma de dobra, de "cavalgamento cego" (*Idem*).

O traçado irregular, e por vezes descontínuo, deste sistema falhas deve-se ao facto de estar cortado por diversas falhas transversais, que não só alteram a sua direção estrutural como assumem um evidente controlo no relevo. Estas apresentam uma expressão bética dominante, de que se distinguem três direções preferenciais: NW-SE, NNE-SSW e N-S.

Das estruturas NW-SE destaca-se a já mencionada Falha de Minde, que se apresenta bem evidenciada na topografia pela imponente Escarpa da Costa de Minde, com um rejeito de cerca de 300m e que desliga a Falha dos Arrifes em Moitas Vendas, dando origem ao relevo do Monte de Santa Marta (415m). Depreende-se que esta falha que, no entanto, não se prolonga para a Bacia Terciária do Tejo, tenha funcionado como falha de transferência de movimento aquando do cavalgamento (CARVALHO, 2013). Com a mesma direção encontramos ainda as falhas de grande extensão que cortam a Serra de Aire com um traço morfológico bem marcado por uma série de vales de fratura (Vale Garcia, Vale das Quebradas, Vale Fojo) e as que se desenvolvem, sobretudo, na Bacia Terciária do Tejo que cortam, por movimentação normal, os Arrifes nas áreas de Alqueidão e Moitas Venda, bem como junto à nascente do Alviela.

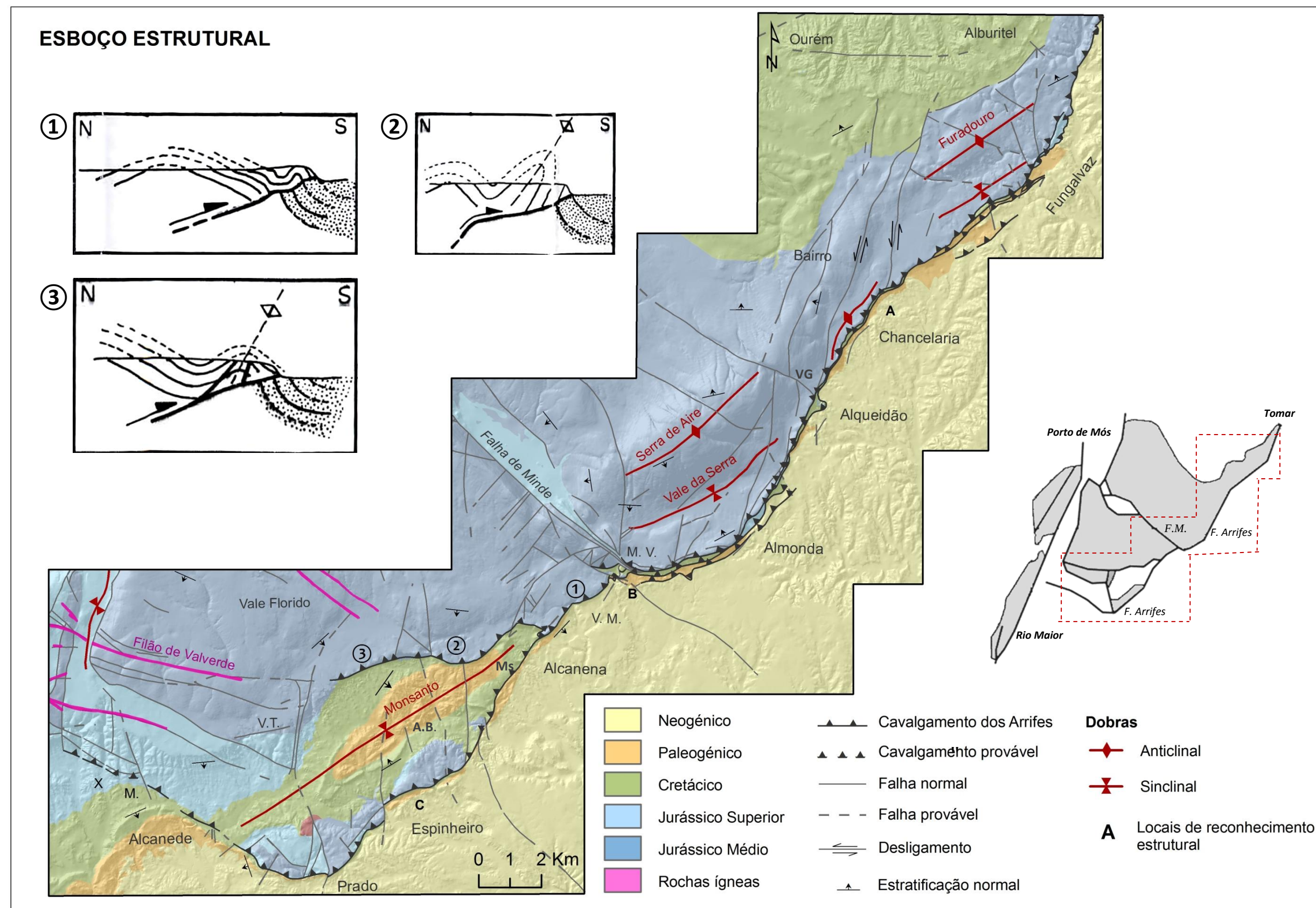


Figura 12 - Mapa estrutural simplificado da área de estudo, adaptado de CARVALHO (2013) e com alguns modelos interpretativos extraídos de CURTIS (1993). Legenda: VG - Falha Vale Garcia; M.V.- Moitas Vendas; V. M. - Vila Moreira; Ms - Monsanto; A.B. Amiais de Baixo; V.T. Vale da Trave; M - Mosteiros; X - Xartinho.

Entre as falhas de orientação NNE-SSW salientam-se as que atravessam na diagonal a meia encosta da vertente sul da Serra de Aire e o bordo leste da depressão do Vale da Serra, com uma direção N20E, e que desligam em movimento esquerdo, com apreciável componente de movimentação inversa, a Falha dos Arrifes nas áreas de Almonda, Alqueidão, Chancelaria e no Vale da Bezelga (em Fungalvaz) (CARVALHO, 2013). De acordo com a análise efetuado por CRISPIM (1995), o prolongamento destes acidentes para norte é coincidente com os alinhamentos nos afloramentos cretácicos da Bacia de Ourém, e mais a norte, com o desligamento no acidente de Vale de Todos (Maciço de Sicó), assumindo uma direção paralela à vertente leste da Serra de Alvaiázere. Segundo o mesmo autor, este facto sugere que, muito provavelmente, "estes acidentes sejam o reflexo na cobertura do desligamento Verin-Penacova que, certamente, se prolonga para sul até ao bordo meridional do Maciço Calcário Estremenho, com possível continuação ainda mais para sul, já sob a Bacia do Baixo Tejo, como deixam supor vários elementos cartográficos" (como por exemplo o traçado da Ribeira do Alvorão e de outros afluentes do rio Almonda e da margem esquerda do Rio Alviela).

Este alinhamento de acidentes, que afeta essencialmente os calcários do *Dogger*, gera efeitos indiretos na morfologia, conduzindo a uma elevada tectonização das litologias encaixantes e determinando a localização de algumas das nascentes cársicas que brotam na base dos Arrifes (Almonda e Fungalvaz).

Um outro padrão que se denota é a direção sensivelmente N-S de acidentes secundários limitados pelo acidente maior, que se desenvolvem no Planalto de Santo António (Pena dos Corvos) e no sinclinal de Monsanto, os quais chegam a desligar e a alterar o traçado estrutural dos Arrifes mais para sul, próximo dos lugares de Espinheiro e Prado.

Segundo a cartografia geológica à escala 1/50 000, o carácter inverso deste acidente tectónico, que deu origem à formação da escarpa dos Arrifes, evidencia-se pelo cavalgamento, vergente para SE, das formações mesozóicas do Fosso Lusitânico que constituem o Maciço Calcário Estremenho (calcários do Jurássico), a teto, sobre as formações Terciárias da Bacia do Tejo, a muro, no qual o teto se desloca sobre o muro, ocorrendo a sobreposição de rochas mais antigas sobre as mais recentes (RIBEIRO *et al.*, 1979; MANUPPELLA *et al.*, 2000 - **fig. 13**). O referido sistema, promove também o cavalgamento do Cretácico sobre o Terciário em praticamente toda a bordadura da Bacia do Tejo.

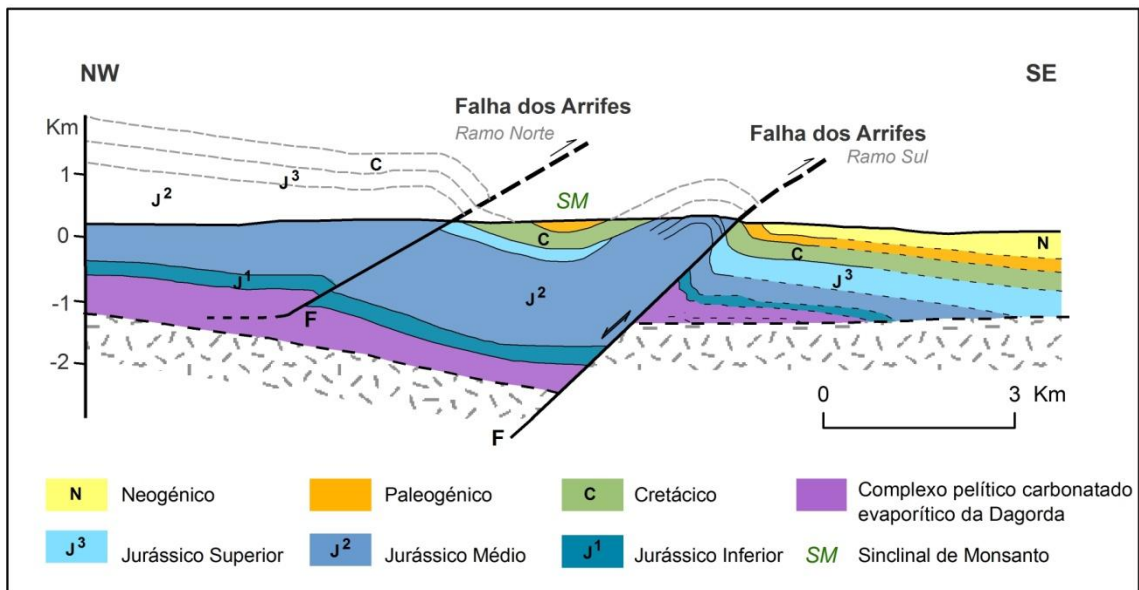


Figura 13 - Corte geológico representativo do cavalgamento dos Arrifes na região de Monsanto, Alcanena (adaptado de RIBEIRO *et al.*, 1996).

O principal plano de falha e as suas características cavalgantes encontram-se expostos em vários locais. Todavia, os que melhor permitem caracterizar a Falha, e os mais relevantes do ponto de vista geomorfológico, dada a sua integridade e representatividade, são os cortes do Arrife da Charneca da Rexaldia (Ponto A, **foto 13**), do talude da autoestrada A1 junto a Moitas Venda (Ponto B, **foto 14**) e da estrada de acesso a esta povoação (N243). Estes locais apresentam excecionais condições de observação e interpretação do cavalgamento, por falha inversa, das formações jurássicas sobre as formações terciárias e, são dos poucos locais onde se pode observar simultaneamente, de modo linear e volumétrico, a falha, o arranjo litológico e a configuração do relevo resultante.

Para além dos locais supracitados, a falha encontra-se também exposta de forma notável no Arrife das Relvinhas, no talude da Rua do Moinho de Vento, a norte da povoação do Espinheiro, onde se forma uma brecha calcária com mais de 1m de espessura, entre os calcários do Batoniano e os arenitos cretácicos (Ponto C, **foto 15**). Esta brecha composta por calcários micríticos com matriz e elementos constituintes de natureza idêntica é resultado dos processos de fracturação, esmagamento e fragmentação das rochas envolventes, relacionados com o intenso deslizamento friccional durante o movimento da falha.



Foto 13 - Plano da falha cavalgante no Arrife da Charneca da Rexaldia, que sobrepõe os calcários do Jurássico sobre os materiais do Terciário.

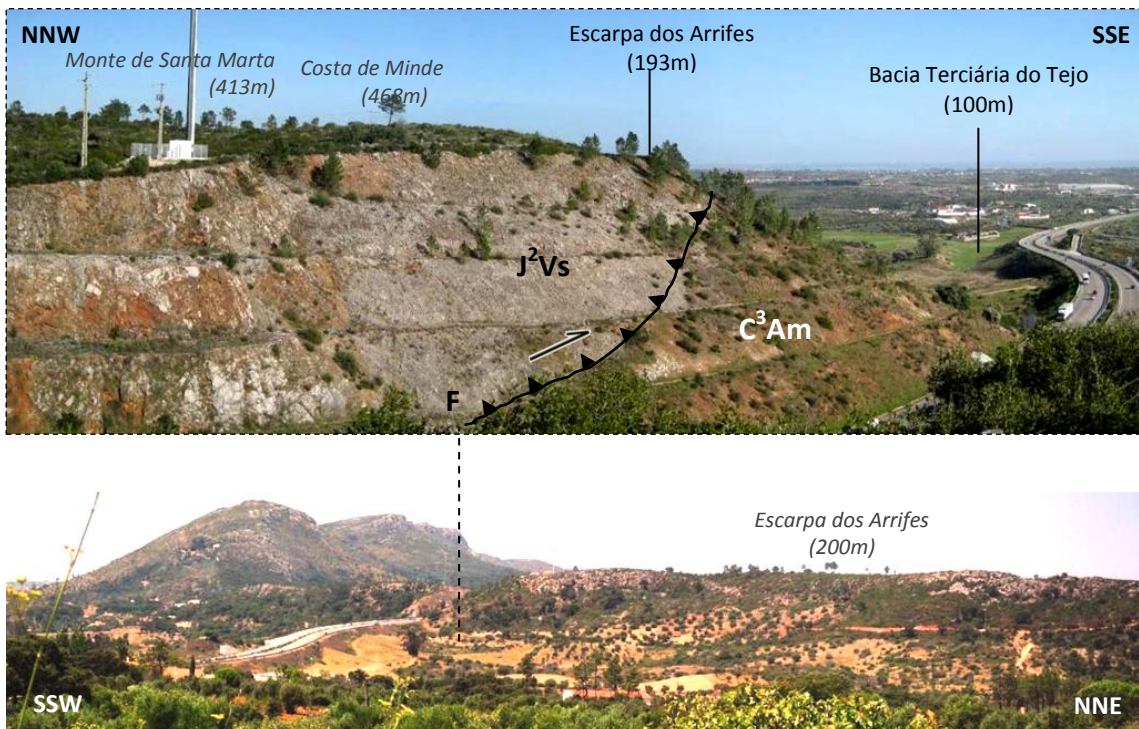


Foto 14 - Localização do talude da auto-estrada A1 (km96) onde se observa o plano da falha dos Arrifes (com um mergulho de cerca de 40° para N) e a sua expressão morfológica na paisagem.



Foto 15 - Caixa de Falha com brecha no Arrife das Relvinhas, situada a norte de Espinheiro, no km63 da estrada N361 (Rua do Moinho de Vento).

Como vimos, estas brechas de falha são frequentes ao longo da superfície de falha e dentro de zonas de falha, e ocorrem sempre a muro das áreas de esmagamento, com espessuras variáveis. Em termos litológicas, e sempre que a muro do sistema de falha aflora o Batoniano, elas correspondem a rochas intensamente deformadas de calcários micríticos do Jurássico, com fragmentos grosseiros (clastos), angulosos e fraturados dispostos de forma aleatória em uma matriz fina (GALOPIM DE CARVALHO, 1985). A caixa de Falha do Arrife é normalmente preenchida por material esmagado das rochas encaixantes, sendo comum preenchimentos areno-conglomeráticos ferruginosos bem consolidados, de grão de quartzo e quartzito (CARVALHO, 2013). A expressão morfológica destas formações brechóides é naturalmente responsável, em grande medida, pelo relevo vigoroso da escarpa dos Arrifes.

Os reconhecimentos de campo e alguns estudos estruturais da região (CURTIS, 1993; CARVALHO, 2013) permitiram ainda constatar que nos calcários do Jurássico, a teto da Falha dos Arrifes, desenvolvem-se dobras que lhe são paralelas, indicativas do movimento e intensidade das forças tectónicas compressivas a que estiveram sujeitos (ver esquemas 1, 2 e 3 da **figura 12**). Estas estruturas dobradas, que segundo CARVALHO (2013) deverão traduzir a deformação inicial anterior à rutura, são particularmente visíveis no Arrife do Alqueidão (*Idem*), no talude da auto-estrada A1 (km 20,1 - **foto 16A**), na pedreira de Santa Marta em Moitas Venda (**foto 16B**) e numa pedreira inativa (Pedreira n.º 5842 - Covas do Manco), a norte do lugar de Monsanto.

De um modo geral, são dobras anticlinais de eixo bastante apertado e ligeiramente inclinado, que se desenvolvem nos calcários do Batoniano.

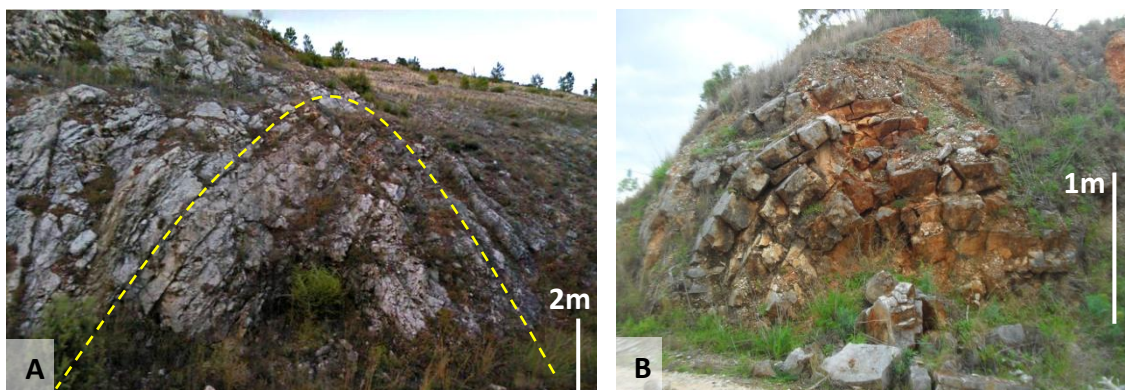


Foto 16 - Dobra anticlinal, bastante apertada, vivível no talude da autoestrada A1, ao km 20,1 (A) e na pedreira de Santa Marta (B).

Com expressão evidente na paisagem ocorrem também outros dobramentos de grande raio de curvatura, dependentes e/ou com orientação paralela ao acidente dos Arrifes, de que importa salientar: a estrutura anticlinal da Serra de Aire e o sinclinal do Vale da Serra, bem como o sinclinal de Monsanto (**fig. 12**).

A. ANTICLINAL DA SERRA DE AIRE/SINCLINAL DO VALE DA SERRA

O anticlinal da Serra de Aire é bem perceptível pela própria morfologia da Serra, que forma uma alta abóbada que atinge os 679m de altitude e se estende a partir de Minde em direção NNE, até à povoação do Bairro. Esta estrutura, que é sem dúvida a mais importante do Maciço Calcário Estremenho, corresponde a uma dobra anticlinal dissimétrica, deitada, com eixo sub-vertical orientado a NE-SW e com terminações periclinais, cujo flanco SE coincide com o acidente cavalgante dos Arrifes, que a limita a sudeste (ZBYSZEWSKI *et al.*, 1974; MANUPPELLA, 1971 - **fig. 14**). No sector côncavo SE da dobra, desenvolve-se nos calcários do Bajociano a estrutura sinclinal do Vale da Serra, que antecede o acidente cavalgante dos Arrifes, com eixo igualmente NE-SW, que se encontra morfológicamente afeiçoada pela carsificação, dando origem a um polje incipiente (MARTINS, 1949).

Mais para NE, o monte anticlinal vai perdendo progressivamente altura e surge o anticlinal da Lagoa do Furadouro, que de acordo com MANUPPELLA (1971) é parte integrante da Serra de Aire. Trata-se de um anticlinal cortado por falhas terciárias e cujo flanco SE também é atingido, ainda que em menor escala, pelo cavalgamento dos

Arrifes. No seu conjunto, esta importante deformação anticlinal que afeta o Jurássico Médio, está provavelmente associada a domas salíferos (KULLBERG, 2000) e à inversão tectónica miocénica (RIBEIRO *et al.*, 1996; MANUPPELLA *et al.*, 2000).

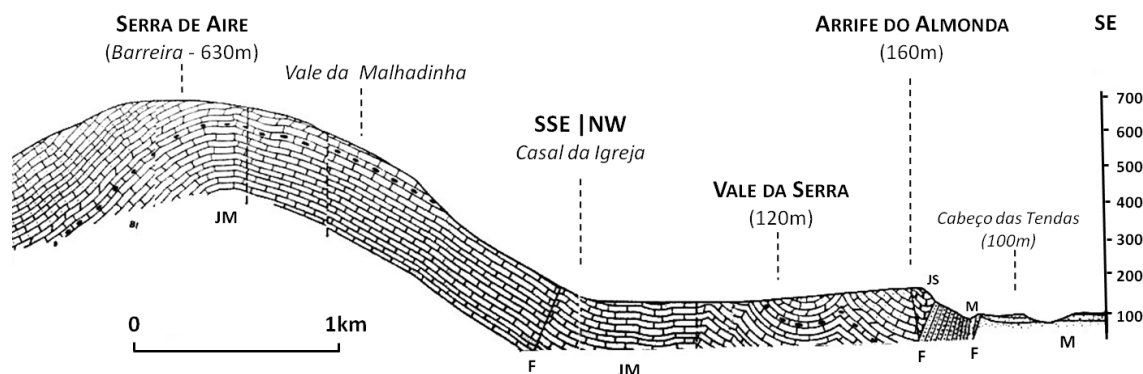


Figura 14 - Perfil geológico da Serra de Aire, Vale da Serra e Arrife do Almonda
 Fonte: CRISPIM, 1995.

B. SINCLINAL DE MONSANTO

O sinclinal de Monsanto, também designado por sinclinal de Amiais de Baixo (CURTIS, 1993; MANUPPELLA *et al.*, 2006) ou de Alcanede (PAIS *et al.*, 2012), situa-se a sul do Planalto de Santo António, e desenvolve-se paralelamente e entre os dois compartimentos do acidente cavalgante dos Arrifes, na sua total dependência (**fig. 12 e 15**). Trata-se de uma estrutura deprimida, alongada, de forma mais ou menos elíptica, com cerca de 3km de comprimento, onde estão preservados sedimentos do Cretácico ao Paleogénico (Oligocénico Inferior). A forma e o eixo da dobra sinclinal segundo NE-SW levam a supor que a sua génese esteja associada a um abatimento tectónico, controlado a norte e a sul pela Falha dos Arrifes, resultante da atuação de esforços tectónicos compressivos relacionados com o contexto da inversão tectónica Miocénica nesta região do país (CARVALHO, 2013). PAIS *et al.* (2012) justificam tal afirmação pelo facto "dos depósitos do final do Paleogénico aí existentes assentarem discordantemente sobre depósitos cretácicos que se mostram num sinclinal mais apertado".

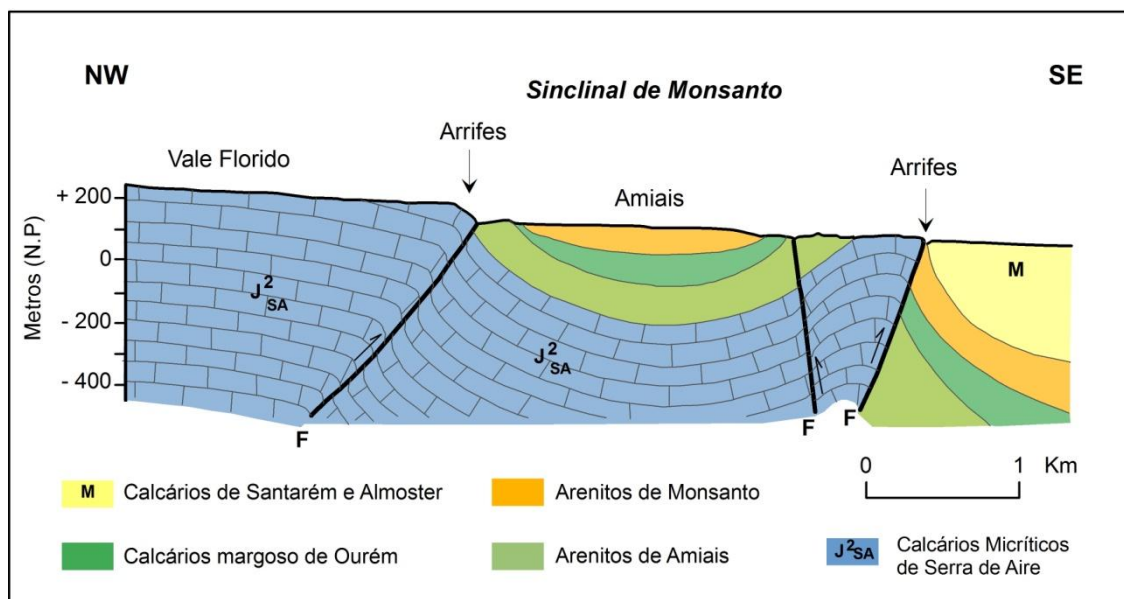


Figura 15 - Corte geológico do sinclinal de Monsanto (Adaptado de PARADELA e ZBYSZEWSKI, 1971).

1.3.2. GÉNESE E EVOLUÇÃO TECTÓNICA DA FALHA DOS ARRIFES

De acordo com a interpretação de vários autores (ARTHAUD e MATTE, 1975; RIBEIRO *et al.*, 1979, 1990, 1996; MANUPPELLA *et al.*, 2000; KULLBERG, 2000; CARVALHO, 2013, entre outros), do ponto de vista genético a Falha dos Arrifes corresponderá a um acidente herdado da fraturação tardi-varisca (aprox. entre os 300 e os 280 M.a.), que terá funcionado como bordo tectónico oriental do sector central da Bacia Lusitânica no Mesozoico (**Fig.16 - 1**). KULLBERG *et al.* (2006, 2013) justificam tal afirmação pelo facto do topo do soco no compartimento NW, a teto da falha, se encontrar afundado a cerca de 1500m relativamente ao do bloco a muro (subjacente à Bacia Terciária do Tejo), o que significa que a posição do soco nunca foi completamente recuperada.

Durante o período distensivo mesozoico, a falha terá sido sucessivamente reativada como falha normal, funcionando como falha lítrica do tipo *thick skinned* (com envolvimento do soco) (**Fig.16 - 1**). No entanto, esta terá sido reativada extensionalmente apenas durante o Jurássico Superior (Oxfordiano e o Kimmeridgiano), uma vez que, no que se refere às unidades do Jurássico inferior e médio, não são observáveis estruturas de crescimento (KULLBERG, 2000). Por outro lado, tal facto justifica o ambiente de acalmia tectónica que terá favorecido a acumulação de uma maior espessura dos depósitos até ao Jurássico médio, e a lacuna sedimentar de todo o

Caloviano superior ao Titoniano, coincidente com o período de soerguimento tectónico da Bacia Lusitânica.

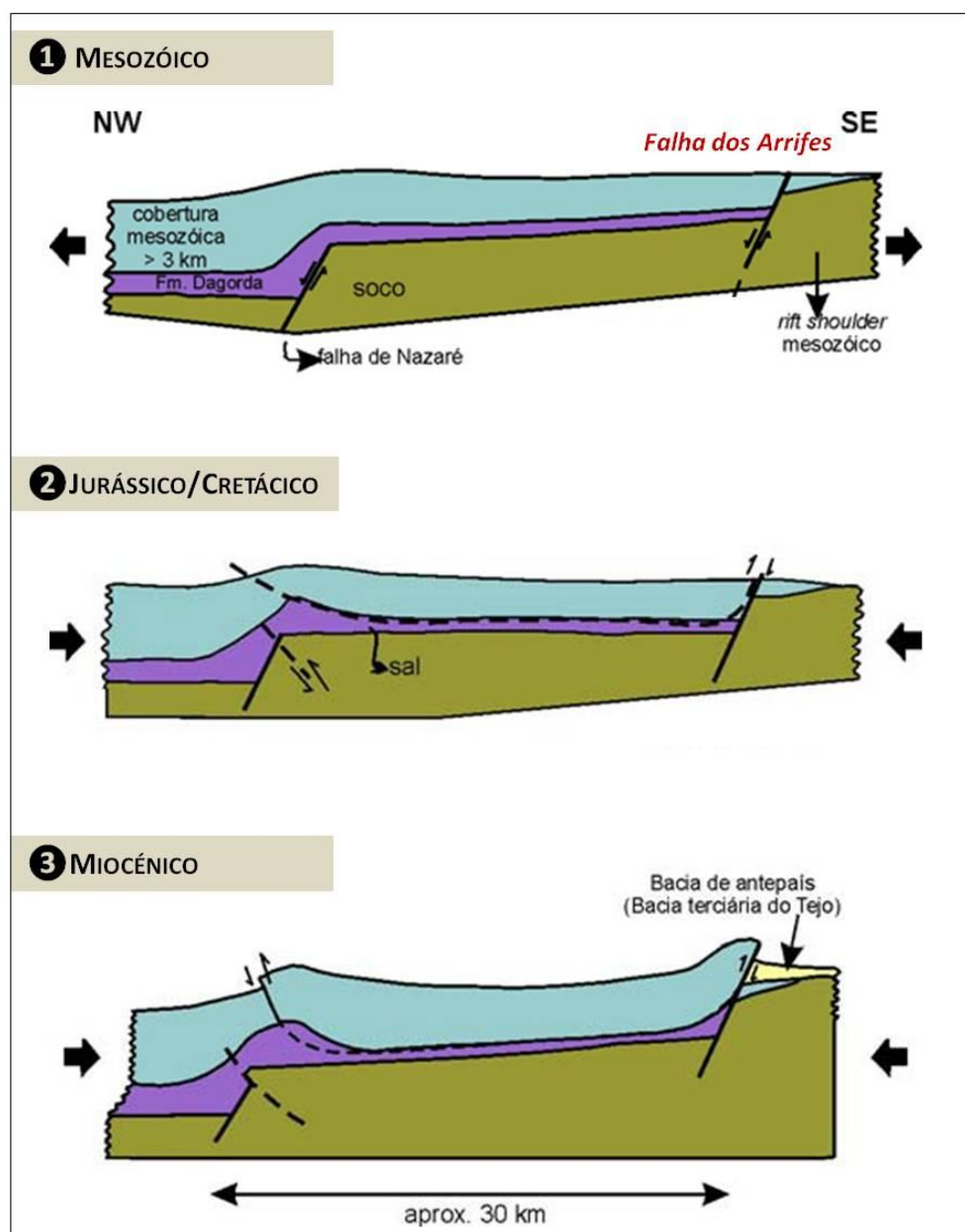


Figura 16 - Interpretação estrutural e evolução tectónica da Falha dos Arrifões, segundo RIBEIRO *et al.*, (1991), extraído e adaptado de KULLBERG *et al.*, (2006). 1 - Durante o período distensivo do mesozoico, a falha do Arrifões terá funcionado como falha normal, tipo *thick skinned* (com envolvimento do soco), constituindo o bordo tectónico principal da Bacia Lusitânica; 2 - Durante a compressão cenozoica terá sido reativada como falha inversa do tipo *thin skinned* (peculiar); 3 - culminando, no Miocénico, como cavalcamento vergente para SE, impulsionando o soerguimento da escarpa dos Arrifões e do próprio Maciço.

A passagem a um regime compressivo a partir do final do Cretácico (Campaniano), conduziu à reativação e à inversão tectónica da Falha dos Arrifões como falha inversa, do tipo *thin skinned* (sem envolvimento do soco) (Fig.16 - 2). O estilo

tectónico da deformação foi condicionado pela existência dos evaporitos da base do Mesozoico que funcionaram como nível de descolamento do soco, conduzindo assim a uma tectónica do tipo peculiar (KULLBERG *et al.*, 2013). Este estilo tectónico é justificado por RIBEIRO *et al.* (1996) pela constatação, em verificações de campo, de que grande parte da extensão jurássica no soco se encontra preservada. Logo, a acomodação do encurtamento ter-se-á efetuado principalmente na cobertura.

Em termos litológicos, esta fase de instabilidade tectónica é atestada pelo hiato deposicional dos materiais do Berriasiano - Aptiano inferior e pelo acarreio de material siliciclástico, de arenitos grosseiros, conglomeráticos, na base das formações cretácicas.

Contudo, terá sido no auge da compressão bética do Miocénico, mais concretamente no Tortoniano, que terá ocorrido a reativação da falha como cavalgamento vergente para SE, justapondo as formações jurássicas do Maciço Calcário Estremenho sobre as formações cretácicas e terciárias da Bacia do Tejo, e impulsionando o soerguimento da escarpa dos Arrifes e do próprio Maciço (RIBEIRO *et al.*, 1979; GALOPIM DE CARVALHO, 1985; CRISPIM, 1991; CURTIS, 1993; BARBOSA, 1995; KULLBERG *et al.*, 2013, **Fig.16 - 3**). Este cavalgamento deformou a cobertura mesozóica em regime *thin-skinned*, com deslocamento do nível evaporítico e transporte ao longo do plano de falha de cerca 1,5km (RIBEIRO *et al.*, 1990, 1996). A complexidade gerada pela geometria de falhas distensivas e compressivas existentes, combinada com a orientação NNW-SSE da compressão miocénica e a existência de um nível evaporítico dúctil e com elevada mobilidade, na base da sequência sedimentar, terá promovido o desenvolvimento de estruturas em *pop-up* (RIBEIRO, 1988), que terão, provavelmente, sido responsáveis pela deformação anticlinal da Serra de Aire/ Lagoa do Furadouro.

A reativação da falha como cavalgamento vergente para SE conduziu também à formação de uma bacia antepaís no bloco abatido, a SE, correspondendo à Bacia do Tejo, onde sedimentos mesozoicos depositados no *rift shoulder* da Bacia Lusitânica são recobertos por sedimentos clásticos do Paleogénico e sequências de calcários e arenitos do Miocénico (RIBEIRO *et al.*, 1990, 1996).

Em termos litológicos, a presença de formações brechóides grosseiras, particularmente bem visíveis em Carregueira, Fungalvaz, Assentiz, Alqueidão e Almonda, na base do complexo lacustre miocénico, junto ao contacto por falha com o Maciço Jurássico, é o principal indício da ocorrência de um vigoroso impulso tectónico

neste período. Por outro lado, a idade deste episódio é igualmente evidenciada pelo cavalgamento das formações cretácicas e paleogénicas.

Contudo, o desigual contacto dos depósitos terciários com os do Maciço mesozoico, mostra que o levantamento da escarpa não se deu de um único impulso, nem de forma uniforme e sincrónica em toda a sua extensão. As manifestações tectónicas posteriores à deposição dos calcários lacustres são evidenciadas essencialmente pelo cavalgamento do Paleogénico sobre o Miocénico lacustre (sobretudo no ramo Norte entre Moitas Vendas e Assentiz), pelos vários desligamentos devidos a falhas de orientação NW-SE, NNE-SSW e N-S originadas por movimentos posteriores, e pela presença de depósitos pliocénicos grosseiros na base dos Arrifes.

Do ponto de vista morfológico, é forçoso admitir que, em dada altura, entre a deposição do complexo lacustre e dos depósitos detríticos atribuídos ao Pliocénico, terá havido uma modificação da paisagem, que alterou as condições de drenagem, pondo termo ao regime de extensas zonas planas, permanentemente inundadas, e abrindo de maneira definitiva a saída para o mar (GALOPIM DE CARVALHO, 1985). A causa das referidas modificações deverá estar associada, por um lado, a uma profunda transformação do clima e, por outro, na presumível elevação dos Arrifes, posta em evidência pelos depósitos detríticos pliocénicos. Deste modo, as manifestações de instabilidade podem ser concomitantes das que deformaram o Miocénico, as quais continuaram a fazer-se sentir durante o Pliocénico, podendo ter atingido o início do Quaternário.

Assim, e em consonância com as evidências supracitadas, CURTIS (1993) sugere que o cavalgamento na região de Amiais de Baixo- Alcanede, ter-se-á formado em primeiro lugar, possivelmente, durante o Oligocénico, submetido a uma rotação de 7-12° anti-horária, ao qual se seguiu, no Miocénico tardio, o impulso do ramo Norte (**fig.17**).

No que respeita à evolução recente da Falha dos Arrifes, estudos de neotectónica e de sismotectónica (CABRAL e RIBEIRO, 1988; CABRAL,1993, 1995) revelam que estamos perante uma falha ativa. CABRAL (1993) considera ativa "uma falha com evidências (geológicas, geofísicas e históricas) de deslocamentos durante o atual regime de tensão (Quaternário), que têm possibilidade de sofrer reativação e gerar sismos e/ou deformação superficial numa dada região, num futuro relativamente próximo.

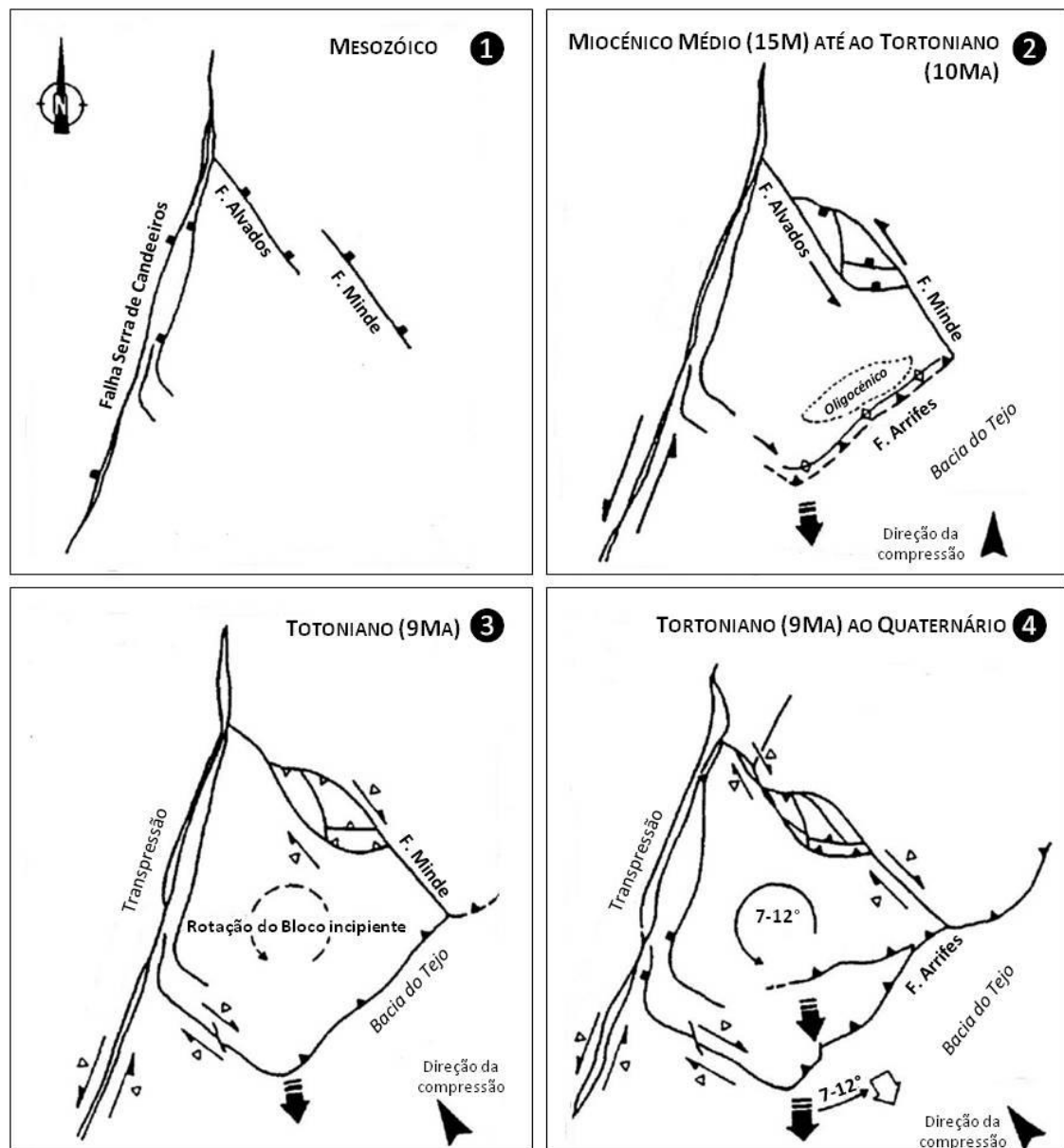


Figura 17- Evolução cinemática da Falha dos Arrifes extraído de CURTIS (1993): 1 - Quadro-estrutural pré-Miocénico Médio; 2) no miocénico médio ocorre a reativação sintética do sistema de falhas Alvarado/Minde e a formação tardia do impulso Amiais de Baixo; 3 - rotação da direção regional de encurtamento induz transpressão sinistral ao longo da Falha da Serra de Candeeiros e rotação do bloco; 4 - Depois de 7-12° de rotação do bloco forma-se o sector de Monsanto.

De forma a avaliar o potencial sismogénico e o grau de perigosidade sísmica associado a esta Falha recorreu-se à análise das informações disponíveis sobre os sismos de maior magnitude que ocorreram na região (1531, 1755 e 1909), que constituem a sismicidade histórica regional (SOUSA *et al.*, (1992; CARRILHO *et al.*, 2004), e à interpretação da atividade sísmica mais recente, registada instrumentalmente

(SRAPOR⁹ e IPMA série 1995-2012). Desta análise, de que resultou a **figura 18**, verificamos que na atualidade a atividade sísmica ao longo do acidente dos Arrifes é diminuta ou praticamente ausente, não havendo uma concentração notória de eventos sísmicos junto à Falha dos Arrifes. Apenas foi registado um epicentro de magnitude 1,3, a 9km profundidade, em Torres Novas. Contudo, a ausência de eventos sísmicos junto Falha dos Arrifes não significa que esta não seja uma zona sismogénica. Esta poderá corresponder a uma estrutura sísmicamente "silenciosa", igualmente capaz de produzir sismos catastróficos, embora com períodos de recorrência mais longos.

Em conclusão, do ponto de vista geológico, a escarpa dos Arrifes é expressão morfológica da falha cavalgante que representa uma das estruturas mais representativas da compressão bética miocénica da Bacia Lusitânica e do território português, de idade provavelmente Tortoniana, com cerca de 10 milhões de anos, e constitui uma importante peça para a reconstrução da história da Terra (RIBEIRO *et al.*, 1979; TERRINHA *et al.*, 1996; KULLBERG *et al.*, 1996, 2013; CARVALHO, 2013).

⁹ A base de dados *Seismic Risk Assessment* – Portugal, do Instituto Superior de Engenharia Civil da Universidade do Algarve, contém os eventos sísmicos correspondentes ao catálogo sísmico compilado por SOUSA *et al.*, 1992 (sísmicos históricos baseados em parâmetros macrossísmicos) e os registados instrumentais desde 1 de Janeiro de 1992 até 2012 (http://w3.ualg.pt/~jestevao/JEsismo_reg.html).

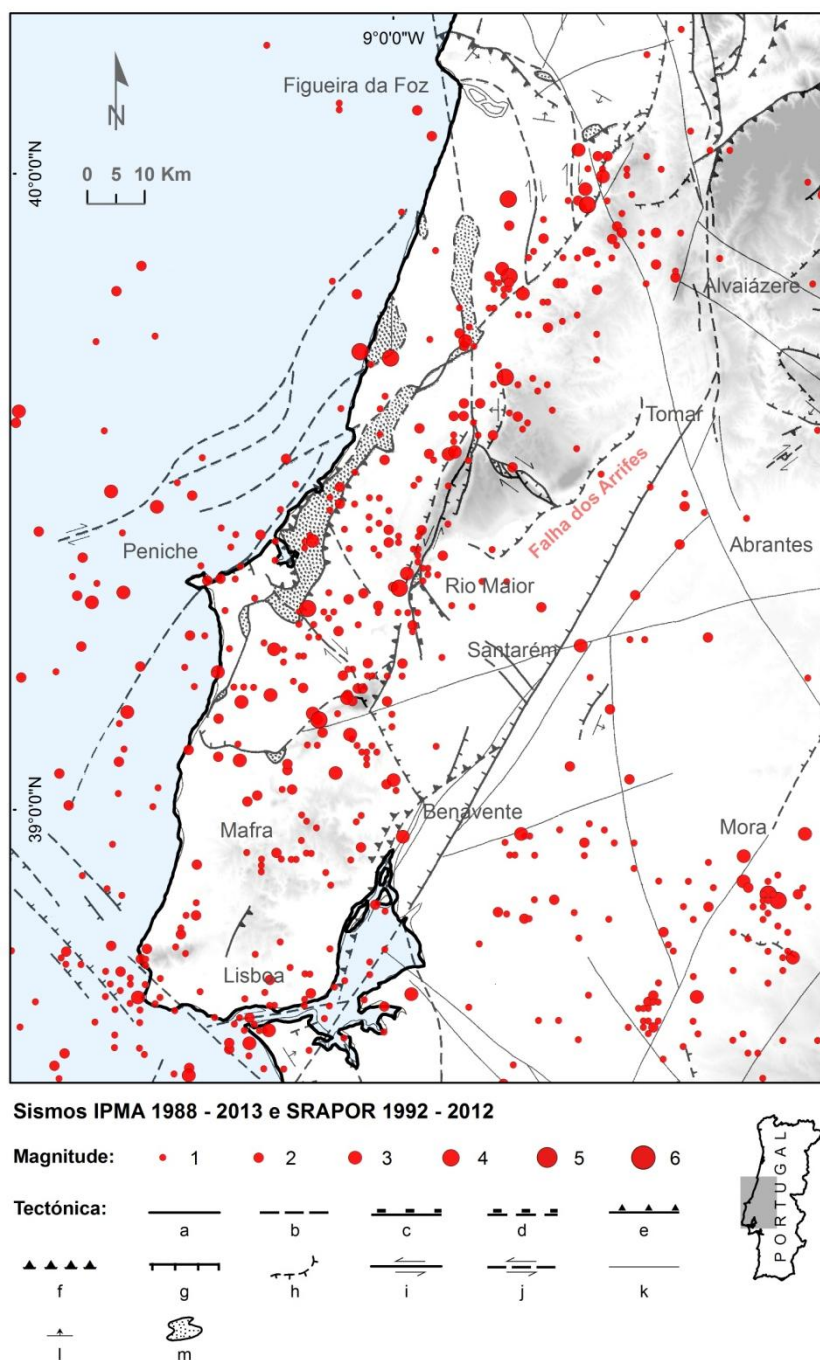


Figura 18 - Sismicidade histórica e instrumental na região da Estremadura e áreas adjacentes, compreendida entre 1988 e 2012. Legenda Tectónica: - a) - Falha ativa com tipo de movimentação desconhecida; b) *idem* falha provável; c) Falha com componente de movimento vertical de tipo normal (marcas no bloco inferior); d) *Idem* falha provável; e) - Falha com componente de movimento vertical de tipo inverso (marcas no bloco superior); f) - *Idem* falha provável; g) - Falha de inclinação desconhecida, com componente de movimentação vertical (marcas no bloco inferior); h) - *Idem* falha provável; i) - Falha de deslizamento (setas indicando o sentido da movimentação); j) - *Idem* falha provável; k) - Lineamento geológico podendo corresponder a falha activa; l) - Basculamento; m) - Diapiro activo, certo e provável (a tracejado). Base a cinzento corresponde à hipsometria (acima dos 200m) resultantes das Cartas Militares de Portugal, 1:25 000, Série M888, Ed. 2002 do IGeoE Datum 73 Lisboa Hayford Gauss. Base Cartográfica: Carta Neotectónica de Portugal Continental, Escala 1:1000 000 de Cabral e Ribeiro (1988).

2. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

2.1. A ESCARPA DOS ARRIFES

Com a aproximação ao Maciço Calcário Estremenho, e particularmente à Serra de Aire, vindo de sul, a escarpa de falha dos Arrifes surge-nos como um elemento morfológico contrastante, distinguindo-se, desde logo, por uma linha vigorosa e abrupta de íngremes vertentes rochosas voltadas para SE, que se erguem, como uma verdadeira muralha, sobranceiras à Bacia do Tejo (**fig. 19 e 20**).

Imposta pelo traçado estrutural, a sua presença vinca-se na paisagem por dois compartimentos topográficos de orientação NE-SW mas morfológicamente distintos. O ramo Norte, que se desenvolve entre Carregueira/Fungalvaz-Moitas Venda-Vale da Trave (v.g. do Estudante -249m), sobressai por um alinhamento de vertentes escarpadas, de segmentos rochosos, retilíneos e declivosos, com altitudes que variam entre os 170-270m e declives que ultrapassam por norma os 30°, chegando mesmo a superar os 40° na Rexaldia, Alqueidão, Almonda, Pena dos Corvos e Casais do Arrife (**fig. 21, foto 17**). O seu comportamento orográfico é fortemente contrastante, definindo um ressaltado linear bastante sinuoso, que vai ganhando importância para SW, tornando-se mais elevado e abrupto até atingir a sua máxima expressão, com 100m de altura, no vértice geodésico do Almonda (242m) e no seu ponto culminante aos 270m de altitude em Casais do Arrife. Porém, entre os dois pontos mais elevados, a escarpa rebaixa até aos 50m e é pontualmente interrompida pelo acidente transversal da Falha de Minde em Moitas Vendas. Ao longo da sua extensão a falha exhibe alturas variáveis, directamente relacionadas com o rejeito da falha e com a litologia predominante de cada secção. O vigor da escarpa é mais forte no sector entre Pena dos Corvos e o Vale da Trave e no Arrife do Almonda, onde se observa uma queda mais acentuada e abrupta das altitudes entre o Maciço Calcário e a Bacia do Tejo (desníveis de 100m e altitudes superiores a 200m), enquanto os sectores menos vigorosos são observados na extremidade a N da escarpa com altitudes que variam entre os 150 e os 200m e desníveis entre os 50 e os 80m.



Foto 17 - Panorâmica do Ramo norte da escarpa de falha dos Arrifes vista de Videla.

Por sua vez, o compartimento sul, que define o bordo meridional do sinclinal de Monsanto expõe um escarpado com contornos mais imprecisos na paisagem. Aqui os Arrifes formam uma linha mais elevada de cabeços rochosos que, na sua maioria, se encontra bastante degradada e entalhada pelas linhas de água, surgindo por vezes reduzida a segmentos retilíneos de vertentes comuns. Esta estende-se por mais de 20km, desenhando uma linha arqueada, pontualmente descontínua, cujos cumes se elevam entre os 150 e os 220m de altitude e culminam aos 220m junto ao vértice geodésico de Penas do Prado (**foto 18**). As suas vertentes destacam-se com desníveis entre os 30 e os 60m e declives na ordem 25° e 35°, portanto com um ressalto topográfico menos significativo que o que se identifica no compartimento norte.



Foto 18 - Escarpa dos Arrifes do Ramo Sul no lugar do Prado.

Quanto ao rejeito da falha, este é particularmente acentuado na extremidade sul dos Arrifes, entre Aldeia de Além e Alcanede, onde se verifica um plano de rejeito quase vertical, com a formação de uma "parede topográfica" com cerca 50m de altura máxima, constituída por calcários cretácicos, entre as planícies aluviais do Ribeiro do Carvalhoso, a NE e da Ribeira de Alcanede, a SW (**foto 19**). O contraste entre a vertente escarpada e a superfície aplanada é tal que no topo dos Arrifes, à cota dos 145m, foi edificado um pequeno castelo.

No restante compartimento o rejeito é de sensivelmente 50 a 60m no sector onde afloram os calcários do Jurássico, entre Casais da Espinheira, Prado, Espinheiro até ao Alviela, diminuindo significativamente para norte, até Monsanto, com cerca de 30m de desnível com as colinas da Bacia do Tejo.



Foto 19 - Escarpa dos Arrifes em Alcanede, junto ao Castelo.

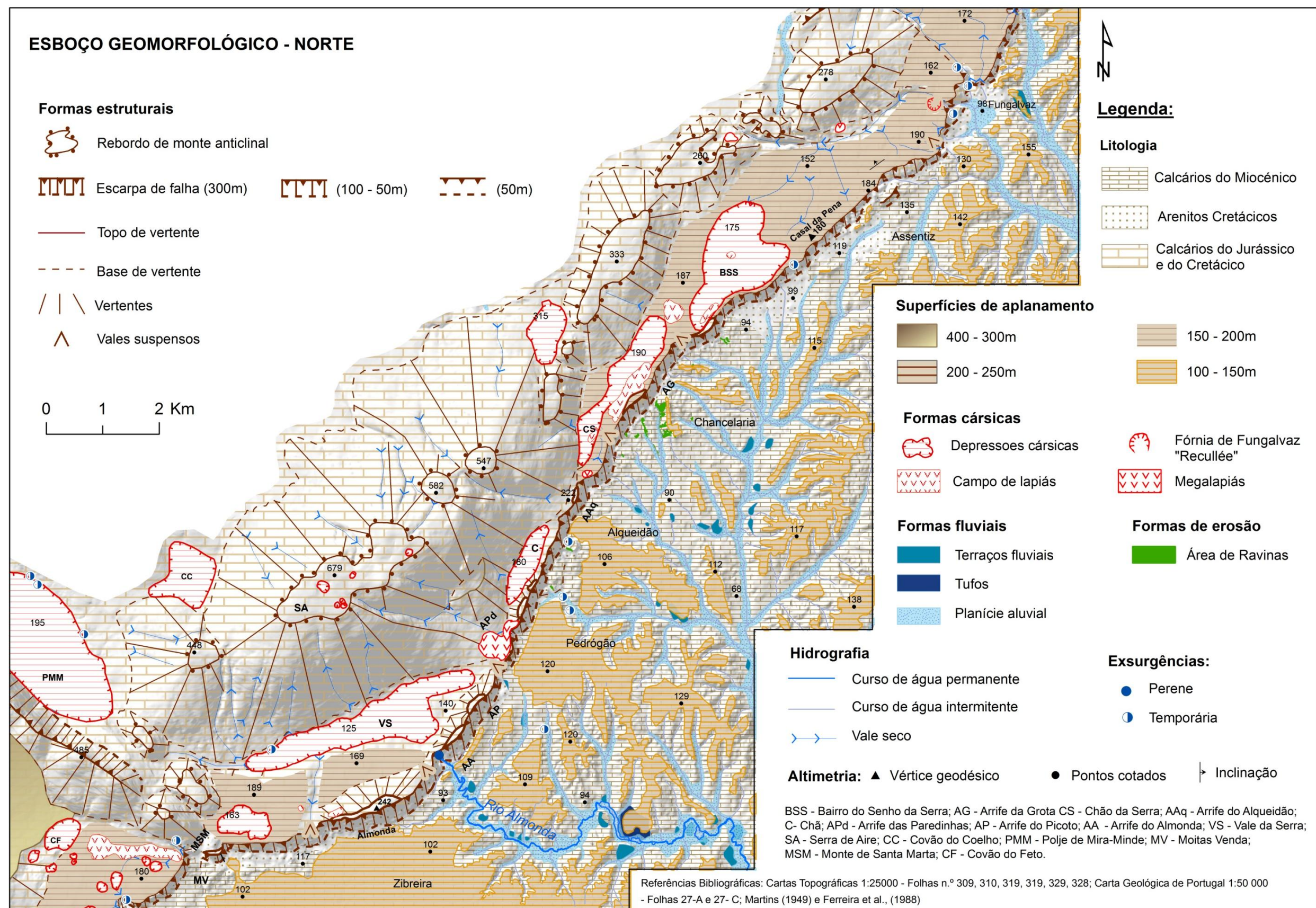


Figura 19 - Esboço Geomorfológico do sector norte da área de estudo.

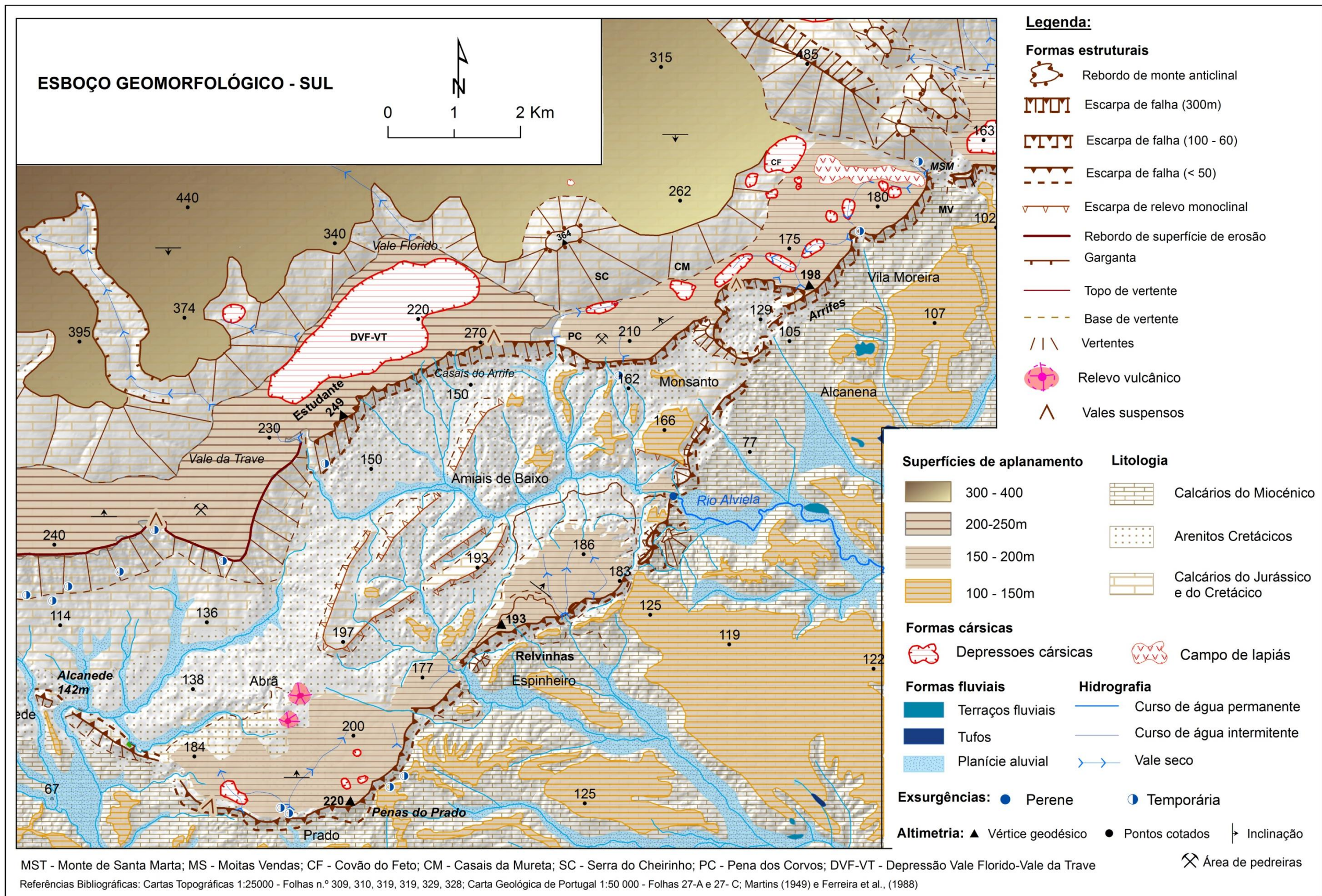


Figura 20 - Esboço Geomorfológico do sector sul da área de estudo.



Escarpa dos Arrife em Pena dos Corvos

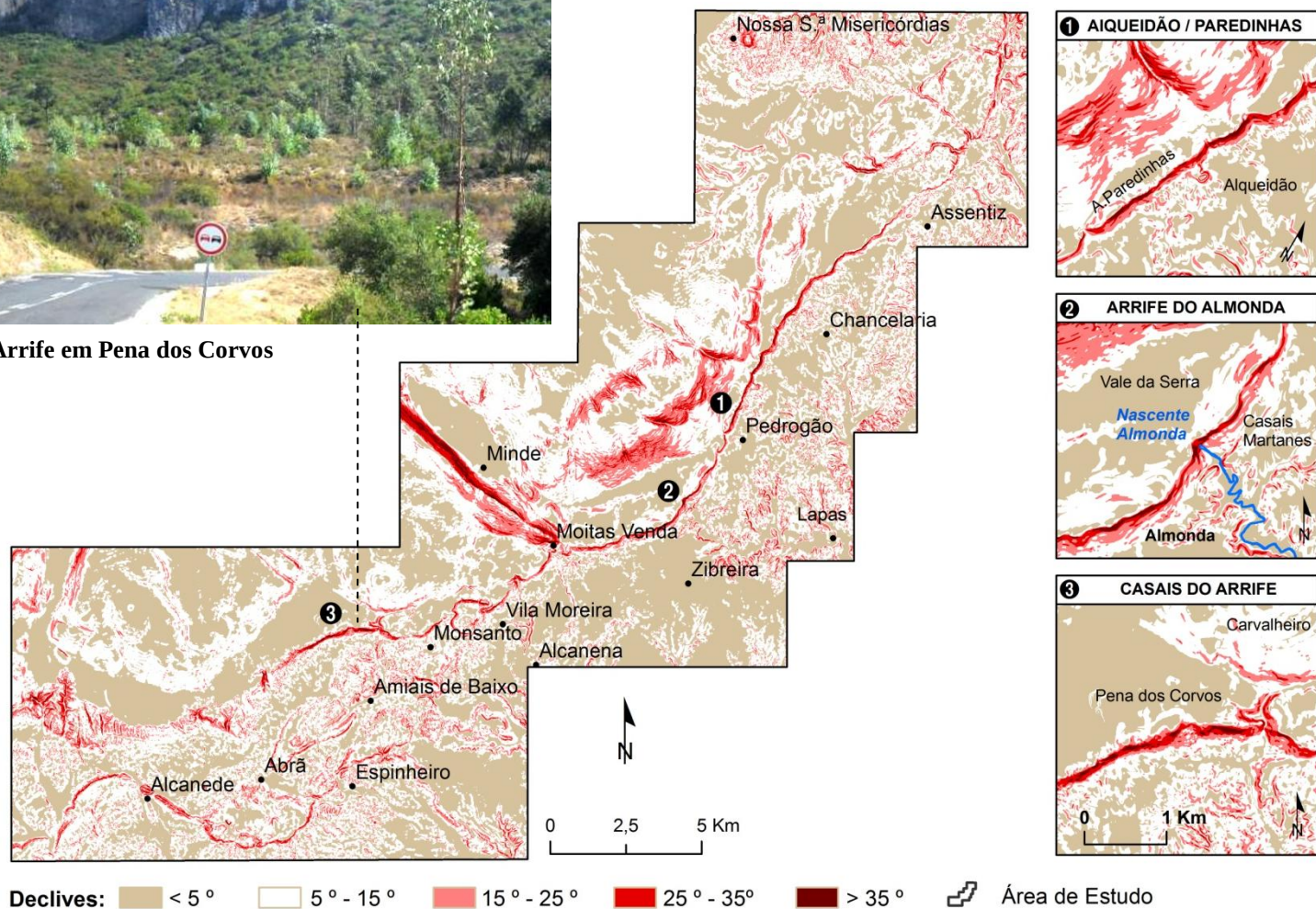


Figura 21 - Mapa de declives da área de estudo, da escarpa dos Arrifes, do sector meridional do Maciço Calcário Estremenho

Mais ou menos salientes na paisagem, os Arrifes devem o essencial da sua forma escarpada à dureza relativa e mesmo à carsificação dos calcários do *Dogger* que coroam o seu topo a contrapendor, pois quando estes não estão presentes, as escarpas rapidamente assumem o aspeto de vertentes convexo-côncavas comuns, uma vez que são constituídas por litologias mais brandas à erosão. Não é demais relembrar que este relevo escarpado traduz a expressão morfológica da falha cavalgante que justapõe as formações jurássicas do Maciço Calcário sobre os depósitos cretácicos e terciários da Bacia do Tejo, e é graças à presença, espessura e resistência do bloco levantado que ele mantém grande parte da sua imponência e do seu vigor.

Com efeito, é no ramo norte, e particularmente a SW de Casal da Pena, que a escarpa de falha se encontra melhor conservada, exibindo os maiores desníveis e formas de relativa frescura. As suas vertentes assumem uma forma compósita, muito variada e complexa, condicionada por um lado pela rejeição e pelas características das rochas que a compõem e, por outro pela sua evolução.

O seu cume é marcado pela alternância de bancadas espessas, resistentes e acinzentadas de calcários micríticos, calcários calciclásticos dolomitizados do *Dogger* e pontualmente de calcários margosos do *Malm*, que formam topos em crista (Arrife do Picoto) ou em pequenos patamares, ao mesmo tempo que desenham cornijas rochosas, quase contínuas, com exposições que alcançam mais de 20m, com setores de extrema verticalidade (p.ex. Pena d'Água, Pena dos Corvos). Já na base da vertente, composta essencialmente por arenitos cretácicos e terciários mais brandos à erosão, os taludes são geralmente mais baixos e suaves com tendência para a concavização na base.

Os contrastes entre os troços retilíneos (nos calcários do topo) e os tramos inferiores (nos arenitos) são contudo bastantes nítidos, expondo declives superiores a 30° nos primeiros e declives entre os 25° e os 10° nos segundos (**foto 20**).



Foto 20 - Escarpa do Arrifes vista do miradouro de Vila Moreira.

No seu conjunto, e ainda que o desnível seja reduzido em relação às colinas gresocalcárias da Bacia do Tejo (máx. de 100m), o contraste morfológico é forte, como se vê no mapa de declives da **figura 21**. Qualquer que seja o ângulo escolhido, a escarpa assume, quase sempre, um aspeto áspero e pedregoso e a sensação de um levantamento brusco, nalgumas áreas quase na vertical.

Enquanto as diferenças litológicas e tectónicas expressam um evidente controlo na configuração geral do relevo, a erosão, através de vários processos, responde pela sua evolução atual, atuando de modo diferencial. O traçado irregular com saliências, recôncavos e oscilações de altura revela não somente um recuo paralelo à linha de falha, como também um recuo perpendicular a esta, em regra relacionado com a presença de fraturas secundárias.

A erosão diferencial é marcada pelo domínio de processos esporádicos mas rápidos de desabamento, no tramo da cornija calcária, e de uma degradação erosiva comandada por processos mais ou menos lentos e de pequena amplitude, que originam sulcos, ravinamentos e deslizamentos nas litologias mais brandas que constituem o sector inferior da vertente.

Os desabamentos ocorrem sobretudo nos sectores de rocha calcária bastante fraturada e em áreas de elevado declive e de perfil retilíneo, provocados na sua maioria pela ação dos processos de carsificação que, ao promoverem o alargamento das diáclases por dissolução, facilitam a queda dos blocos. As evidências das suas ocorrências encontram-se ao longo de toda a vertente sob a forma de grandes caos de blocos, alguns deles provavelmente herdados do último período frio (RODRIGUES, 1998) e de extensas cascalheiras com grandes quantidades de material rochoso (**foto 21A e B**), assim como são denunciadas pela presença de algumas cicatrizes de deslocamento e pela abertura ao meio exterior de algumas grutas, sendo atualmente visíveis grandes blocos no interior da represa do Almonda, por exemplo (ZILHÃO, 2009; MARTINS, 2011).

Ao nível do sector inferior da vertente, os deslizamentos são bastante recorrentes, sendo particularmente visíveis no Arrife de Alcanede (**foto 22**) e nos sectores de taludes artificiais das estradas e caminhos que intersejam a escarpa. Não obstante, a primazia na modelação do perfil da vertente cabe à erosão hídrica, que contribui para algumas evidências de erosão acelerada, sobretudo comandada pela escorrência concentrada, dando origem ao aparecimento e desenvolvimento de ravinas

de dimensões métricas e relativamente profundas, com particular expressão no Arrife do Pafarrão.

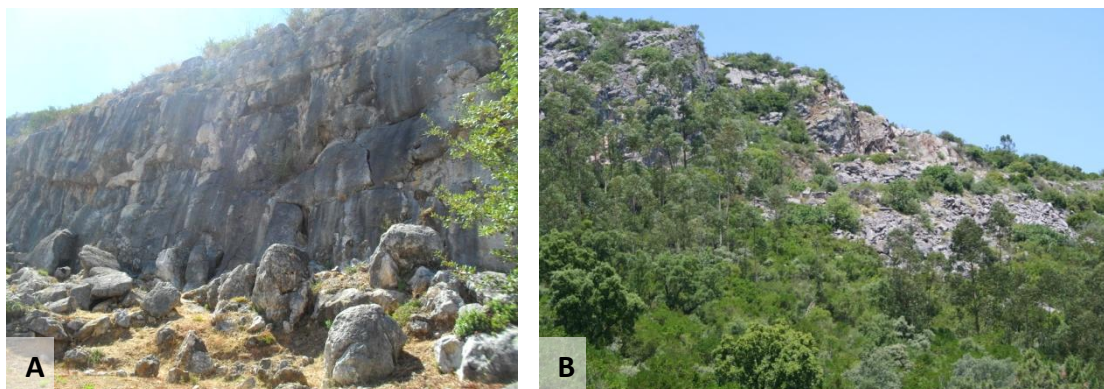


Foto 21 – Vestígios de desabamentos na escarpa dos Arrifes: A - em Vila Moreira; B - no Pafarrão (Chancelaria).



Foto 22 – Cicatrizes de deslizamento no Arrife de Aldeia de Além, Alcanede.

O recuo perpendicular da escarpa é guiado essencialmente por linhas tectónicas de fraqueza e por um forte encaixe da rede de drenagem nos sectores não calcários. O controlo estrutural na configuração do relevo é bastante notório por exemplo nos Arrifes das Paredinhas, do Picoto, do Almonda, Moitas Venda e Pena dos Corvos, onde falhas transversais deformam o substrato, provocando o rebaixamento da escarpa que chega a alcançar os 40m a 60m de desnível (no Almonda e no Picoto respetivamente) (**fig. 22**). No caso particular de Moitas Venda, a escarpa não só diminui em altura (para os 50m), como também é pontualmente interrompida pela Falha de Minde, cuja presença está no entanto bem traduzida na paisagem pela Escarpa da Costa de Minde, com um rejeito na ordem dos 300m.

Naturalmente, estas linhas de fratura são ou foram aproveitadas pela rede de drenagem, em contextos climáticos mais húmidos, o que se traduz hoje, pelo entalhamento da escarpa com numerosos vales secos, muitos dos quais suspensos (por falha), formando acentuados recôncavos e tornando-a mais baixa, degradada e com declives mais suaves.

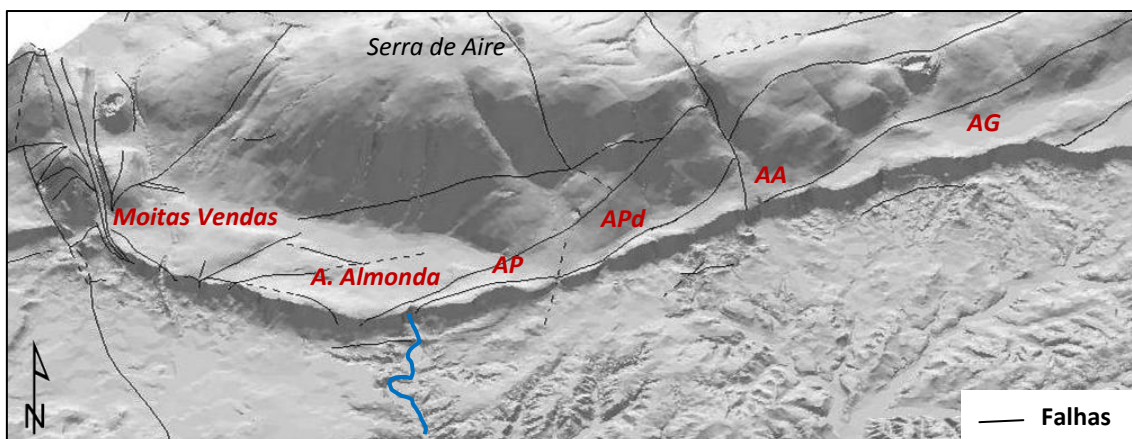


Figura 22 - Controlo estrutural da escarpa dos Arrifes no ramo norte, no sopé da Serra de Aire. Legenda: AG - Arrife da Grotta, AA - Arrife do Alqueidão, APd - Arrife das Paredinhas, AP - Arrife do Picoto.

A existência destes desníveis morfológicos causados por falhas transversais e por uma série de valeiros suspensos que "rasgam" a escarpa a mais de meia-encosta são algumas das evidências que atestam bem a juventude do relevo e a eventualidade da importância da tectónica quaternária na arquitetura dos Arrifes. Diga-se porém, que essa juventude bem pode ser aparente, pois a natureza do material da escarpa e as condições hidrográficas do maciço contribuem para que as formas se conservem (MARTINS, 1949).

2.2. ESPECIFICIDADE GEOMORFOLÓGICA DA ESCARPA DOS ARRIFES

Muito embora a escarpa dos Arrifes assuma maior relevância pelo edifício estrutural, grande parte da sua singularidade geomorfológica e valor patrimonial estão, em larga medida, associados ao conjunto de processos e formas cársticas que se desenvolvem nas litologias calcárias e dolomíticas do seu reverso.

Em termos morfológicos o reverso da escarpa do ramo Norte coincide com um estreito patamar aplanado, com 1 a 2km de largura máxima, que circunda a base oriental da Serra de Aire entre os 150-200m e que se prolonga, após uma pequena interrupção em Moitas Venda, pelo bordo sul do Planalto de Santo António com um nível altimétrico ligeiramente superior (200-250m). Já o reverso do compartimento sul corresponde à superfície deprimida do sinclinal de Monsanto, que se encontra tectonicamente abatida relativamente ao Planalto de Santo António, que constitui o seu bordo norte levantado. Embora esta esteja coberta por um complexo gresoso de formações cretácicas, na linha dos Arrifes aflora uma pequena mancha de rochas calcárias, que promove o desenvolvimento de relevos salientes e de pequenas superfícies mais ou menos aplanadas (fig. 21).

O comum destas áreas, é que ambas correspondem a superfícies bastante trabalhadas pela erosão, onde predomina uma evolução cárstica do relevo fortemente condicionada pela deformação estrutural do acidente cavalgante dos Arrifes. Aqui, a ausência de cursos de água organizados à superfície é um dos traços mais marcantes da paisagem, cuja presença foi paulatinamente desaparecendo em função da fracturação e diaclasamento das rochas calcárias, dando lugar ao predomínio de uma circulação subterrânea.

É esta conjugação de uma complexa tectónica como uma "permeabilidade em grande" do substrato rochoso que condiciona, de modo visível, a morfologia geral e de pormenor desta área, dando origem a relevos associados a dobras e ao desenvolvimento de um conjunto notável de processos e de formas cársticas *sui generis*, tanto à superfície como em profundidade, que apresentaremos de seguida.

2.2.1. FORMAS CÁRSICAS SUPERFICIAIS

É essencialmente na plataforma aplanada que antecede a escarpa dos Arrifes do ramo Norte, e a que Fernandes MARTINS (1949) definiu como "rebordo de erosão", que vamos encontrar um maior número e uma maior diversidade de formas cársticas e flúvio-cársticas superficiais de grande importância geomorfológica, que combinam traços próprios da rocha calcária com os da estrutura e dos processos cársticos. Entre elas distinguem-se formas de pormenor e de grande dimensão, tais como campos de lapíás, megalapíás, dolinas, grandes depressões, *recullés*, canhões e vales secos.

2.2.1.1. LAPIÁS E MEGALAPIÁS

De um modo geral, toda a área calcária do bloco levantado mostra afloramentos da rocha nua, com sulcos mais ou menos profundos e parcialmente exumados da *terra rossa*, que no seu conjunto dão origem aos designados campos de lapíás (MARTINS, 1949). Estas formas elementares, que se encontram mescladas por entre densas áreas de mata do tipo *garrigue*, são as que melhor evidenciam a existência de processos de dissolução ativos à superfície, uma vez que derivam do trabalho de dissolução (e também mecânico) das rochas calcárias pelas águas de escorrência que se infiltram nas suas fraturas, diáclases e juntas de estratificação.

Apesar do predomínio de formas em exumação é possível observar-se o predomínio de lapíás em sulcos arredondados (*Rundkarren*, RODRIGUES, 2012)

associados a atuação prolongada e mais agressiva das águas retidas nos depósitos argilosos que os colmatam. No entanto, por entre estas formas de pormenor encontram-se também algumas ocorrências muito localizadas de megalapiás (lapiás ruiniformes) com formas típicas já reconhecidas em outras regiões cársicas (NICOD, 1954; CRISPIM, 1987; RITA e LOPES, 2002; FORTE, 2008).

Os megalapiás ocorrem essencialmente nos calcários dolomíticos do Bajociano, em elementos isolados ou em grandes concentrações e num contexto de grande proximidade com o acidente cavalgante, em áreas de fraco declive ou em depressões aplanadas. Na área de estudo estes podem ser observados na Lagoa do Furadouro (junto à pedreira), no Chão da Serra (Chancelaria), no Arrife das Paredinhas (Pedrógão), próximo do Covão do Feto e em Paiã (no reverso da Serra do Cheirinho; CRISPIM, 1995; RODRIGUES, 1998). De todos, os megalapiás mais admiráveis, pelas suas dimensões, densidade e estética são os megalapiás do Chão da Serra e do Pedrógão.

Os primeiros encontram-se dispersos pela depressão aplanada do Chão da Serra, que se desenvolve entre o sopé do anticlinal da Lagoa do Furadouro, sensivelmente à cota dos 190m e na vertente reversa do Arrife da Grotta. Aqui, observam-se blocos calco-dolomíticos pedunculados e em dorsos com cerca de 2 a 3m de altura máxima, totalmente expostos em áreas agricultadas atapetadas de terra *rossa* (**foto 23**). São lapiás residuais, que pela sua dureza resistiram à ação dissolução e que poderão corresponder a formas antigas, com evolução superficial e/ou sob cobertura e que hoje estão completamente exumados da sua cobertura.

Neste local, as formas lapias de menores dimensões são também muito variadas e abundantes podendo-se encontrar lapiás em caneluras, meandriformes e alvéolares (RODRIGUES, 2012), com frequente presença de pias de dissolução circulares e dissimétricas, geralmente de pequenas dimensões, que testemunham o processo de dissolução cársica atual associado à permanência mais ou menos prolongada da água da pluvial.

O campo de megalapiás do Pedrógão dista cerca de 5km para SW do anterior e desenvolve-se ao longo da vertente reversa do Arrife das Paredinhas, entre os 170 e 190m, próximo do lugar de Casal de João Dias (Pedrógão). Com uma distribuição concentrada por entre pinheiros e eucaliptos, os blocos calcários assumem formas arredondadas em torre, dorso e em pináculos, frequentemente com 2 a 3m de altura (RODRIGUES, 1998, **foto 24**). Pelas suas dimensões e pelo arranjo labiríntico entre elas, as pedras nuas impressionam tanto pelo aspeto de conjunto, como pelas suas formas

individuais animais, chegando mesmo Fernandes MARTINS (1949) a descrevê-los como um "cenário de contos de fadas, lembrando menhires ou pórticos derrocados" ou mesmo "cidades encantadas das reminiscências infantis, simulando ruínas".



Foto 23 - Pormenores de megalapiás e de lapiás com pias de dissolução na depressão do Chão da Serra, Chancelaria.



Foto 24 - Pormenor de Megalapiás do Pedrógão existentes no reverso da escarpa do Arrife das Paredinhas.

Neste conjunto notáveis de megalapiás, que parecem representar verdadeiros relevos testemunhos de um paleocarro, a combinação do escoamento das águas pluviais e das influências tectónicas estão bem evidenciadas, denotando-se claramente uma evolução em função da densa rede de fraturas de padrão ortogonal que os afeta.

2.2.1.2. DEPRESSÕES CÁRSICAS FECHADAS

A elevação do maciço calcário relativamente ao nível de freático de base permitiu a completa desorganização da rede de escoamento superficial e consequentemente a existência de numerosas depressões cársicas. Estas encontram-se disseminadas no reverso da escarpa, entre pequenas dolinas e grandes depressões, algumas das quais consideradas como vales cegos ou "poljes incipientes".

É na superfície aplanada do Planalto de Santo António, no reverso dos Arrifes de Vila Moreira até Casal da Mureta, que encontramos uma maior concentração de pequenas dolinas, cuja génese aparenta estar, na sua maioria, associada a antigos vales duma antiga circulação superficial desaparecida. A generalidade destas dolinas têm dimensões métricas e distribuem-se ao longo de vales secos, com formas assimétricas e atapetadas por depósitos gresosos de *terra rossa*, o que leva a crer que se trate de dolinas de talvegue (MARTINS, 1949).

Um dos mais interessantes exemplos destas dolinas é a depressão da Mureta (**foto 25**). Esta corresponde a uma depressão fechada, com cerca de 550m de comprimento e 120m de largura, de fundo plano (170m) e coberto por *terra rossa*, suspensa nos Arrifes de Vila Moreira, que terá evoluído de um vale cego. A sua génese estará associada à presença de uma ribeira que por ali passava e que terá ficado suspensa aquando do soerguimento da escarpa. A inversão de declive e a descida do nível de base provocado por este episódio terá dado lugar aos processos de erosão cársica, favorecendo a dissolução superficial e infiltração das águas, dando origem a uma dolina no talvegue e à eventual perda do curso de água subaéreo por um sumidouro (*ponor*).

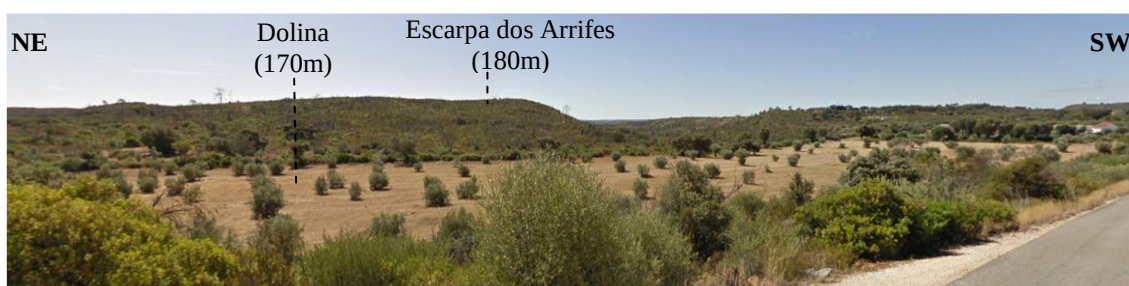


Foto 25 - Dolina da Mureta, visível a partir da estrada que liga o Covão do Feto a Casais da Mureta

Na paisagem, a dolina é facilmente observável junto à estrada que liga o Covão do Feto a Monsanto, a 700m a sudeste do lugar de Casais da Mureta, onde é bastante visível o local por onde a ribeira desembocaria.

Bem próximo desta dolina, encontramos uma outra depressão cárstica já sobejamente conhecida, designada por Covão do Feto (FLEURY, 1917; JACOB, 1938; MARTINS, 1949; THOMAS, 1985; FERREIRA *et al.*, 1988). Esta corresponde a uma depressão fechada, de forma subcircular segundo uma orientação W-E, com cerca de 1 km² de superfície e pouco mais 1600m de comprimento e que se situa a menos de 2km a N do acidente cavalgante dos Arrifes. Sobressai na paisagem pelo seu fundo quase perfeitamente aplanado à cota dos 147m, coberto por sedimentos argilosos (*terra rossa*), e envolvido por vertentes suaves, formando uma grande dolina em celha, com cerca de 40m de profundidade (MARTINS, 1949; RIBEIRO *et al.*, 1988, **foto 26**). Segundo MARTINS (1949) a sua génese estará associada a um vale normal de um curso subaéreo que terá evoluído para um vale cego aquando do soerguimento do Maciço, e, na, sequência da evolução, a ribeira ter-se-á perdido em profundidade e a proximidade com a zona de saturação cárstica terá condicionado o aparecimento da dolina formada por inundações periódicas. Este mesmo autor levanta ainda a hipótese de se tratar de um pequeno polje ainda que pouco característico, já que na atualidade registam-se algumas inundações episódicas (JACOB, 1938; FERREIRA *et al.*, 1988).

Em todo o caso, é uma das formas mais interessantes da morfologia cárstica desta área, que retrata bem os processos de carsificação na evolução da paisagem e que pode ser facilmente observada a partir da estrada que liga Moitas Vendas à Serra de Santo António.

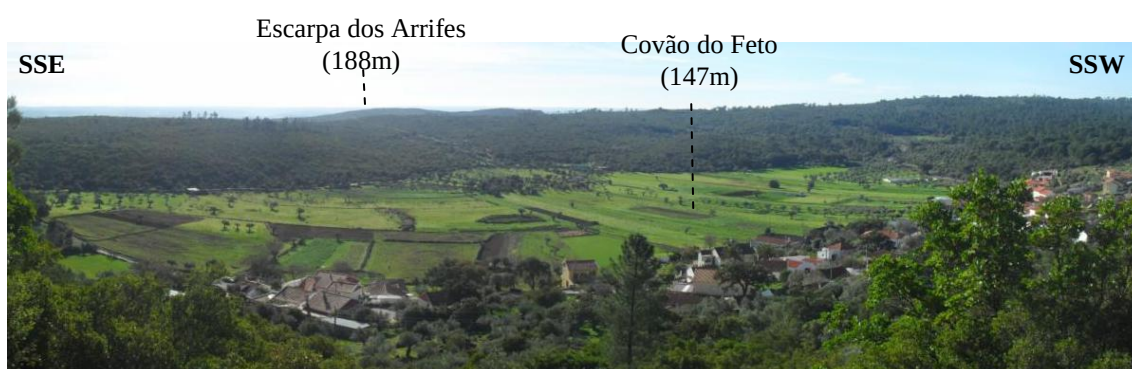


Foto 26 - Covão do Feto no reverso da escarpa dos Arrifes de Vila Moreira.

Entre as depressões de maior dimensão, que apresentam igualmente uma forma fechada, muitas vezes assimétrica, de fundo plano e atapetadas por materiais argilosos,

merecem registo as depressões do Bairro do Senhor da Serra (175m), do Chão da Serra (190m), da Chã (180m), do Vale da Serra (~125m) localizadas na base da Serra de Aire e a depressão do Vale Florido - Vale da Trave (220-230) no Planalto de Santo António. Estas duas últimas distinguem-se como sendo as maiores e as mais interessantes do ponto de vista geomorfológico (MARTINS, 1949; THOMAS, 1985; FERREIRA *et al.*, 1988).

A depressão do Vale da Serra é uma área deprimida, fechada, de fundo plano (~120m), com sensivelmente 5km de comprimento e 1,5km de largura média, que se estende na base meridional da Serra de Aire (e daí o seu topónimo) paralela ao acidente cavalgante dos Arrifes (**foto 27**). Com cerca de 40m de profundidade, esta depressão coincide com uma deformação sinclinal resultante da tectónica compressiva Miocénica responsável pelo cavalgamento dos Arrifes, mas a sua configuração morfológica atual deve-se, em grande medida, ao retoque cársico e à erosão normal introduzidas posteriormente à sua formação (MARTINS, 1949)

No que respeita aos processos de carsificação, estes encontram-se testemunhados pelo aplanamento do seu fundo, atapetado por um espesso manto de *terra rossa* (de 2km), assim como pela presença de uma série de algares (sumidouros) com ligação comprovada à exsurgência da nascente do rio Almonda e que denunciam um extenso e complexo desenvolvimento endocársico sob esta depressão (CRISPIM, 1986, 1995, 2004, 2009).

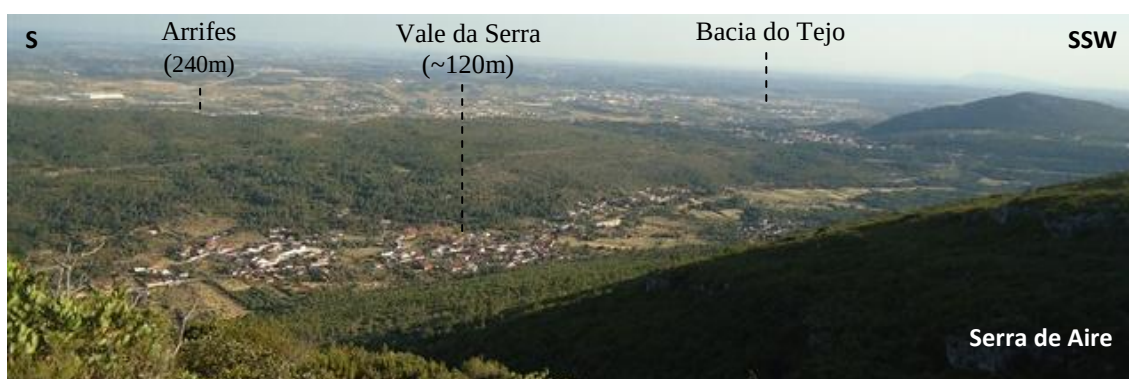


Foto 27 - Panorâmica da Depressão do Vale da Serra vista do Vale das Quebradas da Serra de Aire, para SSW.

Fonte: www.geocaching.com.

Atendendo às suas características geomorfológicas, Fernandes MARTINS (1949) considera tratar-se de um *polje* incipiente, que funciona como uma bacia de receção de uma drenagem endorreica e centrípeta das águas provenientes da Serra de Aire após fortes chuvadas e que alimenta a nascente do Almonda que brota na escarpa dos Arrifes.

Embora não se verifiquem inundações periódicas, como acontece por exemplo no polje de Minde (localizado a 4km a NW), o fundo aplanado da bacia denuncia que no passado este tenha sido inundado permanente ou temporariamente pela subida do nível freático (CRISPIM, 1995). Note-se que nos dias de hoje o nível freático não deve estar muito abaixo do fundo da bacia (que ronda os 120m), já que a nascente perene do Almonda (que fica próxima) situa-se na cota dos 75m.

Quanto à sua morfogénese Fernandes MARTINS (1949) sugere ainda que esta depressão possa ter resultado de um vale normal escavado por uma ribeira proveniente do Cabeço Morto, a N de Casais Robustos, para o qual afluiriam conjuntamente as águas da Serra, que acabariam por desembocar por entre as escarpas dos Arrifes. Após o levantamento tectónico da escarpa e/ou em função da descida do nível de base, a drenagem além dos Arrifes teria ficado suspensa, dando assim origem a uma bacia fechada que propiciou os fenómenos de dissolução do seu fundo (daí resultante a *terra rossa* e o aplanamento) e a eventual perda da drenagem superficial por um sumidouro.

Esta teoria é sustentada pela existência de um largo vale seco entre Casais Robustos ao Vale da Serra e pela própria configuração da depressão em causa, que apresenta uma forma mais alongada em direção aos Arrifes, exatamente na direção da exsurgência do Almonda, onde, alcandorado sobre esta, se encontra um "rasgão" na escarpa (vale suspenso).

Um outro polje incipiente, com localização e evolução semelhante ao do Vale da Serra, ocorre na região de Vale Florido, Carvalheiro e Vale da Trave, no bordo sudeste do Planalto de Santo António (MARTINS, 1949). Embora não seja tão nítido na paisagem como o anterior, este traduz-se numa extensa depressão fechada, com cerca de 2,5km de comprimento e 1,5km de largura, igualmente aplanada (220-230m) e coberta por *terra rossa*, delineando uma forma de "caleira ampla" rodeada a sul pelos cabeços rochosos dos Arrifes (MANUPELLA *et al.*, 2006). Alçada pelo acidente cavalgante acima do sinclinal de Monsanto, a sua génese terá sido condicionada igualmente por uma ligeira deformação sinclinal, sobre a qual um vale normal terá sido escavado por um rio que descia do Planalto de Santo António. Este ter-se-á perdido com a variação do nível de base, associado possivelmente ao soerguimento da escarpa, formando-se assim uma bacia fechada, cuja carsificação retocou (*Idem*).

De igual modo, a sua relevância morfológica deriva não só da sua singularidade enquanto forma cársica, como também da sua eventual relação com a grande

exurgência do rio Alviela que se localiza sensivelmente a 4km a SE desta (no sinclinal de Monsanto).

Contudo, um verdadeiro polje é o de Mira-Minde que também ocorre na área de estudo entre a Serra de Aire/Planalto de São Mamede e o Planalto de Santo António. Trata-se de uma grande depressão tectónica, fechada, de vertentes retilíneas e de fundo plano (~195m), com cerca de 5km de comprimento e 1,5km de largura máxima, sujeita a inundações periódicas (MARTINS, 1945; RIBEIRO *et al.*, 1988; RODRIGUES, 1991). Embora não tenha uma relação morfológica direta com a escarpa dos Arrifes, a sua importância neste estudo advém da sua conexão hidrológica com a circulação hídrica subterrânea que ocorre na faixa dos Arrifes, constituindo uma das zonas de recarga das bacias hidrográficas das principais nascentes cársicas que brotam na escarpa, com veremos mais à frente (CRISPIM, 1995, 2010).

2.2.1.3. FORMAS FLÚVIOCÁRSICAS

Os traços da drenagem efémera desta área e do modo como os cursos de água subaéreos se instalaram não foram, contudo, completamente obliterados pelo retoque cársico. A rede hidrográfica é ainda perfeitamente perceptível nos traçados dos vales secos que terminam, os que se dirigem para o bordo dos Arrifes, em vales suspensos e em algumas formas superficiais que evoluem a um ritmo flúvio-cársico, de que são exemplos a "Fórnica de Fungalvaz" e o canhão da Ribeira de Amiais.

Na extremidade norte dos Arrifes encontramos uma série de vales secos bastante encaixados, com formas em V, que cortam transversalmente as unidades calcárias nas proximidades de Carregueira e Fungalvaz e é na terminação de um desses vales, mais concretamente no Vale da Ribeira da Bezelga, que encontramos a Fórnica de Fungalvaz.

Esta fórnica, como é localmente designada, é esculpida nas vertentes calcárias do vale e traduz-se num recuo pronunciado da vertente em forma de anfiteatro (**foto 28A**). A sua presença sobressai pelo forte contraste entre as suas vertentes declivosas (>35°) e o talvegue da Ribeira, que aqui assume um fundo plano. A génese e evolução desta forma estão associadas à presença de uma exurgência temporária localizada na sua cabeceira que, aproveitando a existência de fraturas transversais, promove a sua erosão remontante.

O canhão da Ribeira de Amiais corresponde a um pequeno vale em U bastante estreito e de vertentes verticais, que corta a escarpa dos Arrifes no Alviela com mais de

10m de incisão (**foto 28B**). Escavado em calcários maciços do *Dogger*, este pequeno canhão estende-se por cerca de 100m no reverso da escarpa, mantendo uma hidrografia de fundo associado à ressurgência da Ribeira de Amiais e à exsurgência temporária do Poço Escuro. A sua evolução fluvial é testemunhada pela presença de marmitas no talvegue e de algumas reentrâncias de desenvolvimento horizontal abertas nas suas vertentes, que denunciam claramente um vincado predomínio da erosão mecânica turbilhonar e, simultaneamente, um trabalho mais lento e contínuo de dissolução que vai afundando o seu leito.

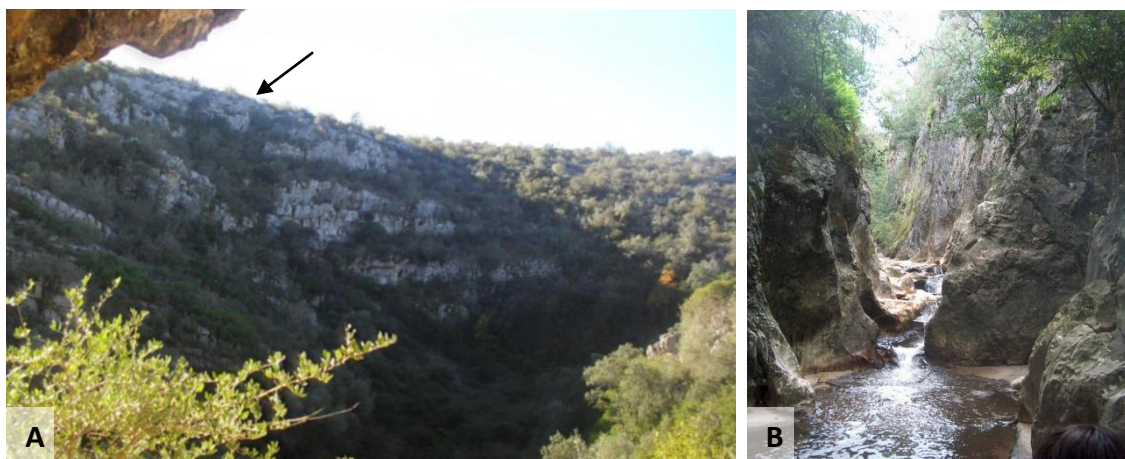


Foto 28 - Formas fluviocársicas: A - Fórnica de Fungalvaz no Vale seco da Bezelga; B - Canhão do Alviela.

Não podemos deixar ainda de referir que é na extremidade deste canhão que se localiza a importante exsurgência da nascente do Rio Alviela, à qual se juntam, não só as águas que circulam no seu vale, como também as águas que brotam, durante a estação pluviosa, das pequenas exsurgências que se situam nas suas paredes.

2.2.2. FORMAS ENDOCÁRSICAS

Com base na compilação da informação espeleológica que realizámos da área de estudo (**Fig. 24**, Anexo I) podemos afirmar que a carsificação profunda na faixa dos Arrifes é bem mais desenvolvida, com formas provavelmente mais antigas do que as formas superficiais (MARTINS, 1949; CRISPIM, 1995).

Aqui encontramos mais de duas centenas cavidades subterrâneas, entre lapas e algares, fósseis e ativas, com dimensões variadas e de maior e menor interesse espeleológico, que traduzem bem o desenvolvimento endocársico associado à circulação hídrica subterrânea (passada e atual) e que estão na origem das principais exsurgências existentes na escarpa dos Arrifes. Este número é certamente um valor aproximado por

defeito, resultante exclusivamente das raras e dispersas informações atualmente disponíveis, já que as poucas notas que se encontram na literatura científica são sobretudo das cavidades com interesse arqueológico e/ou biológico.

Entre a mais de meia centena cavidades atualmente conhecidas na faixa dos Arrifes, a mais importante do ponto de vista espeleológico e geomorfológico é o complexo de grutas da Nascente do Almonda (**fig.24, n.º14**), com um desenvolvimento de cerca de 13km, que corresponde, simultaneamente, ao maior sistema cársico conhecido em Portugal (NEUA, 2013).

A gruta do Almonda integra um vasto conjunto de galerias subterrâneas, ativas e fósseis, com topografia e dimensões muito variadas, que se desenvolvem em calcários do *Dogger*, claramente condicionadas pela estrutura, assumindo uma direção geral NE-SW coincidente com o sistema de falhas do Arrifes (CRISPIM, 1995 - ver ficha n.º14, Anexo I). Situada no Cabeço de Pias (Vale da Serra), a sua presença estende-se paralelamente ao Arrife do Picoto (Casal João Dias, Raposeira) até ao Arrife do Almonda terminando abruptamente na escarpa dos Arrifes, em calcários do *Malm*, junto à exsurgência do Rio Almonda, onde se encontra aberta ao meio exterior uma das principais entradas da gruta (Galeria da Cisterna - **foto 29**), bem como de algumas das suas galerias fósseis, tornadas famosas pelo seu espólio arqueológico (Gruta da Oliveira, Galeria dos Ursos, Galerias Pesadas - ZILHÃO *et al.*, 1991, 1993, 2010, 2013), que surgem escalonadas a diferentes altitudes ao longo da escarpa (**fig.23**).

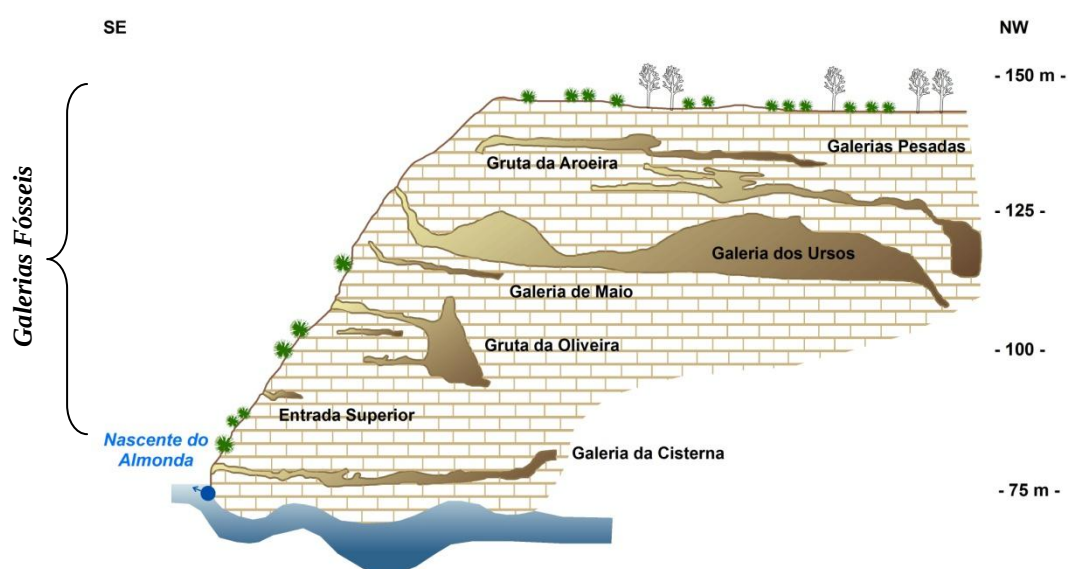


Figura 23 - Perfil esquemático do sistema cársico da nascente do Almonda, no Arrife do Almonda (adaptado de HOFFMANN *et al.*, 2012).

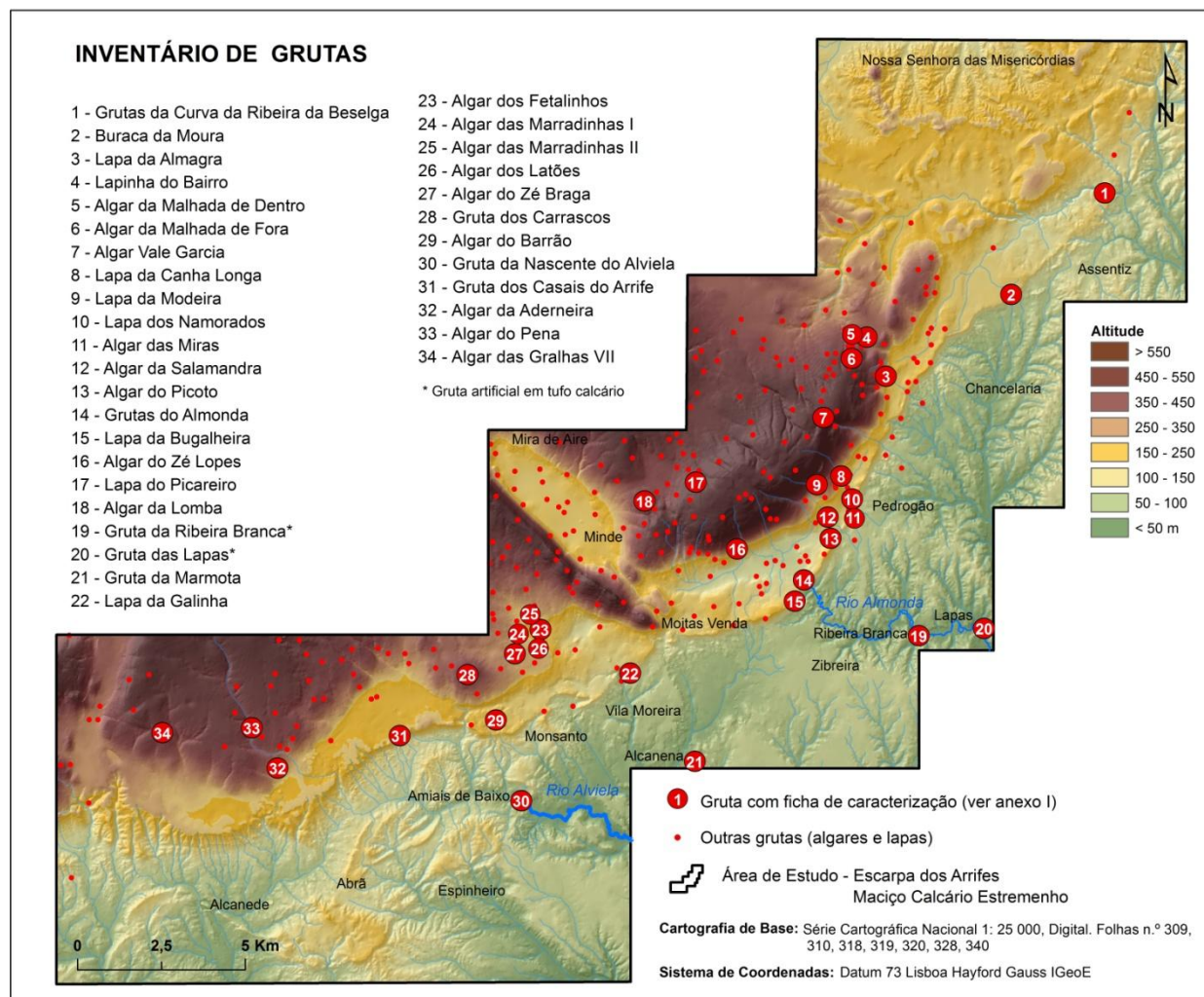
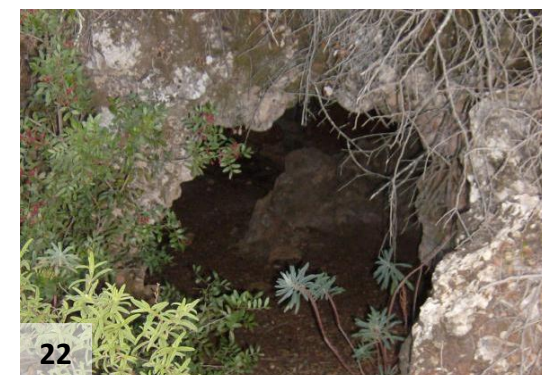


Figura 24 - Inventário das grutas existentes na área de estudo, com base do Cadastro de Grutas do Maciço Calcário Estremenho realizado por Crivarque, Lda (2006) e outros estudos (Ver Anexo I).



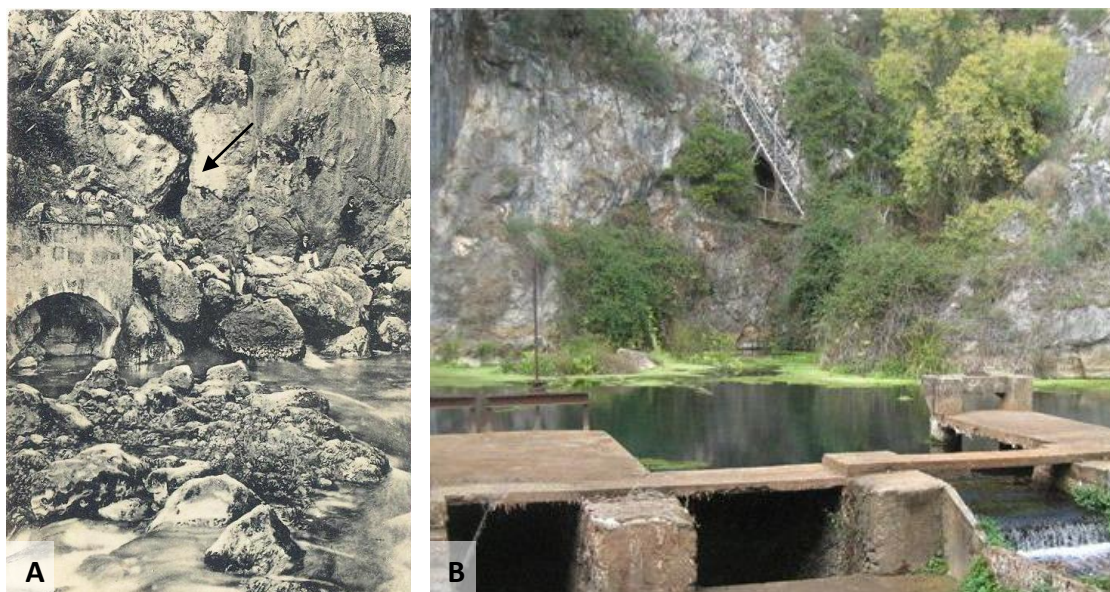


Foto 29 - Gruta do Almonda e exsurgência da Nascente do Rio Almonda situadas na base da Escarpa dos Arrifes em Casais Martanes, antes da construção da fábrica da Renova (A) e atualmente (B).

Fonte: A - Arquivo Histórico da Câmara de Torres Novas

Pela rede de galerias ativas circulam duas ribeiras subterrâneas (Oeste e Norte), cujas águas têm uma ligação comprovada com os sumidouros do Polje de Minde e do polje incipiente do Vale da Serra (CRISPIM, 1986, 1995; RODRIGUES *et al.*, 2002) e que confluem no interior gruta, numa galeria inundada a ~5m abaixo da Galeria da Cisterna. Estas ribeiras emergem posteriormente à superfície na base da escarpa dos Arrifes, a cerca de 75m de altitude, dando origem à Nascente do Rio Almonda. Os caudais desta importante exsurgência perene, que variam em média entre os 20000m³/dia e 1000000m³/dia e atingem um caudal de cheia de 45000000 m³/dia (THOMAS, 1985; CRISPIM, 1995), expressam bem a dinâmica da drenagem subterrânea desta área, assim como do nível da zona freática ou de saturação permanente do aquífero cársico que esta área encerra, visto que as suas galerias subaquáticas foram exploradas até a uma profundidade máxima de 78m (NEUA, 2013).

Imediatamente junto à nascente, as suas águas são aproveitadas para fins industriais, nomeadamente pela Fábrica de papel da Renova onde, através de uma represa, é captada a água necessária ao abastecimento da fábrica.

No interior das diversas galerias encontra-se uma grande variedade de formas e concreções de rara beleza (destacando-se as da "Sala Dourada"), que permitem não só observar a influência dos fatores estruturais na sua génese, evolução e direcionamento das circulações hídricas, como também de marcas de correntes fossilizadas no manto

estalagmítico e de diferentes padrões das antigas drenagens subterrâneas que condicionaram a formação das galerias sob regime freático e vadoso (**foto 30**). De acordo com as datações dos mantos estalagmíticos obtidas por CRISPIM (1995) algumas das cavidades fósseis, mesmo aquelas relativamente pouco elevadas acima das redes atuais, poderão ser significativamente mais antigas do que grande parte da evolução cársica que se considera ser quaternária. São estas características geomorfológicas que fazem com que a gruta do Almonda seja considerada um verdadeiro "santuário espeleológico", um dos casos mais emblemáticos para a compreensão do funcionamento da rede hidrográfica subterrânea, bem como das principais fases de evolução espeleogenética e paleoambiental da região.

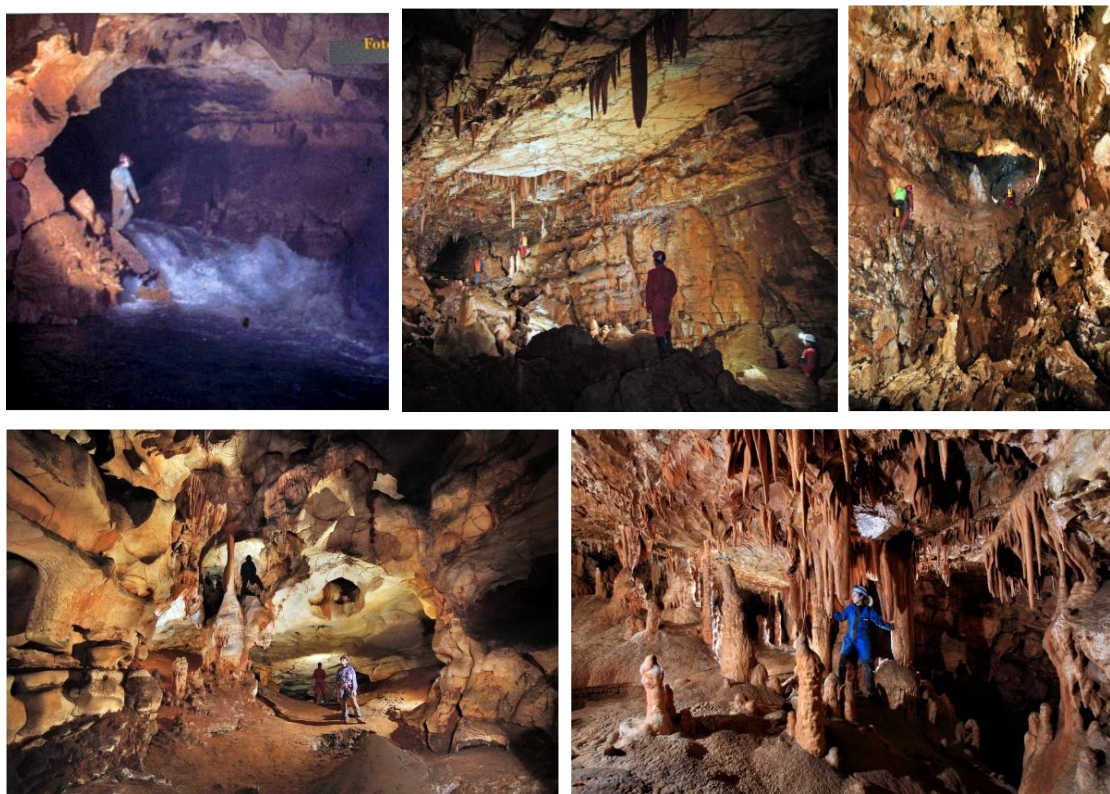


Foto 30 - Alguns pormenores do interior da Gruta do Almonda.

Fonte: A - RODRIGUES *et al.*, 2002; B, C e E www.espeleofo.com (Roberto F. Garcia)

Para além da Gruta do Almonda, destaca-se também a Gruta dos Olhos d'Água do Alviela, como sendo a mais profunda na faixa dos Arrifes, com cerca de 135m de profundidade (www.spe.pt). Esta corresponde a um conjunto de galerias fósseis e ativas, com cerca de 1,5km de extensão, que se desenvolvem no reverso da escarpa dos Arrifes do Alviela (no ramo sul), num pequeno bloco calcário do Jurássico Médio e que no seu

conjunto dão origem um sistema de perdas, exsurgências e ressurgências responsáveis pela Nascente do Rio Alviela

Neste local encontra-se uma gruta-sumidouro, com cerca de 250m de extensão, por onde se perde em profundidade a Ribeira de Amiais (**fig. 25**). Um pouco a jusante da perda encontra-se uma depressão de abatimento da cavidade, onde, para além de se poder observar, na sua base, o leito subterrâneo da ribeira, são igualmente visíveis as galerias fósseis que representam o seu antigo leito e que atualmente constituem local de abrigo de importantes colónias de morcegos. Após um curto percurso subterrâneo (250m), a ribeira retorna à superfície através de uma ressurgência, num local próximo da Exsurgência do Poço Escuro. O Poço escuro é uma exsurgência localizada na base do vale onde desemboca a Ribeira de Amiais e que é normalmente emissiva em invernos particularmente chuvosos, dando origem a caudais torrenciais. A confluência das suas águas formam a jusante um estreito canhão (o canhão fluviocársico do Alviela) e confluem na extremidade deste com a grande exsurgência perene dos Olhos d'Água do Alviela que nasce na base da escarpa dos Arrifes.

A exsurgência cársica dos Olhos d'Água do Alviela, que dá origem ao Rio Alviela, é considerada como uma das mais importantes e mais caudalosas exsurgências cársicas do Maciço Calcário Estremenho e até mesmo do território nacional (THOMAS, 1985). Situa-se a cerca de 55m de altitude na linha de cavalgamento dos Arrifes sobre as formações impermeáveis da Bacia do Tejo e chega a debitar 1,5 milhões de metros cúbicos de água por dia em pico de cheia, sendo o seu caudal de estiagem raramente inferior a 30 000 m³/dia (PARADELA e ZBYSZEWSKI, 1971; THOMAS, 1985; CRISPIM, 1995). Com uma bacia de alimentação estimada em 180km², associado aos escoamentos subterrâneos dos Planaltos de Santo António e de S. Mamede, a que se estende através do polje de Mira-Minde (CRISPIM, 1995, 2010), esta exsurgência abastece a cidade de Lisboa, desde 1880, com a água a seguir através de um aqueduto de 120km de extensão, que permitiu, após posterior beneficiação, o transporte diário máximo de 70 000m³ até à capital (THOMAS, 1985; RIBEIRO *et al.*, 1988).

No seu conjunto este complexo fluviocársico da exsurgência do Alviela constitui uma área única no contexto geomorfológico dos Arrifes, da região e, possivelmente, do território português, que representa de forma notável a conjugação dos processos cársicos e fluviais na morfogénese do relevo passado e atual. Por outro lado, a presença de várias e caudalosas exsurgências comprovam que o sinclinal de Monsanto fossiliza.



Fonte: www.spe.pt

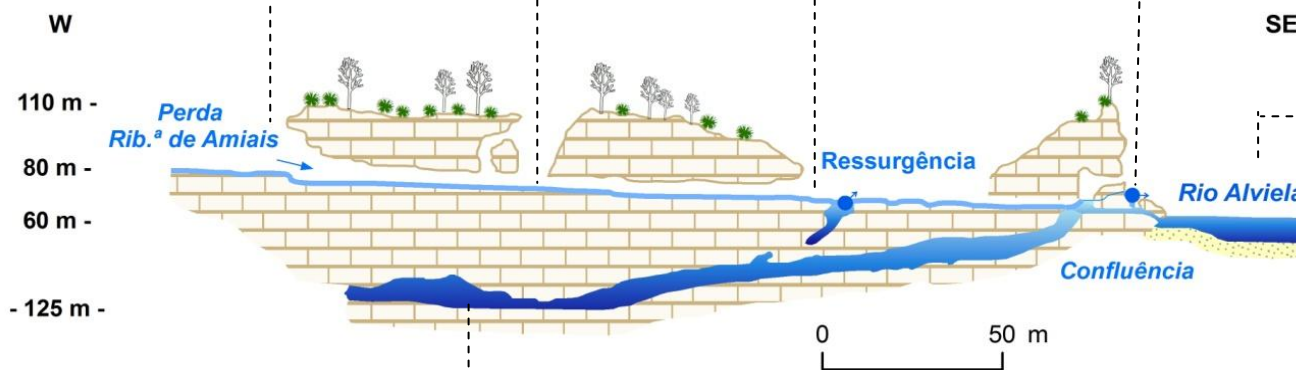
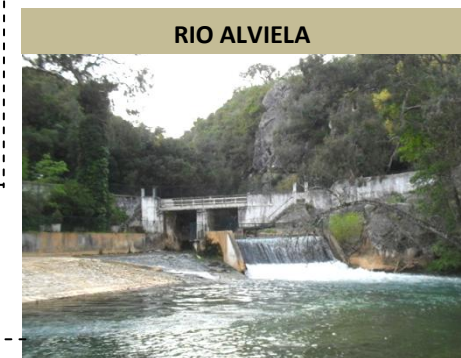


Figura 25 - Corte esquemático do complexo de grutas do Alviela (adaptado de THOMAS, 1985).



Fonte: www.spe.pt

uma superfície cársica antiga (CRISPIM, 1995), onde se processa uma importante circulação subterrânea com ligação ao Maciço Calcário

De menores dimensões mas igualmente importantes, ocorrem ao longo da faixa dos Arrifes algumas lapas e algares, a diferentes altitudes e com desenvolvimentos normalmente inferiores a 30m, que na sua maioria correspondem a cavidades fósseis. Entre elas salientamos por exemplo as grutas da Ribeira da Bezelga (15m máx.), a Lapa da Canha Longa (25m), a Lapa da Modeira (21m), a Lapa dos Namorados (5,7m), o Algar das Miras (8m), o Algar da Salamandra (18m), o Algar do Picoto (17m), a Lapa da Bugalheira (?) e a Gruta dos Casais do Arrife (**fig. 24**). Todas as cavidades citadas encontram-se abertas ao meio exterior na escarpa dos Arrifes e, embora na sua maioria não possuam grande interesse espeleológico, têm no entanto um grande interesse arqueológico, tendo sido encontrado em todas elas diversos artefactos que atestam uma ocupação humana nos períodos paleolítico, neolítico e calcolítico e a sua utilização como abrigo e como necrópole (STEAA, 1986; ARAÚJO e ZILHÃO, 1991; CARVALHO, 1999, 2003, 2007, 2008a; CARVALHO *et al.*, 2003, 2004).

À medida que nos afastamos dos Arrifes para o interior do Maciço, a existência de cavidades subterrâneas aumenta substancialmente, ocorrendo com maior frequência nas vertentes e na base da Serra de Aire, com profundidades máximas raramente superiores a 150m (Algar da Lomba - 150; Algar da Malhada de Dentro - 94m; Algar da Malhada de Fora - 21m; Lapinha do Bairro - 18m). No Planalto de Santo António estas são menos numerosas, mas assumem igualmente grande importância, com profundidades e desenvolvimentos apreciáveis citando-se por exemplo o Algar das Marradinhas I e II (135 e 500m desenv.), o Algar do Barrão (20m desenv.), o Algar dos Fetalinhos (60m prof.), o Algar da Aderneira (40m prof.), o Algar do Pena (75m prof.), o Algar das Gralhas VII (121m prof.), entre outros (FLEURY, 1925; THOMAS, 1985; FERREIRA, 2000; MANUPELLA *et al.*, 2000).

Porém, também ocorrem, próximas dos Arrifes, algumas cavidades cársicas nos calcários lacustres do Miocénico (**fig. 24**, que denunciam uma fase de carsificação post-Miocénico superior e que levam a considerar que junto aos Arrifes possa haver uma continuidade no desenvolvimento das circulações subterrâneas entre as formações carsificáveis do Maciço e os calcários do Miocénico (CRISPIM, 1995). Exemplos disso são por exemplo a antiga conduta cársica da Lapa da Galinha, situada junto Arrife de Vila Moreira (SÁ, 1959; CRISPIM, 1995) ou as várias nascentes que ocorrem na base da escarpa, nomeadamente a Nascente do Vale da Moira (n.º4), Nascente da Fonte do

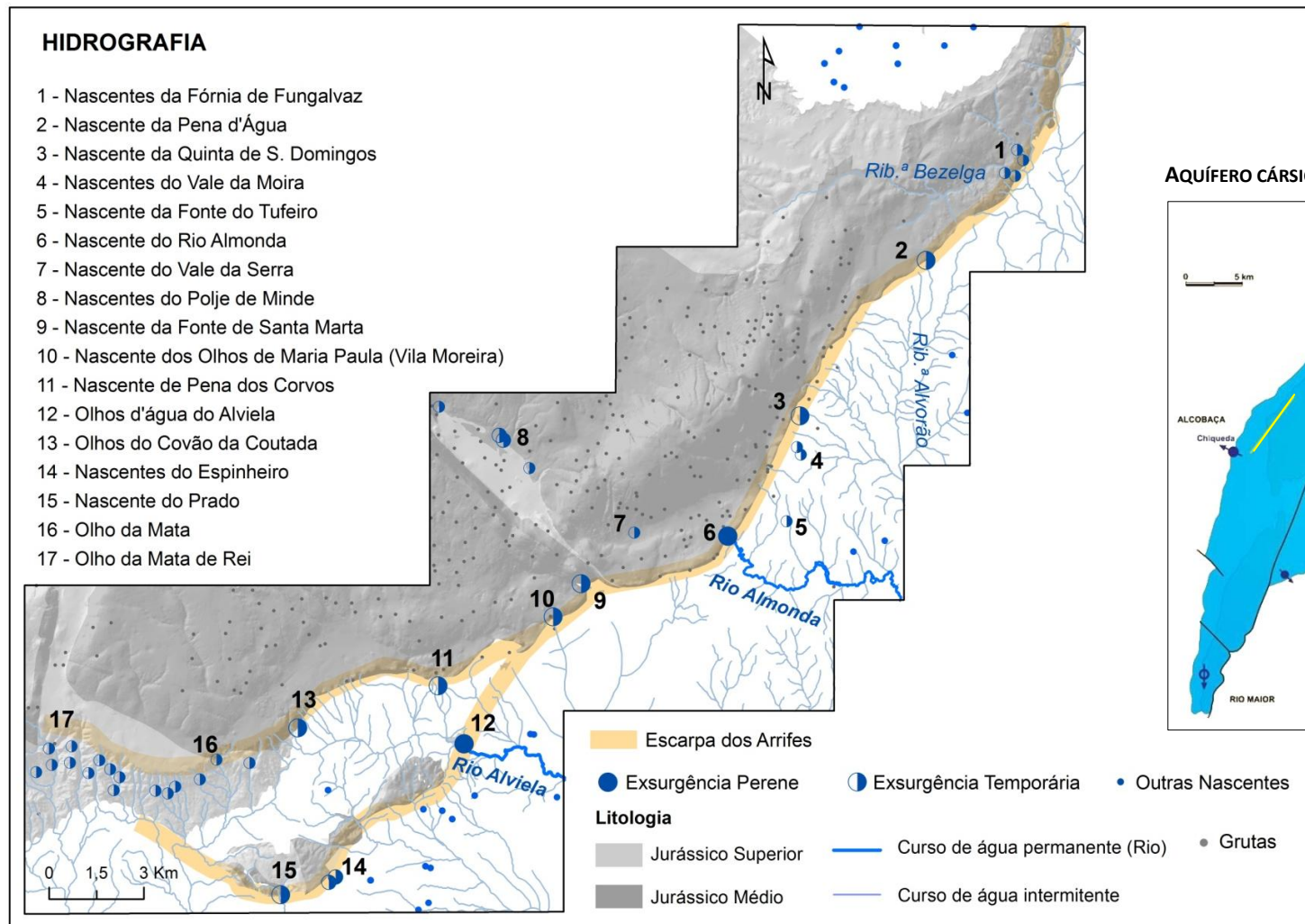
Tufeiro (n.º5), as Nascentes da Pena dos Corvos (n.º11) ou as Nascentes do Espinheiro (n.º14 - **fig. 26**).

Por sua vez, a maturidade da carsificação profunda da região dos Arrifes é comprovada pela existência de três zonas hidrológicas bem definidas (MARTINS, 1949) de que se distinguem: uma zona de galerias secas (fósseis) que correspondem à chamada zona de transferência e que normalmente se apresentam secas ou com circulação esporádica de tipo vadoso; uma zona intermédia denunciada pelo funcionamento de exurgências ocasionais que marcam a zona epi-freática; e uma zona de saturação permanente evidenciada pela presença das exurgências perenes do Almonda e do Alviela, já anteriormente referidas.

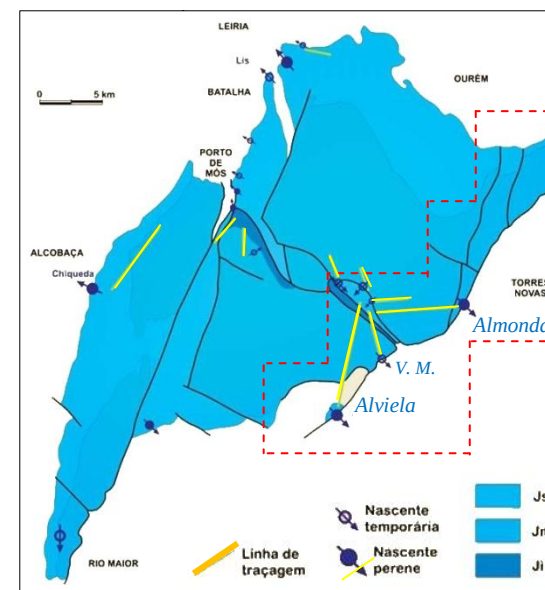
A zona de galerias secas está bem patente no sector do Arrife do Almonda e do Alviela, onde atinge uma espessura de sensivelmente 70m no primeiro (**fig. 23**) e de 30m no segundo, com altitudes superiores aos 80m do nível freático. As exurgências temporárias, com caudais significativos, mas intermitentes, encontram-se distribuídas ao longo dos Arrifes, a diversas altitudes: as exurgências de Fungalvaz a 150-140m, a exurgência da Pena d'Água a 150m; as exurgências da Quinta de São Domingues a 150m, a nascente da Fonte de Vila Moreira a 210, a exurgência Olhos de Maria Paula (Vila Moreira) a 90m; Olho da Coutada de Cima a 170m e as exurgências do Prado 140-120m (**fig. 26**), evidenciando um nível epifreático por volta dos 150m de altitude. As características comuns a estas exurgências referem-se ao facto de estarem situadas no sistema de falhas relacionado com o acidente cavalgante dos Arrifes, constituindo os vários pontos de emergência do contacto de rochas de diferentes permeabilidades e de não alimentarem nenhum curso de água regular.

Entre todas, a exurgência temporária mais baixa e a mais importante é a dos Olhos d'Água de Maria Paula (**foto 31**) situada no Arrife de Vila Moreira, a 90m de altitude, cujo caudal máximo estimando atinge os 200 000m³/dia e que compartilha águas com as nascentes do Alviela e do Almonda (THOMAS, 1985; CRISPIM, 1995, 2010).

Outra com caudais significativos é a exurgência da Pena d'Água situada no Arrife da Rexaldia, que na zona de contacto parece um "crivo roto" com vários pontos de emergência e que alimenta a ribeira da Pena d'Água.



AQUÍFERO CÁRSICO DO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO



Fonte: CRISPIM (2010)

Figura 26 - Localização das exsurgências e outras nascentes na área de estudo, com base nas cartas militares de Portugal, 1:25 000 e no inventário realizado por CEGUL (1987) citado por CRISPIM (1995).

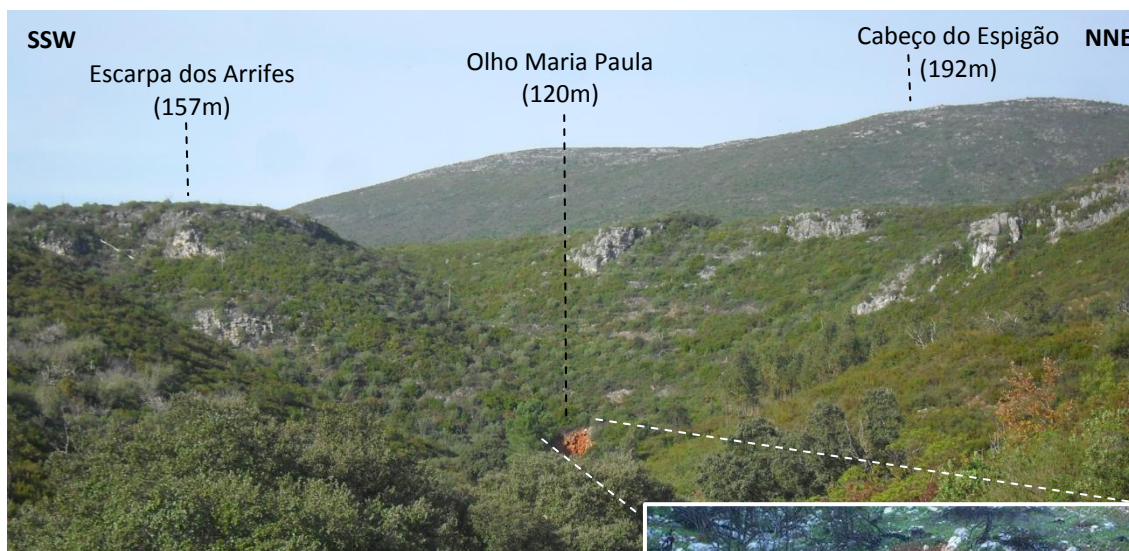


Foto 31 - Localização da exsurgência temporária do "Olho de Maria Paula", na base da escarpa dos Arrifes em Vila Moreira

Fonte da foto lateral: <http://speleo.blogspot.pt>

No bordo do Planalto de Santo António, entre Alcobertas e Alqueidão do Mato, verifica-se também uma área de bastante concentração de exsurgências temporárias, que brotam a diferentes altitudes, normalmente acima dos 150m, mas estas correspondem ao afloramento de calcários margosos do Jurássico superior que faz a transição para as formações detríticas que contactam com o bordo sul do Maciço (CRISPIM, 1995).

No que respeita às exsurgências perenes, as do Almonda e do Alviela definem o nível de saturação permanente aos 75m do Arrife do Almonda e sensivelmente mais baixo na área do sinclinal de Monsanto, por volta dos 55m. Estas são indicativas de uma circulação subterrânea organizada ao longo de alinhamentos bem individualizados, o que corresponde a um carso ativo e bem desenvolvido (RIBEIRO *et al.*, 1988).

Por fim, se observarmos os contornos do aquífero cársico do Maciço Calcário Estremenho da **figura 26**, constatamos que é no sector meridional que se encontram em maior número e as mais caudalosas exsurgências do Maciço, o que prova, uma inclinação do aquífero, seguindo a estrutura, nesta direção. Por conseguinte, a escarpa dos Arrifes produz aqui um efeito barreira de um dos maiores aquíferos cársicos do nosso país, ao permitir o contacto entre os calcários do *Dogger*, com elevado potencial de carsificação e os materiais impermeáveis do Cretácico e do Terciário. Segundo CRISPIM (1995, 2010) a falha age provavelmente como uma barreira ao fluxo de água na

direção perpendicular à falha, proveniente de Planalto de São Mamede, Serra de Aire, Polje de Minde e Planalto de Santo António, mas também de uma linha de fluxo preferencial da água paralela a ela.

Outra importante conclusão que podemos tirar é que a circulação hipogeia é controlada, fundamentalmente, por fatores estruturais, refletindo a natureza das rochas, a rede de fracturação e o pendor das camadas, fatores que justificam a importância das exurgências ao longo do Arrifes e no bordo sul do Maciço, por onde, segundo THOMAS (1985), se deverá escoar cerca de 60% da água que circula no interior do Maciço.

2.3. A PAISAGEM REGIONAL

Na área de paisagem cársica propriamente dita, merece ainda referência especial a paisagem que pode ser observada dos relevos anticlinais da Serra de Aire (679m) e do Monte de Santa Marta (415m), que constituem igualmente elementos distintivos e elevados da paisagem e cujos soerguimentos derivaram de dobras associadas ao acidente cavalgante dos Arrifes.

Sendo o ponto mais elevado de toda a área de estudo e do próprio Maciço Calcário Estremenho, a Serra de Aire domina claramente toda a paisagem da região, sendo um elemento indissociável da paisagem dos Arrifes. Com cerca de 679m de altitude, este monte anticlinal, que se estende de Minde até à povoação do Bairro, oferece, de vários pontos e em dias límpidos, uma vista panorâmica ímpar da paisagem envolvente, donde se pode observar, desde o litoral até à Serra de São Mamede.

Caminhando para SW ao longo dos Arrifes encontramos em Moitas Vendas o Monte de Santa Marta, que interrompe os Arrifes entre a Serra de Aire e o Planalto de Santo António. Este relevo, situado na extremidade sul da Escarpa da Costa de Minde (485m), corresponde a um pequeno enrugamento anticlinal, com cerca de 415m de altitude, que representa a expressão morfológica do desligamento dos Arrifes pela Falha de Minde. Dada a sua posição altimétrica e orográfica, este morro é igualmente um excelente miradouro natural da região, de onde se pode observar uma paisagem com contrastes profundos, em que se impõe a escarpa dos Arrifes entre o bordo sul do MCE (Serra de Aire e Planalto de Santo António) e a vasta planície da Bacia do Tejo que se perde no horizonte (**foto 32**).

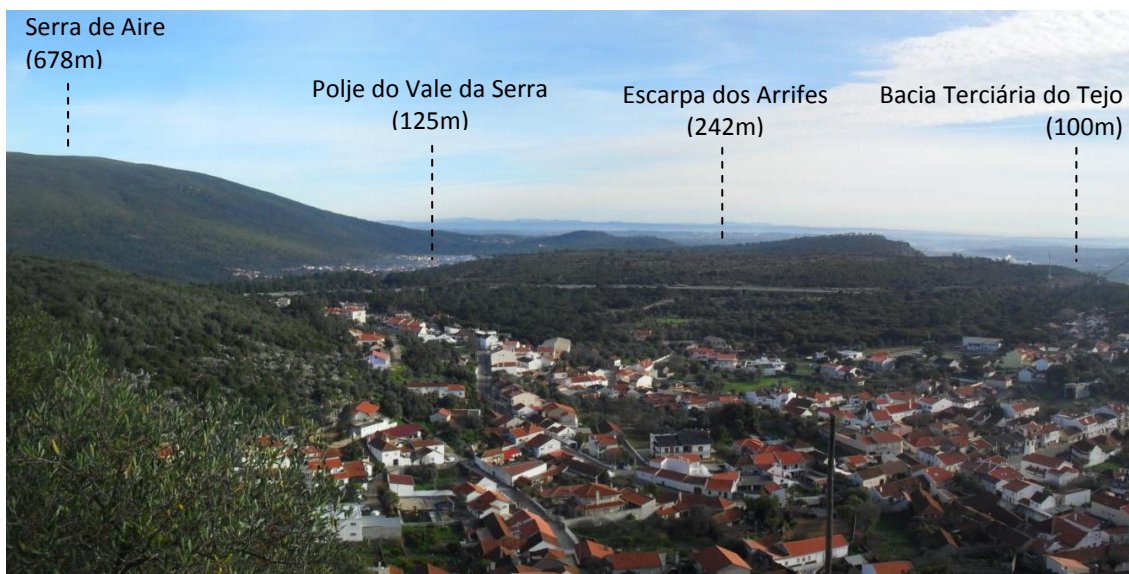


Foto 32 – Vista do Miradouro de Santa Marta para NE

2.4. BASE DA ESCARPA DOS ARRIFES - A BACIA DO TEJO

Na base da escarpa, nos terrenos da bacia do Tejo, predominam áreas de maior monotonia morfológica. A relativa platitude dos cimos e a fraca carsificação superficial e profunda das colinas gresocalcárias não oferecem a mesma originalidade e variedade de formas daquelas que podem ser observadas no bordo do Maciço Calcário. Ainda assim, numa análise mais pormenorizada da paisagem sobressaem no relevo do sinclinal de Monsanto: os morros de rochas eruptivas de Abrã, com 239m e 197m, que oferecem uma visão a 360° da paisagem envolvente, donde pode observar-se todo o bordo sul do Maciço Calcário, os dois compartimentos topográficos da escarpa dos Arrifes que delimitam o sinclinal de Monsanto, desde Moitas Vendas até Alcanede, e em dias de boa visibilidade a Serra de Candeeiros; e uma série de escarpas de relevo monoclinal que se evidenciam bem na topografia no sector central da depressão, com altitudes superiores a 150m e desníveis máximos na ordem dos 30m.

Por fim, verifica-se que transição morfológica dos relevos do Maciço Calcário para os da Bacia do Tejo nem sempre se dá apenas pelo acidente maior dos Arrifes, ocorrendo alguns esporões secundários ("Arrifinhos"), orientados por acidentes satélites paralelos, como acontece por exemplo na Charruada ou no Arrife do Almonda (Casais Martanes).

3. ASPETOS ECOLÓGICOS

Um outro aspeto que imprime um cunho singular aos Arrifes é a riqueza e diversidade florística e faunística (a biodiversidade) que sustenta.

3.1. VEGETAÇÃO

De um modo geral, grande parte da vegetação atualmente existente na área de estudo foi condicionada e alterada pela intervenção humana devido à recorrência dos incêndios florestais, à prática e, depois, ao abandono agrícola, à pastorícia e à introdução de novas espécies. Todavia, pelo contraste entre terrenos calcários e siliciosos, pela exposição ao sul das suas vertentes da escarpa, pelo abrupto do relevo e pela desigual disponibilidade hídrica, os Arrifes revestem-se ainda de uma vegetação "natural" de grande importância, com áreas extensas de matos mediterrâneos que dominam e acentuam o contraste da paisagem.

Dada a sua situação geográfica, localizados na zona de transição entre as condições atlânticas e mediterrâneas, na zona edafoclimática calcomediterrânea, e a exposição das suas vertentes para sul e sudeste, os Arrifes proporcionam um clima local "termófilo" que favorece o desenvolvimento de uma vegetação espontânea tipicamente mediterrânea, de grande diversidade florística e adaptada às demais condições edáficas.

Nos terrenos calcários, do reverso e topo da escarpa, não há propriamente uma área de bosque natural. Os solos delgados, secos e pedregosos e a escassez de água à superfície destas áreas, a par da recorrência dos incêndios florestais, dão origem ao aparecimento de extensas áreas de mato do tipo *garrigue*, com vegetação de porte subarbusivo e arbustivo, ora denso, ora bastante degradado (aberto), onde predominam espécies xerófilas, de folha persistente, resistentes aos longos períodos de estio. Das espécies arbustivas e sub-arbustivas mais importantes encontramos o carrasco (*Quercus coccifera*), a azinheira (*Quercus rotundifolia*), o zambujeiro (*Olea europaea* var. *sylvestris*), o espinheiro-preto (*Rhamnus lycioides*), a aroeira (*Pistacia Lentiscus*), a murta (*Myrtus communis*), a cornalheira (*Pistacia terebinthus*) e por vezes, um ou outro medronheiro (*Arbutus unedo*). Nos matos baixos é frequente a urze (*Erica arborea*), a esteva (*Cistus ladaniferus* L.), a roselha (*Cistus crispus*), o goivo-grande-violeta (*Hesperis laciniata* - muito raro), o trovisco (*Daphne gnidium*), o sargaço (*Cistus monspelienses* L.) e todo um conjunto de plantas aromáticas, medicinais e melíferas como o alecrim (*Rosmarinus officinalis*), o rosmaninho (*Lavandula Stoechas* L.), o

orégão (*Origanum vulgare*), o tomilho (*Thymus vulgaris*), o Fel-da-terra (*Centarium erytrea*), o Hipercão (*Hypericum perforatum*), entre outras.

Nas áreas escarpadas, abruptas e pedregosas, onde os solos são poucos espessos ou praticamente inexistentes, a vegetação escasseia, dando lugar aos afloramentos rochosos de blocos calcários, mesclados por pequenos tufo de vegetação espontânea. Além da flora anteriormente referida, figuram aqui algumas espécies rupícolas que são capazes de sobreviver praticamente sobre a rocha nua, retirando proveito da acumulação das mínimas partículas resultantes do desgaste das rochas. A sua presença faz com que estas áreas constituem um dos mais importantes habitats florísticos dos Arrifes, onde se encontra grande parte do potencial genético para a regeneração natural e um grande número de espécies raras, e até mesmo de alguns endemismos com elevado estatuto de preservação. De acordo com as informações dadas pelo biólogo Paulo Pereira¹⁰, as espécies rupícolas e endémicas mais representativas que aparecem na escarpa dos Arrifes são: a *Arabis sadina*, que subsiste nos Arrifes com a mais densa de todas as populações no território português (cerca de 50% - **foto 33A**); a *Iberis procumbens* (**foto 33B**); a *Iris xphium lusitanica* (também designado por Lírio-amarelo - **foto 33C**) e a *Silene ciliata* (**foto 33D**). Todas estas são endemismos lusitanos, raros e vulneráveis, e como tal, à exceção da *Iris*, fazem parte da lista de espécies de flora selvagem a conservar definidas no anexo II da Diretiva Habitats (Diretiva 92/43/CEE de 21 de Maio de 1992). Para além destas, existem também espécies não protegidas mas raras no contexto nacional e/ou comunitário e que apresentam populações importantes nas vertentes pedregosas e abruptas dos Arrifes, tais como a *Hesperis liciniata* (**foto 33E**) e a *Linaria supina* (linária-amarela-dos-calcários - **foto 33F**), com uma das poucas povoações conhecidas em Portugal.

Contrastando com a imponente agreste dos seus cumes rochosos, nas encostas e na base da escarpa, sobre as rochas calcárias gresosas, onde os solos são mais férteis e a água é mais abundante, encontramos uma paisagem profundamente condicionada pela intervenção humana, com vastas áreas agricultadas, onde predominam culturas arvenses de sequeiro e regadio.

¹⁰ O biólogo Paulo Pereira desenvolveu estudos biogeográficos de inventariação da flora existente nos Arrifes no âmbito de um projeto Interreg - Rota do Almonda.

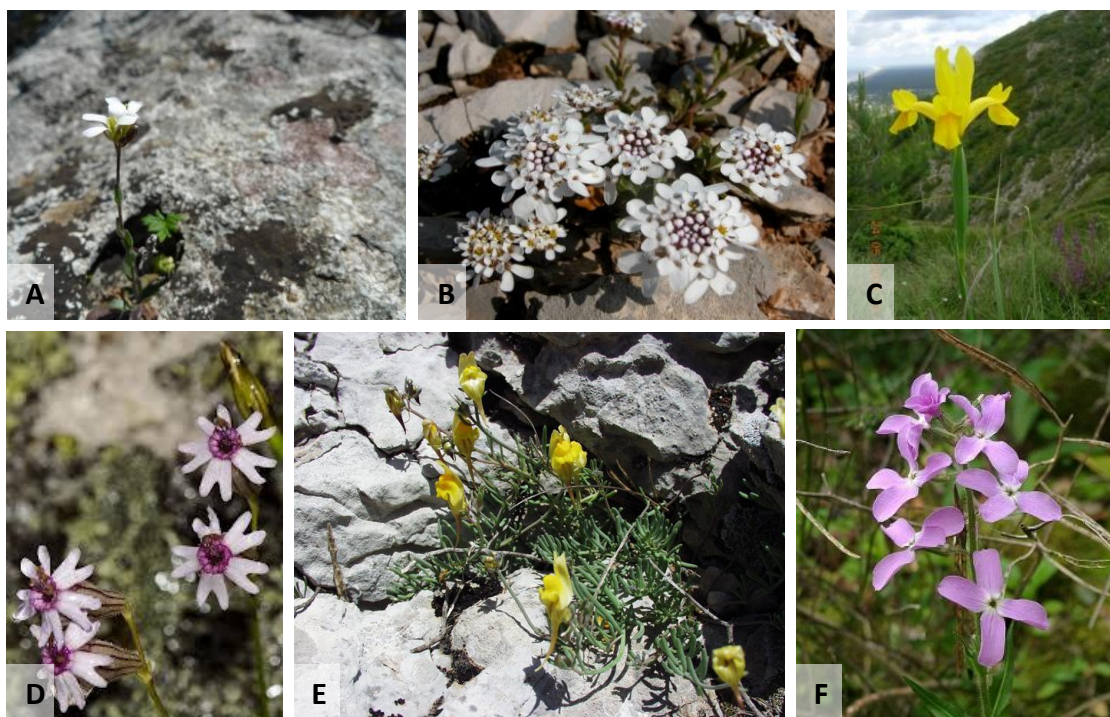


Foto 33 – Plantas endémicas e raras existentes nos Arrifes: A - *Arabis sadina*; B - *Iberis procumbens*; C - *Iris lusitânica*; D - *Silene ciliata*; E- *Hesperis liciniata*; F - *Linaria supina*
Fonte: www.habitatsconservation.files.wordpress.com

A oliveira (*Olea europaea*) é o elemento predominante da vegetação não espontânea, superiorizando-se face às restantes culturas [designadamente à figueira (*Ficus carica*), à vinha e ao pomar]. Está presente, praticamente, em toda a escarpa, ocupando quer as áreas aplanadas e depressões calcárias agricultadas no seu reverso (Chão da Serra, o Vale da Serra, Covão do Feto, etc.), quer as suas vertentes e a sua base nos terrenos da Bacia do Tejo, com extensos olivais abertos, apresentando frequentemente um porte arbustivo, e por vezes arbóreo.

Das formações arbóreas naturais existentes são de salientar, pela sua importância enquanto "reliquias" do antigo coberto arbóreo, algumas pequenas manchas intercaladas de carvalho cerquinho (*Quercus faginea*), de sobreiros (*Quercus suber*) e de algumas azinheiras (*Quercus rotundifolia*) dispersas ao longo de toda a vertente dos Arrifes. Nos solos siliciosos, onde as condições litológicas e topográficas permitem uma maior disponibilidade hídrica no subsolo, o sobreiro domina a paisagem, e o carvalho cerquinho surge como espécie clímax, enquanto a azinheira torna-se dominante nos terrenos calcários mais secos. Nos Arrifes da Charneca da Rexaldia (próximo da nascente de Pena d'Água) e de Vila Moreira (junto ao reservatório de água), são alguns dos locais onde estes bosques aparecem com maior densidade e com um porte por vezes centenário.

A par com a vegetação autóctone, encontram-se ainda disseminadas por toda a área de estudo, um elenco de espécies de crescimento rápido introduzidas pelo Ser Humano, sendo o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) e o eucalipto (*Eucalyptus globulus*) as espécies mais frequentes. Estas formam geralmente matas abertas, pouco densas e com um sub-bosque muito pobre em espécies arbustivas, dando origem por vezes à formação de ravinas nos solos siliciosos, como ocorre por exemplo na base da escarpa dos Arrifes, junto ao lugar de Pafarrão.

Do cortejo florístico natural associados a estes bosques mistos, e em resposta às condições térmicas resultantes da exposição da vertente, o sub-bosque contém uma grande variedade de espécies, onde se encontra muita da vegetação xerófila e mediterrâneas referida anteriormente, como o carrascal (*Quercus coccifera*), o medronheiro (*Arbutus unedo*), a giesta (*Cytisus striatus*), a urze (*Erica arborea*), a esteva (*Cistus ladaniferus* L.), entre outras. Estas ocupam grande parte das vertentes dos Arrifes, onde o solo é essencialmente ocupado por áreas de inculto, na sua maioria preenchidas por densos matagais e/ou por tufos de vegetação baixos e esparsos, sem constituírem um revestimento contínuo.

Por fim, junto às nascentes do rio Almonda e do rio Alviela, nas margens das principais linhas de água e nas respetivas planícies aluviais, também se encontra uma excecional riqueza de pequenos sistemas de espécies ripícolas e de culturas de regadio, que se estendem até às terras férteis e irrigadas da Lezíria do Tejo, onde se encontra uma das principais zonas de produção agrícola do país.

Em suma, as características e a distribuição da vegetação natural evidenciam uma estreita relação entre a natureza dos solos e os diferentes elementos morfológicos que constituem a escarpa, moldando-se perfeitamente à topografia. Esta relação está bem traduzida na paisagem pela presença de uma vegetação herbáceo-arbustiva no reverso da escarpa, de uma vegetação pioneira e endémica na vertente abrupta e de espécies arbóreo-arbustivas na vertente e na base.

Fitogeograficamente, podemos ainda concluir que estamos perante uma região de ecótono (CARVALHO, 2003), onde os Arrifes definem a zona de transição e o contato entre dois domínios de características florísticas bastante diferentes, fortemente determinadas pelas condições geomorfológicas e edafoclimáticas: a norte, no Maciço Calcário Estremenho encontram-se espécies xerófilas, adaptadas aos solos calcários e resistentes aos longos períodos do Estio; e, a sul, na planície terciária encontra-se igualmente espécies tipicamente mediterrâneas e espécies adaptadas aos solos melhor

irrigados. À escala nacional e regional o carácter de écotono dos Arrifes também ganha particular relevância, ao demarcar a transição dos bosques caducifólios de influência atlântica, das zonas montanhosas do norte e centro de Portugal, para os bosques perenifólios do mediterrâneo, dominantes nas extensas planícies a sul do Tejo.

No entanto, a singularidade da paisagem é atestada pela ocorrência de espécies endémicas raras e de uma vegetação diversificada devido aos vários ecossistemas aqui presentes.

3.2. FAUNA

Relativamente à fauna, os Arrifes determinam e condicionam a existência de alguns ecossistemas particulares com elevada importância no contexto da conservação nacional. As suas vertentes íngremes e pedregosas com inúmeras fendas e cavidades abertas na escarpa constituem um importante local de nidificação para diversas aves e um *habitat* preferencial para algumas espécies rupícolas.

Entre as aves com hábitos de nidificação cavernícola ou nas fragas dos Arrifes, encontramos aqui algumas espécies de aves de rapina, como a maior das rapinas noturnas em Portugal - o bufo-real (*Bubo bubo*) (**foto 34A**), o búteo ou águia-de-asa-redonda (*Buteo Buteo*), o peneireiro-comum ou de-dorso-malhado (*Falco tinnunculus*), coruja-das-torres (*Tyto alba*); algumas espécies raras e protegidas como a gralha-de-bico-vermelho (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*), que nidifica somente em fendas, buracos e/ou nas cavidades rochosas (particularmente em algares) situadas nas escarpa, e cujo estatuto de conservação está classificada como ameaçada de extinção no território português (**foto 34B**); e ainda alguns passeriformes raros e espécies comuns como o corvo (*Corvus corax*).



Foto 34 - A) Bufo Real (*Bubo bubo*); B) - Gralha de Bico-Vermelho (*Pyrrhocorax*).

Fonte: A - www.quintadestoantonio.com; B - Foto de João E. Ferreira em www.flickr.com

Aqui, o meio subterrâneo assume também um elevado valor ecológico, abrigando nas suas inúmeras grutas uma infinidade de seres vivos, de que se destacam pela sua relevância científica e importância ecológica a presença de importantes colónias de morcegos cavernícolas, algumas das quais em perigo de extinção, que aqui se reproduzem e hibernam (BICHO, 1995a).

Entre as várias grutas, salienta-se a Lapa da Canada do complexo de grutas dos Olhos d'Água do Alviela e a Gruta do Almonda (varanda da Torre Eiffel), ambas classificadas como abrigo de morcegos de importância nacional (PALMEIRIM e RODRIGUES, 1992). Estes locais, conhecidos desde 1977 e 1979, respetivamente, têm sido sujeitos a um processo de monitorização contínua das populações cavernícolas (ICFN, 2014), cujos resultados atestam que na gruta do Alviela chegam a concentrar-se mais de 5000 indivíduos (sobretudo na época de maternidade) de 12 espécies diferentes¹¹, 9 delas classificadas como "em perigo de extinção" no Livro Vermelho de Vertebrados¹², constituindo assim uma das mais importantes colónias de criação em Portugal (www.alviela.cienciaviva.pt). Já na gruta do Almonda, os dados recolhidos sugerem uma diminuição no tamanho da colónia, de 900 para 150 indivíduos, entre 1991 e 2012, com a presença de cerca de seis espécies diferentes. Entre as espécies mais importantes destacam-se o morcego-de-ferradura-mediterrânico (*Rhinolophus euryale*), o morcego-de-peluche (*Miniopterus schreibersii*) e o morcego-lanudo (*Myotis emarginatus*), este último com a única colónica de criação conhecida no país (na Lapa da Canada) (PALMEIRIM *et al.*, 1999).

Dada a sensibilidade destes animais a todo e qualquer tipo de perturbação, e a sua importância do ponto de vista ecológico (no controlo eficaz das populações de insetos), o acesso a estas grutas encontra-se interdito durante a época de criação (de Abril a Julho), para que não haja perturbação excessiva por parte dos visitantes.

Além dos morcegos, das particularidades da gralha-de-bico-vermelho e de alguns anfíbios, as grutas dos Arrifes albergam ainda uma importante comunidade de

¹¹ As espécies existentes na gruta do Alviela são: *Miniopterus schreibersii* (Morcego-de-peluche), *Myotis myotis* (Morcego-rato-grande), *Myotis emarginatus* (Morcego-lanudo), *Myotis blythii* (Morcego-rato-pequeno), *Myotis escalerae* (Morcego-de-franja do Sul), *Myotis bechsteinii* (Morcego de Bechstein), *Eptesicus serotinus* (Morcego-hortelão-escuro), *Myotis daubentonii* (Morcego-de-água), *Rhinolophus ferrumequinum* (Morcego-de-ferradura-grande), *Rhinolophus hipposideros* (Morcego-de-ferradura-pequeno), *Rhinolophus euryvale* (Morcego-de-ferradura-mediterrânico) e *Rhinolophus mehelyi* (Morcego-de-ferradura-mourisco) (ICFN, 2014).

¹² O Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal classifica as espécies de vertebrados do território nacional em função da sua probabilidade de extinção, num dado período de tempo.

seres vivos, essencialmente invertebrados (alguns endémicos) que por viverem exclusivamente no meio subterrâneo, adquiriram adaptações interessantes, tanto do ponto de vista morfológico como fisiológico. Entre eles conhecem-se duas espécies endémicas de escaravelhos cavernícolas do género *Trechus lunai* (endemismo da Serra de Aire) existente por exemplo na Gruta do Almonda, e o *Trechus gamae*, que apenas se encontra nas partes mais profundas das grutas do Planalto de Santo António (REBOLEIRA, 2007; REBOLEIRA *et al.*, 2009, 2011).

Naturalmente ao longo da escarpa podem também observar-se outras espécies de animais mais comuns, com uma grande diversidade de avifauna onde se encontra frequentemente a águia-cobreira (*Circaetus gallicus*), a perdiz-vermelha (*Alectoris rufa* - especialmente nas zonas cultivadas), a carriça (*Troglodytes troglodytes*), o melro-azul (*Monticola solitarius*), o cartaxo-comum (*Saxicola torquata*), a toutinegra-de-cabeça-preta (*Sylvia melanocephala*), entre outras. Entre os mamíferos destaca-se o coelho-bravo (*Oryzolagus cuniculus*), a gineta (*Genetta genetta*), a raposa (*Vulpes vulpes*) e até o gato-bravo (*Felis silvestris*); e entre os répteis encontra-se o sardão (*Lacerta lepida*), a cobra-de-escada (*Elaphe scalaris*), a cobra-rateira (*Malpolon monspessulanus*), a víbora-cornuda, a lagartixa-do-mato (*Psammodromus algirus*), entre outros (www.icnf.pt).

Em síntese, estamos perante uma região de ecótono (CARVALHO, 2003), onde os Arrifes definem a zona de transição entre diferentes tipos de ecossistemas, possuindo uma grande diversidade florística e faunística, com várias espécies ameaçadas e endémicas, e, por conseguinte, um grande número de nichos ecológicos com elevado valor para a conservação da natureza a nível nacional.

A importância científica e ecológica de muitas destas espécies é, no entanto, já reconhecida pelos especialistas, estando em curso, desde 2012 a monitorização da flora e de habitats prioritários da Serra de Aire (incluindo o sector dos Arrifes do Pedrógão)¹³, tendo como objetivo promover ativamente a sua conservação. Por outro lado, no Plano de Ordenamento do PNSAC o sector dos Arrifes entre Vila Moreira e Casais da Mureta (Vale Longo), da Pena dos Corvos até Vale da Trave e do Arrife do Alviela encontram-se já definidos como áreas de especial intervenção para a fauna.

¹³ Este estudo está a ser desenvolvido pela Quercus no âmbito do projeto "*Habitats Conservation - Conservação de Habitats Naturais e Semi-Naturais na Serra de Aire e Candeeiros*", ao abrigo do Programa Comunitário *Life +*.

4. OCUPAÇÃO HUMANA E O PATRIMÓNIO CULTURAL DOS ARRIFES

Para além da riqueza natural que sustenta, a escarpa dos Arrifes concentra também um importante património cultural, de valor arqueológico, histórico, rural e religioso, que traduz bem a forte ligação entre a escarpa dos Arrifes e o modo como o ser humano ocupou e se apropriou deste território ao longo dos tempos.

4.1. PATRIMÓNIO ARQUEOLÓGICO

A riqueza arqueológica dos Arrifes começou a ser divulgada e estudada desde o início do século XX, com a descoberta dos primeiros vestígios arqueológicos na Gruta da nascente do Rio Almonda (NOGUEIRA *et al.*, 1941; PAÇO *et al.*, 1947), cuja importância suscitou a realização de diversos outros estudos que em muito têm contribuído para o conhecimento da ocupação humana deste território ao longo dos tempos (MAURÍCIO, 1988; PAÇO, 1964; ZBYSZEWSKI *et al.*, 1973; ZILHÃO, 1989/1995, 2008; ARAÚJO E ZILHÃO, 1991; MOURA, 1996; RIBEIRO, 1998/2003; PEREIRA, 1999; MATIAS, 2000/2003; CARVALHO, 2007; PEREIRA, 2006; PINTO e ZAMBUJO, 2007; ZILHÃO, 1989/1995, 2008).

Fruto de mais de 70 anos de prospeções, espeleólogos e arqueólogos identificaram várias jazidas arqueológicas na escarpa dos Arrifes, onde foram encontradas evidências de uma humanização antiga, que remonta aos tempos pré-históricos dos primórdios da civilização (MARTINS, 2011). Os vestígios da sua presença encontram-se documentados por um vasto espólio arqueológico de indústria lítica, artefactos cerâmicos, objetos de adorno e de restos faunísticos e humanos encontrados em diversas cavidades cárnicas e abrigos sob rocha na escarpa dos Arrifes, assim como em estações de superfície situadas no reverso, na base e nas imediações da mesma, sobretudo, próximo de nascentes de água e dos grandes rios (ZILHÃO e CARVALHO, 1996; CARVALHO, 2003; ZILHÃO, 1991, 1993, 2000, 2009; OOSTERBEEK, *et al.*, 2010; ZILHÃO *et al.*, 2010, 2013).

Em termos de ocupação do território, a distribuição das jazidas arqueológicas, patentes na **figura 27**, aponta para o facto de ter havido uma forte ocupação do homem paleolítico ao longo do rebordo do Maciço Calcário Estremenho, na área dos Arrifes e neste rebordo da Bacia Terciária do Tejo, sendo mais escassos os vestígios da sua presença nas áreas mais elevadas da Serra de Aire ou mesmo para o interior do Planalto de Santo António.

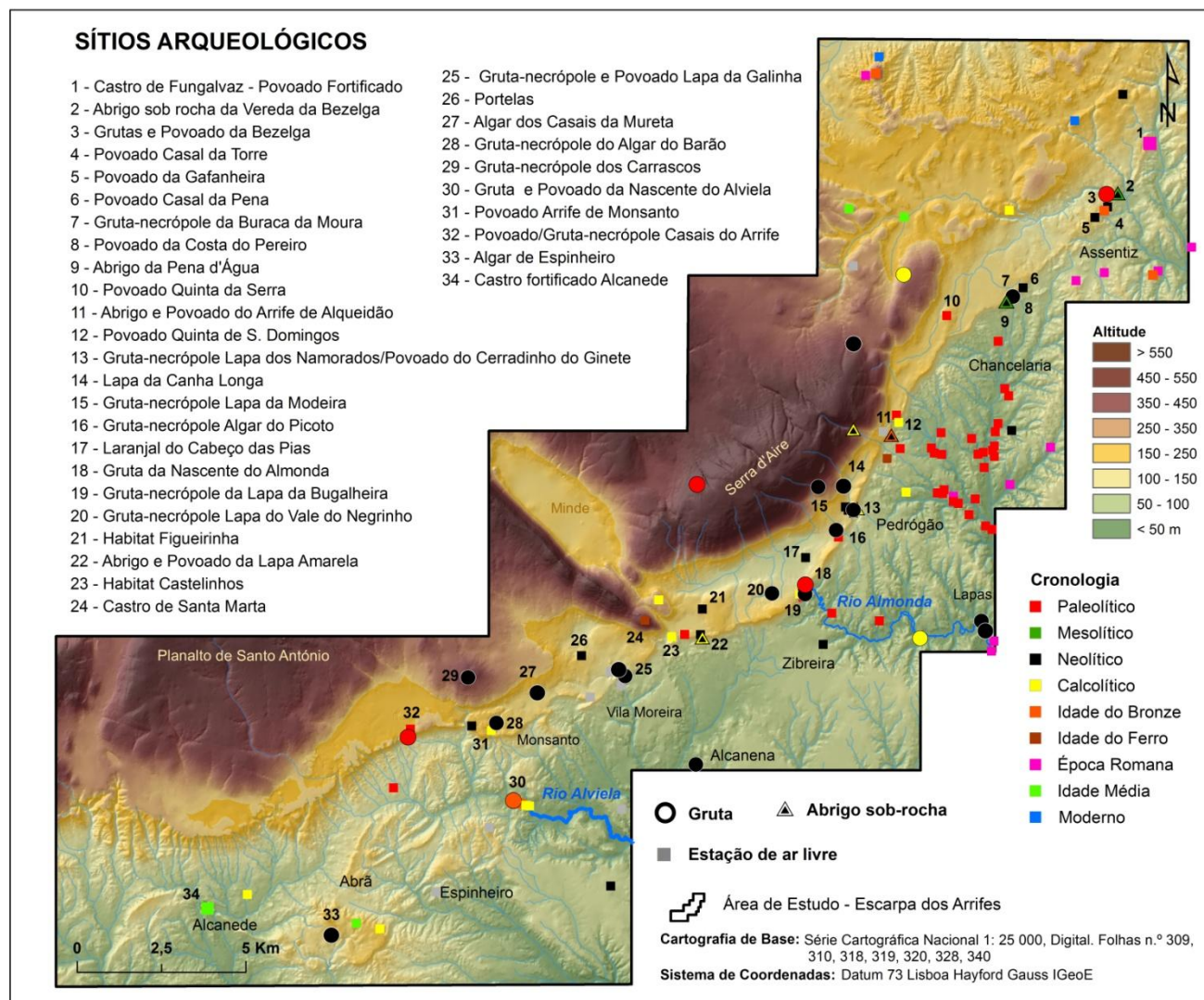
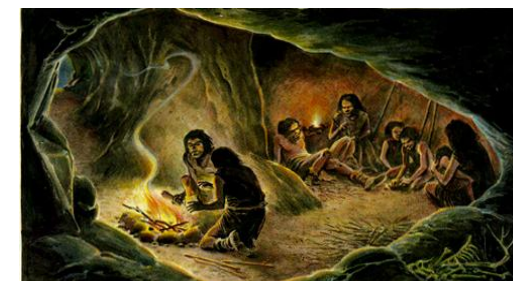
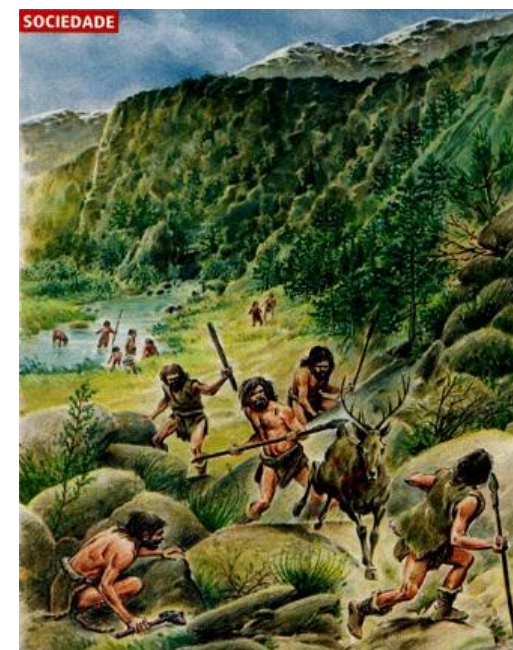


Figura 27 – Distribuição dos sítios arqueológicos na escarpa dos Arrifes e áreas envolventes



Há 30 mil anos – A gruta do Almonda usada como abrigo episódico



Há 20 mil anos – caçada dos homens do Almonda, então dominado por uma paisagem

Este padrão de ocupação revela que o homem primitivo não privilegiou necessariamente os pontos mais elevados da paisagem, mas antes os locais da escarpa dos Arrifes, a uma altitude média, aproveitando os locais de abrigo, as condições naturais de defesa, o domínio sobre a paisagem e a proximidade de recursos naturais que este acidente tectónico proporciona, já que os sítios considerados estão estreitamente ligados às características da paisagem e aos seus componentes, resultando tanto do aproveitamento de grutas e de reentrâncias da escarpa, como da disponibilidade de água (MARTINS, 2011).

A intensa presença do homem pré-histórico nos Arrifes, entre o período Paleolítico e o final do Calcolítico, é assim testemunhada pela presença de inúmeros sítios de habitat em grutas e abrigos sob rocha, dos quais se citam os da Bezelga (n.º 2), da Pena d'Água (n.º9), do Arrife do Alqueidão (n.º11), o povoado do Cerradinho do Ginete (n.º13, beneficiando do abrigo natural dos megalapiás do Pedrógão - ZAMBUJO, 2010), da Gruta do Almonda (n.º18), da Lapa Amarela (n.º22), da Lapa do Galinha (n.º25), do Algar dos Casais da Mureta (n.º27) e do Algar do Espinheiro (n.º33); bem como pelos vários povoados ao ar livre como o da Gafanheira (n.º3), do Casal da Pena (n.º 6), da Costa do Pereiro (n.º8), da Quinta da Serra (n.º 10), do Terreirinho (n.º11), da Quinta de S. Domingos (n.º 12, junto às exsurgências), do Laranjal do Cabeço de Pias (n.º17), da Figueirinha (n.º21), de Castelinhos (n.º23), do Arrife de Monsanto (n.º31), do Casais do Arrife (n.º32), entre outros (CARVALHO, 1998, 2003; 2008; MARTINS, 2011).

Do período Neolítico surgem ainda indícios da utilização de várias cavidades cársicas dos Arrifes como locais privilegiados de inumação, especialmente as de acesso mais reservado. Entre essas grutas consideradas como necrópoles neolíticas destacam-se a Buraca da Moura (n.º7), a Lapa dos Namorados (n.º13), a Lapa da Modeira (n.º15), o Algar do Picoto (n.º16), a Gruta do Almonda (n.º18 - Galeria da Cisterna), a Lapa da Bugalheira (n.º19), a Lapa do Vale Negrinho (n.º20), a Lapa do Galinha (n.º25), o Algar do Barrão (n.º28), a Gruta dos Carrascos (n.º29) e a Gruta de Casais do Arrife (n.º32 - SÁ, 1959; PAÇO *et al.*, 1971; GONÇALVES, 1972; CARVALHO *et al.*, 2003; ZILHÃO, 2009; MARTINS, 2011; TRINKAUS *et al.*, 2011).

No caso particular do complexo cársico da gruta do Almonda, merece particular referência a este período o facto de terem sido identificadas pinturas rupestres localizadas no exterior da cavidade da Lapa do Coelho (que faz parte integrante do complexo de grutas), sendo atualmente o único local com tal ocorrência conhecida nos

Arrifes (MARTINS, 2007, 2011); bem como o facto de na Gruta da Oliveira (também situada no complexo cársico) ser o único sítio da região que contém ossos de *Homo Neanderthaliensis* (TRINKAUS *et al.*, 2007).

No entanto, não existem só importantes sítios da pré-história nos Arrifes, da idade do Bronze há também inúmeros vestígios arqueológicos de abrigos e povoados no Vale da Ribeira da Bezelga (n.º 2), na Pena d'Água (n.º9), no Arrife das Eirinhas, na Costa do Pereiro n.º8), no Arrife de Monsanto (n.º31) e no Alviela (n.º30), assim como nas grutas do Almonda (18), da Lapa Amarela (n.º22) e do Alviela (MOURA, 1996). Além destes vestígios, podemos apontar ainda a presença de povoados cuja ocupação remontará ao Bronze Final/Idade do Ferro ou períodos imediatamente posteriores, como seja o Casal da Torre (n.º4) do Bronze Final (CARVALHO, 2009) e os povoados fortificados do Castro de Fungalvaz (n.º1) atribuída à Idade do Cobre, com ocupação da Idade do Ferro e o Castro do Cabeço de Santa Marta (n.º24) da Idade do Ferro. Todos estes assumem uma posição dominante sobre a paisagem, correspondendo a povoados fortificados de pequena dimensão e com estruturas defensivas simples, das quais restam apenas ruínas das muralhas (www.arqueologia.igespar.pt).

De todas as jazidas arqueológicas importa salientar que a Gruta do Almonda e o Abrigo da Pena d'Água são aquelas onde foram encontrados vestígios das sucessivas ocupações humanas desde o Paleolítico inferior, passando pelo Neolítico antigo, Idade do Bronze, Idade do Ferro, Idade Romana, até à Idade Moderna e que, pela sua importância arqueológica, se encontram atualmente classificadas como Imóvel de Interesse Público a Buraca da Moura, a Gruta do Almonda, a Lapa da Bugalheira e a Lapa do Galinha.

No entanto, a jazida arqueológica do sistema cársico da Nascente do Almonda sobressai assumindo uma grande relevância nacional e internacional, cuja importância reside em dois factos: "o de se tratar da única estratigrafia ininterrupta do Neolítico conhecida até ao momento em Portugal, e o de conter, ao longo de toda essa sequência, restos de matéria orgânica (fauna e carvões) que permitem a reconstituição do contexto paleoambiental e paleoeconómico das sucessivas ocupações humanas" (ZILHÃO em <http://www.jornaltorrejano.pt>-2008). Neste conjunto, ZILHÃO (2013) considera também que a Gruta da Oliveira é à escala da Península Ibérica, um caso único em termos arqueológicos e uma referência para o estudo do Paleolítico Médio, com achados de relevância nacional e até mesmo internacional (WILLMAN *et al.*, 2012).

Ao nível da escarpa dos Arrifes, e de acordo com o esquema da **figura 28**, encontramos aqui todas as etapas da pré-história, onde de cima para baixo, há vestígios de habitação de há 200/300 mil anos (Galeria Pesadas; Galeria dos Ursos - há marcas de garras de *Ursus spelaeus.*); a meia vertente está a Gruta da Oliveira onde foram encontrados vestígios de 30 mil a 70 mil anos; e por cima da nascente, na Lapa dos Coelhos encontramos vestígios com cerca de 30 mil a 10 mil anos e, logo depois a Galeria da Cisterna, utilizada em vários períodos, tendo sido utilizada como abrigo no Paleolítico (11-12 mil anos) e como a gruta-necrópole dos primeiros agricultores (há 6 mil/7 mil anos) e na Época Romana. É esta diacronia num único lugar, que torna a jazida arqueológica da gruta do Almonda um caso único em Portugal (ZILHÃO, 2008).

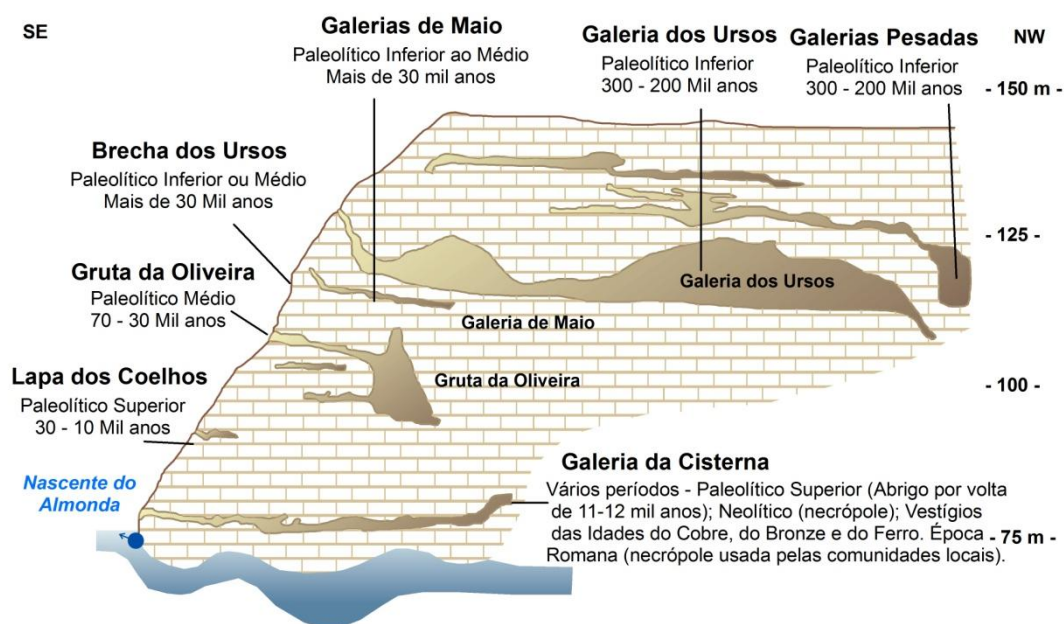


Figura 28 - Jazidas arqueológicas na escarpa do Arrife do Almonda, vista em corte.

Fonte: Adaptado de HOFFMANN *et al.* (2012)

4.2. PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO

Quanto ao património construído, a escarpa dos Arrifes também possui alguns elementos de grande interesse, de que se destaca o predomínio de uma arquitetura rural ligada à atividade tradicional desta região que é a agro-pastorícia e alguns elementos de grande valor histórico e religioso (**fig. 29**).

Aqui, os elementos patrimoniais surgem disseminadas pela paisagem, geralmente nos cabeços dos Arrifes, onde se destacam os moinhos de ventos como o elemento dominante que integra na paisagem natural com alguma harmonia.

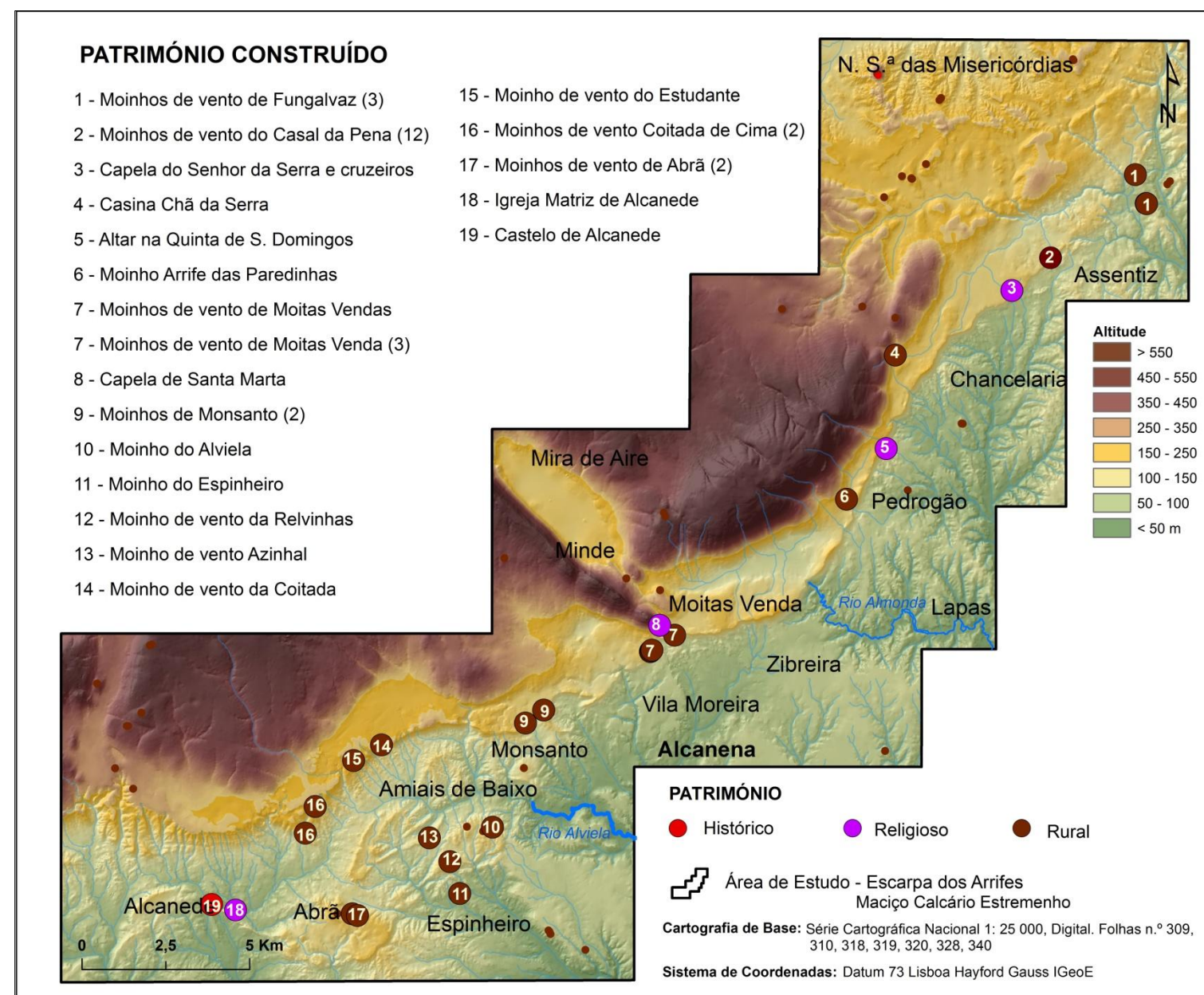


Figura 29 - Património construído na escarpa dos Arrifes



Sozinhos ou em parilha ou até mesmo perfilados nos Arrifes, contam-se mais de 33 moinhos, dos quais 12 perfazem atualmente o terceiro maior aglomerado de moinhos de vento de Portugal, conhecidos como os Moinhos da Pena¹⁴ (n.º2), localizado no topo da escarpa do Arrife do Casal da Pena (180m - www.frutodanoticia.wordpress.com/2007/03/27). Denominados por alguns como os "guardiões da Serra", este conjunto é constituído por 12 moinhos brancos, perfilados sobre os Arrifes, todos desativados desde 1965, que estiveram mais de três décadas em ruínas e que foram recuperados recentemente (em 1995) quatro deles de modo a manterem as funções originais de moagem e outros três foram adaptados para turismo de habitação (BICHO, 1995 - **foto 35**).



Foto 35 – Moinhos da Pena: antes (A) e depois de recuperados (B - 2013)

Fonte: Arquivo Histórico Municipal de Torres Novas

À exceção do moinho de Monsanto (n.º9), os restantes moinhos de vento, encontram-se todos abandonados e em ruínas, devido ao progressivo abandono das atividades agrícolas e à mecanização da moagem. Por sua vez, espera-se que num futuro próximo surjam iniciativas que promovam a sua reabilitação e que reconheçam a importância destas peças de arquitetura rural na divulgação dos valores culturais desta região, visto que, se no passado, estes engenhos constituíram uma fonte de rendimentos e uma forma de subsistência, hoje a sua presença e o seu número é uma mais-valia patrimonial, sendo um símbolo vivo que expressa o modo de vida de uma terra que outrora foi farta e fértil e em que a força do vento era a força motriz necessária para a realização da moagem de cereais, face à escassez de água.

¹⁴ Os maiores aglomerados de moinhos de vento de Portugal situam-se no concelho de Penacova, sendo o da Portela da Oliveira o maior com 23 moinhos (dos quais vários estão em ruínas) e o complexo de moinhos de Gavinhos o segundo maior, com 16 moinhos.

Um outro elemento patrimonial que marca a paisagem pelo seu elevado valor histórico é o pequeno Castelo de Alcanede (n.º19). Atribuído à Época Medieval, este ergue-se, isolado, no topo da escarpa dos Arrifes de Alcanede, à cota dos 145m, cuja primitiva ocupação humana do sítio remonta a um castro pré-histórico, fortificado à época romana, que terá sido posteriormente ampliado (IGESPAR). Em 1531, o castelo foi quase totalmente destruído durante o terramoto, tendo permanecido em completa ruína até 1941, data em que foi objeto de importantes obras de consolidação e reedificação. Em 1943 o castelo foi classificado como Imóvel de Interesse Público, sendo hoje um importante marco histórico na paisagem da região, que se destaca, não pela sua altitude específica (145m), mas antes pelo ambiente em que se implanta, sobranceiro sobre a vila de Alcanede e as vastas planícies aluviais da Bacia do Tejo.

Adicionalmente são inúmeros os elementos patrimoniais que podem ser encontrados nesta região. Em praticamente todo o reverso dos Arrifes, encontram-se muros de pedra solta, um património rural muito particular que revela não só a pobreza deste solo, mas sobretudo o trabalho de gerações no esforço de o despedregar, de forma a aproveitar o seu melhor. Do mesmo modo, é também comum observar algumas "casinas" de pastores (n.º 4) feitas de pedra solta, que serviram e servem como abrigo para pastores, já que os Arrifes foram e continuam a ser um local de pastorícia. E, por fim, encontramos também algumas capelas, alminhas ou outros locais ligados à religiosidade popular, que surgem, na sua maioria, ligadas a lendas em redor da presença de exurgências e de grutas existentes nos Arrifes. Por exemplo, a Capela do Senhor da Serra (n.º 3) situa-se no topo dos Arrifes da Rexaldia sobranceira à exurgência ocasional da Pena d'água e à buraca da Moura; na base do Arrife de Alqueidão, encontramos um pequeno altar em honra de uma figura sagrada da religião católica junto às exurgências ocasionais da Quinta de S. Domingos (n.º5); e no Cabeço de Santa Marta encontramos uma pequena ermida antiga (n.º8), edificada no final da Idade Média (em 1613), cuja lenda fala em aparições da Santa numa gruta na vertente do Monte. Este último local, foi até meados do século passado, um importante local de romaria, especialmente na Quinta Feira de Ascensão, data que ainda hoje decorrem as festividades anuais naquele lugar.

Outras manifestações culturais podem ser encontradas nas mais variadas situações, como na toponímia, nas lendas, nas crenças populares. Entre as várias lendas pagãs destaca-se por exemplo a da Nascente do Rio Alviela, à qual se dá o nome de

"Olhos de Água" porque expressam as lágrimas de uma princesa que foi castigada pelo pai a viver eternamente nessas grutas por não aceitar nenhum dos seus pretendentes¹⁵.

5. OCUPAÇÃO HUMANA ATUAL

No que respeita à estrutura do povoamento atual, constatamos que os Arrifes são um importante condicionalismo à ocupação humana (CARVALHO, 2003), em que os seus elevados declives, a rocha nua e a secura dos seus solos calcários centrifugam a população para a sua periferia. Aqui, denota-se, no entanto, a existência de duas tipologias. Por um lado, uma ausência de povoamento no seu reverso, em resultado da ausência de água à superfície e da quase ausência de solos agrícolas, sendo apenas pontualmente ocupado nos fundos das depressões aplanadas, onde se pratica uma pobre agricultura de sequeiro. Por outro, um povoamento de tipo concentrado na base da escarpa, onde o relevo mais suave e uma maior disponibilidade hídrica se impõem como fatores determinantes para a localização das atividades económicas, sobretudo de unidades industriais, nas proximidades das nascentes cársicas com maiores caudais (Almonda e Alviela).

Ao mesmo tempo que os Arrifes são um condicionalismo à ocupação humana, definindo padrões evolutivos e de organização, também o ser Humano, através das suas diversas atividades, desempenha um papel fundamental nas transformações ambientais ocorridas neste território. As marcas maiores da ação humana são de diversa ordem e estão patentes por exemplo no impacto visual causado pelas várias pedreiras da indústria extrativa, hoje abandonadas, que afetam diretamente a escarpa dos Arrifes na Chancelaria, no Alqueidão e no Prado com grandes cicatrizes; pelo corte provocado pela passagem da auto-estrada A1, entre as freguesias de Moitas Venda e Zibreira; e na poluição recorrente dos principais cursos de água por efluentes industriais e domésticos.

¹⁵ A última parte da lenda diz o seguinte: "o rei mandou à filha um novo recado: "Como não aceitas nenhum dos pretendentes que para ti arranjei, e a possibilidade de seres rainha do meu condado, viverás eternamente nessas grutas, rodeada de bois e de vacas e as tuas lágrimas serão tantas e tão grossas que os teus olhos se tornarão enormes e para sempre essas lágrimas regarão as terras do Alviela e darão de beber a animais e pessoas".



Desenho de FERNANDES MARTINS (1949)

"Conhecimento não é mera percepção dos objetos ou das coisas quando se tem somente uma impressão de que estes existem; o conhecimento vai muito além. O verdadeiro conhecimento não se transfere de maneira mecanicista daquela que conhece para aquele que ignora; antes, faz-se construir através das relações do homem com a realidade, procurando diagnosticar seu conteúdo, desvendando seus mistérios, sua essência e dando sentido cultural e científico ao resultado."

(VASCONCELOS E BRITO, 2006)

CAPÍTULO III

PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO

- TIPOLOGIA, AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO -

A definição de uma estratégia de geoconservação, com vista à classificação de uma determinada área como Património Geomorfológico, só é possível se houver um (re)conhecimento dos valores existentes e da sua importância científica para a compreensão do relevo e da paisagem. Logo, a identificação, avaliação e caracterização dos locais com potencial interesse geomorfológico presentes na área da escarpa dos Arrifes constituem uma das etapas basilares deste processo (BRILHA, 2005, 2006; PEREIRA e PEREIRA, 2010).

Neste capítulo, serão expostos os locais de interesse geomorfológico relevantes, muito relevantes e excecionais identificados na área de estudo; os critérios de avaliação e de seriação adotados; a descrição do tipo de interesse, vulnerabilidade e do seu uso potencial, diferenciando os locais distintivos, de inegável valor patrimonial, dignos de ser preservados e cuja presença determina a singularidade da escarpa dos Arrifes. Por fim, apresentam-se algumas estratégias de valorização e divulgação dos seus elementos patrimoniais.

Esta avaliação irá possibilitar a adoção de estratégias de geoconservação mais adequadas e medidas específicas de ordenamento e planeamento territorial, com vista a promover a valorização e gestão dos elementos patrimoniais.

1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para este estudo foram adotados os pressupostos metodológicos utilizados em estudos semelhantes (REYNARD e PRALONG, 2004; PEREIRA, 2006; PEREIRA *et al.*, 2007; REYNARD *et al.*, 2007; FORTE, 2008; PEIXOTO, 2008; VIEIRA, 2008; FEUILLET e SOURP, 2011), que preconizam que a avaliação do património geomorfológico deve integrar duas etapas principais: 1º) uma seleção qualitativa, mais subjetiva, com o objetivo de identificar e escolher quais os locais de interesse geomorfológico a considerar - fase de inventariação; e 2º) uma avaliação quantitativa, mais objetiva, dos mesmos, de forma diferenciar, por meio de comparação e de uma seriação numérica, os locais com características mais relevantes.

1.1. INVENTARIAÇÃO - AVALIAÇÃO QUALITATIVA

O processo de inventariação teve por base a definição ampla de geomorfossítio proposta por PANIZZA (2001) e REYNARD (2004, 2005), tendo sido considerados o valor científico do local e as demais formas de valorização que o complementam, associados ao seu valor educacional, ecológico, estético, cultural e económico.

Esta etapa iniciou-se com a identificação de locais com importância científica já reconhecida em trabalhos da especialidade, através de uma exaustiva revisão bibliográfica, ao qual se seguiu um levantamento de campo sistemático de locais com elementos e/ou processos geomorfológicos de características singulares, originais e raras, passíveis de serem classificados como geomorfossítios.

Durante este processo, um dos primeiros problemas que se nos colocou foi a questão da escala a considerar na categorização dos elementos/locais a inventariar. A este respeito, e atendendo à dimensão da área de estudo (440km²) para a qual se adotou a escala 1:10000 como base de trabalho, seguimos a abordagem defendida por CUNHA e VIEIRA (2004) e por PEREIRA (2006), que considera três tipologias de diferentes níveis escalares consoante a sua dimensão espacial e as condições de visualização. Assim, e de acordo com estes autores, considerámos como locais de interesse geomorfológico:

- a) "locais isolados" - constituídos por formas isoladas ou por um pequeno conjunto de formas, de pequena e/ou média dimensão, com dimensão da ordem da dezena ou centena de m² e cujas características podem ser interpretadas com facilidade de um único ponto de observação (como por exemplo uma dolina, uma exurgência, etc.);
- b) "áreas geomorfológicas" - correspondentes a locais bem delimitados que integram vários elementos geomorfológicos que se combinam entre si, numa extensão hectométrica, onde a sua visualização e interpretação obriga a uma movimentação dentro da própria área (por exemplo, um campo de lapíás, um vale, etc.);
- c) e "locais panorâmicos" - correspondendo a pontos de observação de uma forma ou de um conjunto de formas de relevo de grande dimensões, numa perspetiva mais ampla, com um raio de alcance hectométrico ou quilométrico. Regra geral, coincide com locais com boas condições de visualização, miradouros de paisagem, de onde se observam grandes estruturas paisagísticas e mais do que

um elemento de interesse, combinando elementos geológicos e geomorfológicos com aspetos da biodiversidade e humanos, sendo difícil a sua delimitação espacial (por exemplo, uma escarpa de falha, uma serra, um planalto, etc.).

Após a definição da tipologia dos locais a inventariar, procedemos à numeração, georreferenciação e caracterização de cada local identificado, através do preenchimento de uma ficha-inventário individual elaborada para o devido efeito. Embora haja já vários modelos de fichas que podem ser utilizados na inventariação do geopatrimónio¹, e do património geomorfológico em particular (PEREIRA, 2006, REYNARD, 2006), optámos pela criação de uma nova (em anexo) mais adequada aos propósitos e características da área de estudo, baseada na ficha proposta pela ProGeo para a Classificação do Património Geológico Português.

Na ficha utilizada foram registadas várias informações relativas ao local, nomeadamente: a sua localização geográfica exata (lugar, freguesia, concelho, coordenadas geográficas), com a sinalização da sua posição na respetiva carta topográfica; as condições de visibilidade e de acessibilidade; algumas características geomorfológicas (altitude, posição topográfica, substrato geológico e processo geomorfológico dominante); uma breve descrição do local e do tipo de interesse; registos fotográficos, plantas e/ou cortes dos elementos em causa; e algumas das referências bibliográficas mais relevantes.

Contudo, durante o processo de inventariação, nessa mesma ficha de campo, procedeu-se a uma avaliação qualitativa do local, através de uma avaliação tanto do seu interesse de conteúdo (geomorfológico, paisagístico, geológico, hidrológico tectónico, estratigráfico, paleoclimático, biogeográfico e cultural), dos interesses associados (ecológico, arqueológico, cultural ou outro) e do seu valor patrimonial (científico, didático-pedagógico, ecológico, cultural, turístico e económico), como da sua vulnerabilidade, necessidade de proteção e potencialidade de uso, registando a existência ou não de algum tipo de estatuto de proteção (sítio classificado, localização em área protegida), do estado de conservação e de eventuais fatores de ameaça.

¹ Como por exemplo a Ficha de Sítio Geológico (FASI - Projeto Geossítios) do Instituto Geológico e Mineiro, a Ficha de Inventariação do Instituto de Conservação da Natureza, a Ficha de Inventariação do Património Geológico de Excecional Valor no Território Português da Liga de Proteção da Natureza ou a Ficha proposta pela ProGeo para a Classificação do Património Geológico Português.

1.2. AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

Considerando que nem todos os locais inventariados têm o mesmo grau de relevância, procedeu-se de seguida a uma avaliação quantitativa da importância de cada geomorfosítio. Este tipo de avaliação pretende reduzir a subjetividade inerente a todo o processo, através da atribuição de ponderações numéricas a um vasto conjunto de critérios, de modo a permitir a sua comparação e o estabelecimento de uma seriação dos locais excecionais baseada no seu valor.

Tendo por base o modelo quantitativo defendido por BRILHA (1995) e por PEREIRA (2006), foi estabelecido um conjunto de parâmetros de forma avaliar, mais objetivamente, a qualidade de cada geomorfosítio no que respeita ao seu valor geomorfológico, ao seu uso potencial e ao nível de proteção necessária. No total foram definidos 19 critérios, agrupados em três categorias, conforme se descreve de seguida:

- Valor Geomorfológico (VG): O valor geomorfológico foi avaliado por duas sub-categorias que traduzem separadamente o valor científico e a existência de outros valores adicionais relevantes.
 - Valor científico (VC): nesta sub-categoria foram reunidos sete parâmetros associados diretamente aos aspetos inerentes ao local, que permitem avaliar o potencial científico do seu conteúdo para o conhecimento e reconstrução da história da Terra, do seu clima e da Vida, de acordo com a definição restritiva de geomorfosítio proposto por GRANDGIRARD (1995, 1997, 1999). Foram avaliadas as características respeitantes: 1) à raridade; 2) à integridade; 3) à representatividade; 4) ao conhecimento científico sobre o local; 5) ao valor paleogeográfico; 6) à diversidade de elementos de interesse geomorfológico; e 7) à presença de elementos geológicos importantes no controlo do relevo ou da geoforma em causa.
 - Valores Adicionais (VA): esta sub-categoria reúne um conjunto de quatro parâmetros que permite avaliar a coexistência de outros valores patrimoniais relevantes, designadamente: 1) valor didático-pedagógico; 2) valor ecológico; 3) valor cultural; e 4) valor económico. Em princípio, alguns destes valores deveriam ser avaliados por especialistas (biólogos, historiadores, arqueólogos, etc.). Como, neste caso em particular, isso

não é possível, a avaliação baseia-se exclusivamente na literatura científica disponível.

- Valor de Uso (VU): esta categoria integra um conjunto de cinco parâmetros, ligados: 1) à visibilidade; 2) à acessibilidade; 3) ao uso atual; 4) à possibilidade de utilização do local para atividades científicas, didáticas e outras; e 5) à presença de infraestruturas de apoio ao visitante. Este conjunto de critérios permite uma avaliação da realidade atual e da viabilidade futura de utilização do local.
- Valor de preservação e conservação (VPC): esta categoria reúne um conjunto de três parâmetros referentes: 1) ao estatuto de proteção oficial atual; 2) às ameaças atuais ou potenciais que possam pôr em causa a integridade do geomorfosítio; e 3) à vulnerabilidade face aos potenciais impactos sociais recorrentes da sua utilização futura. Este conjunto de critérios é indicativo da vulnerabilidade antrópica, da viabilidade de valorização, divulgação e utilização do local, bem como da necessidade de definir e implementar medidas para sua proteção e conservação.

Para cada local inventariado procedeu-se então à ponderação de cada critério, de acordo com os parâmetros de valoração expostos no **quadro I**, utilizando uma escala crescente de 1 a 5, em que o 1 traduz uma importância pouco significativa, o 3 uma importância intermédia e o 5 corresponde ao valor máximo, considerado como local excecional. Após a ponderação de todos os critérios, foi determinado o valor para cada categoria. O valor geomorfológico equivale à soma do seu valor científico e do seu valor adicional ($VG=VC+VA$); enquanto o valor de uso e de conservação à soma das variáveis de cada categoria. Como indicador de conjunto, calculámos também o valor global da sua relevância como local de interesse geomorfológico, através soma das três as categorias.

Os resultados obtidos permitiram uma seriação dos geomorfosítios dos locais de valor relevante e excecional para cada categoria.

Quadro I - Critérios de seriação dos locais de interesse geomorfológico mais relevantes e excepcionais

Critérios	Descrição	Ponderação
VALOR GEOMORFOLÓGICO		
VALOR CIENTÍFICO		
RARIDADE	Valorizam-se a possibilidade do elemento ou local ser único ou pouco frequente (em termos de forma ou processos) na área de estudo e possuir uma estética ou originalidade especial.	5 - Não existe outro local com características semelhantes na área de estudo.
		4 - Existem 2 a 3 exemplos na área de estudo.
		2 - Existem mais de 3 exemplos na área de estudo.
		1 - O local representa um elemento/processo comum na área de estudo.
INTEGRIDADE	Valorizam-se os elementos/locais que apresentem as melhores condições de conservação no momento da sua caracterização, e que não apresentam deterioração seja por fatores naturais (erosão, p. ex.) ou por fatores humanos.	5 - Perfeitamente conservado, sem evidências de deterioração.
		4 - Ligeiramente deteriorado.
		3 - Moderadamente deteriorado por processos naturais.
		2 - Muito deteriorado, mas ainda conserva as características de interesse.
REPRESENTATIVIDADE	Valoriza-se a capacidade de determinado objeto geomorfológico ilustrar, de forma exemplar, os conteúdos inerentes à sua gênese, forma ou processos envolvidos na sua evolução, do ponto de vista científico e, especificamente, do ponto de vista didático e pedagógico.	1 - Bastante deteriorado, em resultado de atividades antrópicas e construções, que impedem a observação das características de interesse do local.
		5 - Exemplo mais conhecido a nível da área de estudo ou considerado como um local-tipo ou uma referência na sua categoria para representar um elemento na sua totalidade ou um dado processo geomorfológico.
		3 - Útil como um modelo para representar um elemento ou processo geomorfológico direto.
		1 - Útil como um modelo para representar parcialmente um elemento ou processo geomorfológico direto.
CONHECIMENTO CIENTÍFICO	Valoriza-se a quantidade e a qualidade da produção científica (publicações) relevante sobre o local, o que reflete, de alguma forma, o grau de importância que lhe é atribuído pela comunidade académica.	5 - Objeto de produção científica relevante (teses, artigos internacionais), com mais de 5 artigos internacionais e 2 teses de doutoramento/mestrado.
		4 - Objeto de produção científica frequente, com mais de um artigo publicado em revista internacional ou mais de cinco artigos publicados em revistas nacionais.
		3 - Objeto de produção científica pouco frequente, com pelo menos quatro artigos publicados em revistas nacionais.
		2 - Algumas notas breves publicadas em revistas nacionais, regionais, locais e/ou em websites institucionais.
		1 - Não existem trabalhos publicados ou divulgação científica quanto ao interesse geomorfológico.

VALOR PALEOGEOGRÁFICO	Valorizam-se os locais cujo conteúdo seja importante para o conhecimento e reconstituição da história da Terra e do seu clima.	5 - Importância muito significativa.
		3 - Importância relativa.
		1 - Importância pouco significativa.
DIVERSIDADE DE ELEMENTOS DE INTERESSE GEOMORFOLÓGICO	Valoriza-se os locais onde ocorrem diversos elementos geomorfológicos, com interesse científico.	5 - Mais do que quatro tipos de interesse geomorfológico.
		4 - Dois a quatro tipos de interesse geomorfológico.
		2 - Dois tipos de interesse geomorfológico.
		1 - Um tipo de interesse geomorfológico.
ELEMENTOS GEOLÓGICOS NO CONTROLO GEOMORFOLÓGICO	Valorizam-se os locais onde é visível a importância dos elementos geológicos e estruturais que determinaram e/ou condicionaram a génese e evolução do relevo/forma em causa.	3 - Com elementos geológicos associados.
		1 - Sem elementos geológicos de destaque.
VALOR ADICIONAL		
VALOR DIDÁTICO- PEDAGÓGICO	Valorizam-se os locais com elevado potencial didático.	5 - Bom recurso didático.
		3 - Razoável interesse didático.
		1 - Pouco interesse didático.
VALOR ECOLÓGICO	Indicativo da importância que os elementos geomorfológicos assumem na manutenção de ecossistemas particulares e no desenvolvimento de espécies florísticas e faunísticas incomuns ou de uma diversidade ecológica particularmente importante em termos científicos e/ou para a bioconservação.	5 - Características geomorfológicas determinam ecossistema(s).
		4 - Características geomorfológicas condicionam ecossistema(s).
		3 - Um dos melhores locais para observar fauna e/ou flora com interesse.
		2 - Ocorrência de fauna e/ou flora com interesse.
		1 - Sem conexão com elementos biológicos.
VALOR CULTURAL	Indicativo da presença de aspetos culturais de elevado interesse patrimonial que tenham surgido condicionadas ou dependentes das características geomorfológicas locais. Inclui todos os bens religiosos, históricos, arqueológicos, artísticos e outros relacionados com o desenvolvimento social. Valorizam-se os elementos culturais com valor patrimonial já reconhecido.	5 - Aspetos culturais físicos de elevado valor associados às formas de relevo.
		4 - Aspetos culturais físicos associados às formas de relevo.
		2 - Ocorrência de aspetos culturais de elevado valor mas sem conexão com as formas de relevo.
		1 - Sem elementos culturais associados.
VALOR ECONÓMICO	Valorizam-se os locais com potencial utilização ou já utilizados como recursos económicos.	3 - Já utilizada ou com potencial para ser utilizado para fins económicos.
		1 - Sem potencial de aproveitamento económico.

VALOR DE USO E GESTÃO		
VISIBILIDADE	Privilegiam-se os locais que apresentem as melhores condições de observação.	5 - Excelentes condições de observação.
		3 - Razoáveis condições de observação, limitada por vegetação arbustiva ou outro tipo de obstáculo.
		1 - Deficientes condições de observação.
ACESSIBILIDADE	Valoriza-se a possibilidade de se aceder facilmente ao local, preferencialmente através de automóvel, e que não obrigue a deslocação a pé para observar os objetos de interesse.	5 - Acesso direto a partir de estradas nacionais.
		4 - Acesso a partir de estradas secundárias.
		3 - Acesso a partir de caminhos não asfaltados mas facilmente transitáveis por veículos automóveis ou por veículos todo-terreno.
		2 - A pé, o local localiza-se a menos de 500m de caminho transitável por veículos automóveis/todo terreno.
		1 - A pé, o local localiza-se a mais de 500m de caminho transitável por veículos automóveis/todo terreno.
USO ATUAL	Valorizam-se os locais com atual reconhecimento como local de interesse geológico ou geomorfológico e utilização/divulgação com esse fim.	5 - É um local de reconhecido interesse geológico e geomorfológico, sendo atualmente utilizado para a realização de atividades científicas, didático-pedagógicas.
		3 - É um local de reconhecido interesse geológico e geomorfológico, mas ainda não utilizado/divulgado.
		1 - É um local ainda não reconhecido, nem utilizado como local de interesse geológico e geomorfológico.
POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO	Indicativo da potencialidade do local para a realização de atividades científicas, didático-pedagógicas, turísticas, desportivas e recreativas. Valorizam-se os locais que possuam interesse científico e pedagógico relativamente a outros tipos de interesse.	5 - Com potencial para a realização de atividades científicas, didático-pedagógicas e simultaneamente para outras atividades com diferentes tipos de interesse, sem por em causa a integridade do objeto em causa.
		4 - Com potencial para a realização de atividades científicas e didático-pedagógicas.
		2 - O local possibilita a realização de outros tipos de atividades mas não de atividades científicas ou didático-pedagógicas.
		1 - O local não possibilita a realização de qualquer tipo de atividade.
PRESENÇA DE INFRAESTRUTURAS	Valoriza-se a existência, variedade e proximidade de infra-estruturas e equipamentos de apoio ao visitante, tais como centros de interpretação, leitores de paisagem, parques de merendas, entre outros.	5 - Existem e são utilizados, valorizados e divulgados.
		3 - Existem mas encontram-se em más condições, abandonados ou mal aproveitados/divulgados.
		1 - Não existem.

VALOR DE CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO		
ESTATUTO DE PROTEÇÃO ATUAL	Privilegiam-se os locais que não possuem nenhum tipo de proteção legal.	5 - Sem qualquer tipo de proteção legal.
		3 - Incluído numa área de proteção legal (proteção municipal, ...).
		1 - Incluído numa área protegida integrada na Rede Nacional de Áreas Protegidas.
AMEAÇAS ATUAIS OU POTENCIAIS	Valorizam-se os locais que ocorrem em zonas sem pressão urbanística, industrial ou outra, de modo a facilitar a sua classificação e conservação.	5 - Incluído em áreas rurais, não sujeita a desenvolvimento urbanístico ou industrial, nem a construção de infra-estruturas e sem perspectivas de tal.
		3 - Localizado em área intermédia não estando especificamente previstos desenvolvimentos concretos que ponham em causa o elemento/local.
		1 - Incluído em áreas de forte expansão urbana ou industrial, de exploração de recursos, vandalismo ou em áreas onde está prevista a construção de infra-estruturas.
VULNERABILIDADE ANTRÓPICA	Este critério privilegia os locais que apresentem maior capacidade de resistência face aos impactos decorrentes da sua utilização e intervenção antrópica.	5 - Não vulnerável ao uso como local de interesse geomorfológico.
		4 - Pode ocorrer deterioração apenas nas estruturas de acesso.
		3 - Outros elementos podem ser afetados, mas não os geomorfológicos.
		2 - Elementos geomorfológicos e outros podem ser deteriorados.
		1 - Muito vulnerável, o uso pode deteriorar completamente o local.

2. LOCAIS COM POTENCIAL INTERESSE GEOMORFOLÓGICO

Como resultado do processo de inventariação foram identificados como locais com particular interesse geomorfológico, 34 locais com formas superficiais e 25 de relevo subterrâneo (grutas), muitos deles com elevado valor patrimonial que, pela sua originalidade, singularidade, raridade, representatividade, valor estético, grandiosidade paisagística e espetacularidade cénica merecem ser valorizados (**fig. 1 e 2**).

Estes locais correspondem a formas, depósitos e paisagens que, de algum modo, caracterizam a dinâmica geomorfológica passada, recente e atual do relevo, constituindo, na sua maioria, exemplos notáveis da geomorfologia estrutural e cársica, com relevância local, regional, nacional e até mesmo internacional. A maioria destes locais concentra mais do que um único interesse, proporcionando um conjunto diversificado de elementos patrimoniais ligados não só à geodiversidade (geomorfológico, geológico e hidrológico, etc.), como também à biodiversidade, ao registo arqueológico e aos valores culturais e religiosos das populações.

No que respeita ao estatuto de conservação, 13 destes locais encontram-se abrangidos pela área protegida do Parque Natural da Serra de Aire e Candeeiros e alguns dos locais foram já objeto de classificação com vista à sua valorização e preservação sob a forma de diversas figuras legais como "Imóvel de Interesse Público²", "Sítio classificado" e "Monumento Natural".

De seguida faremos uma breve apresentação dos locais de interesse geomorfológico identificados, da sua distribuição, do tipo de interesse e do seu uso potencial. As respetivas fichas individuais de caracterização e fotografias podem ser consultadas no Anexo II.

Como ressalva, importa desde já referir que só foram identificados os elementos e locais situados na escarpa dos Arrifes e nas suas imediações com direta e comprovada associação com o relevo em causa, não tendo sido referidos outros locais de elevado valor patrimonial e de elevada importância geomorfológica existentes na área de estudo, amplamente citados e reconhecidos na literatura científica³ (RODRIGUES, 1988, 1988; CRISPIM, 1995, 2010; AZERÊDO e CRISPIM, 1999; MANUPPELLA *et al.*, 2000; COELHO, 2002).

² A classificação como "Imóvel de Interesse Público" está associada sobretudo à proteção de elementos patrimoniais de valor cultural, porém, esta figura tem sido utilizada para classificar ocorrências geológicas e geomorfológicas de exceção, de forma a inclui-las nas cartas de condicionantes dos respetivos Planos de Diretores Municipais, assegurando, dessa forma, alguma forma de proteção (BRILHA, 2005, 2010).

³ Referimo-nos por exemplo ao Polje de Mira-Minde, à Escarpa da Costa de Minde, ao Covão do Coelho, às Grutas de Mira d'Aire, da Contenda, dos Moinhos Velhos; das Lapas, entre muitos outros.

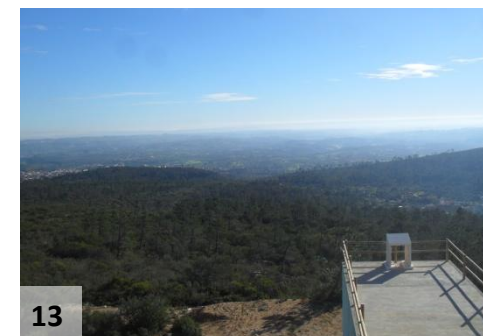
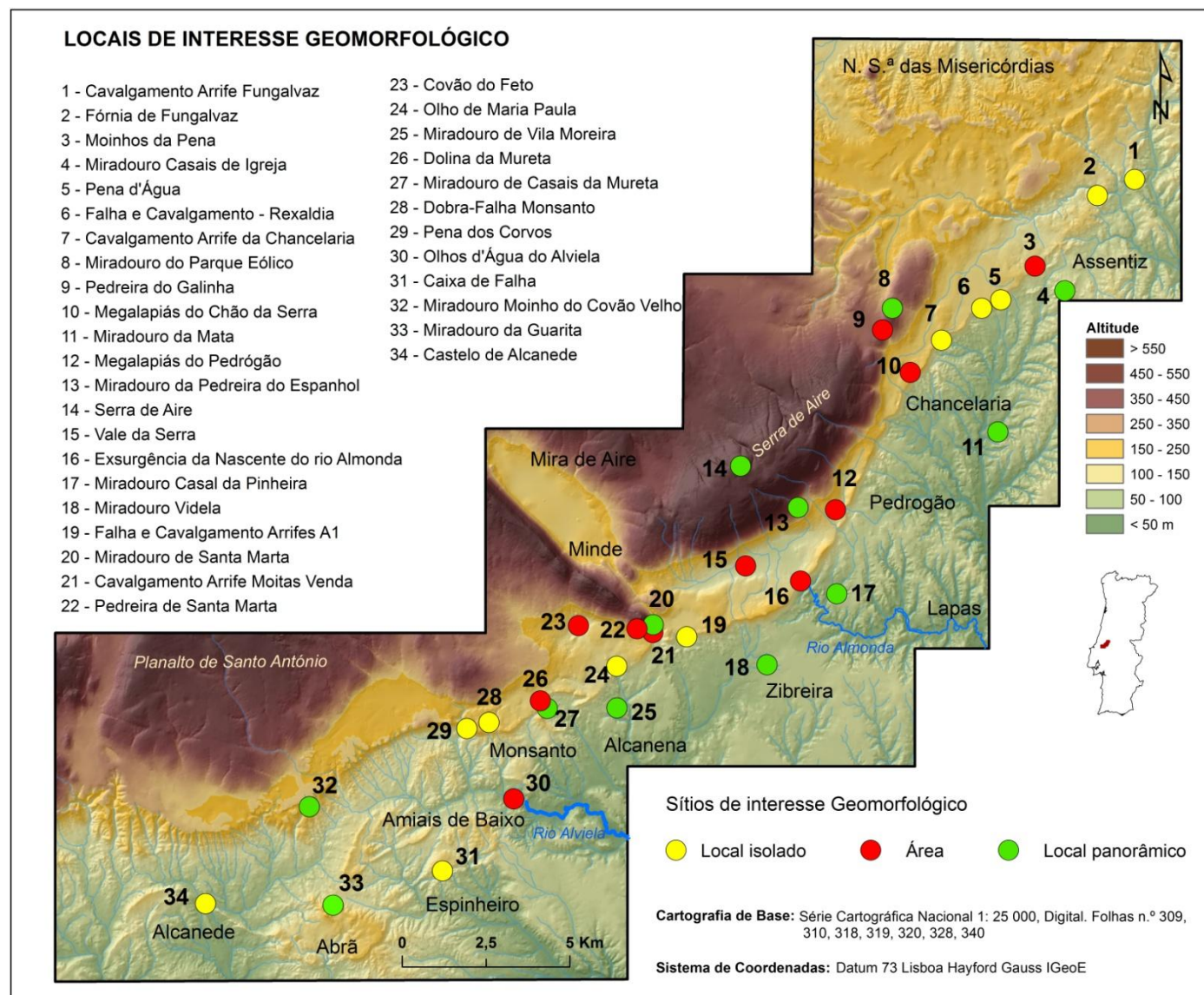
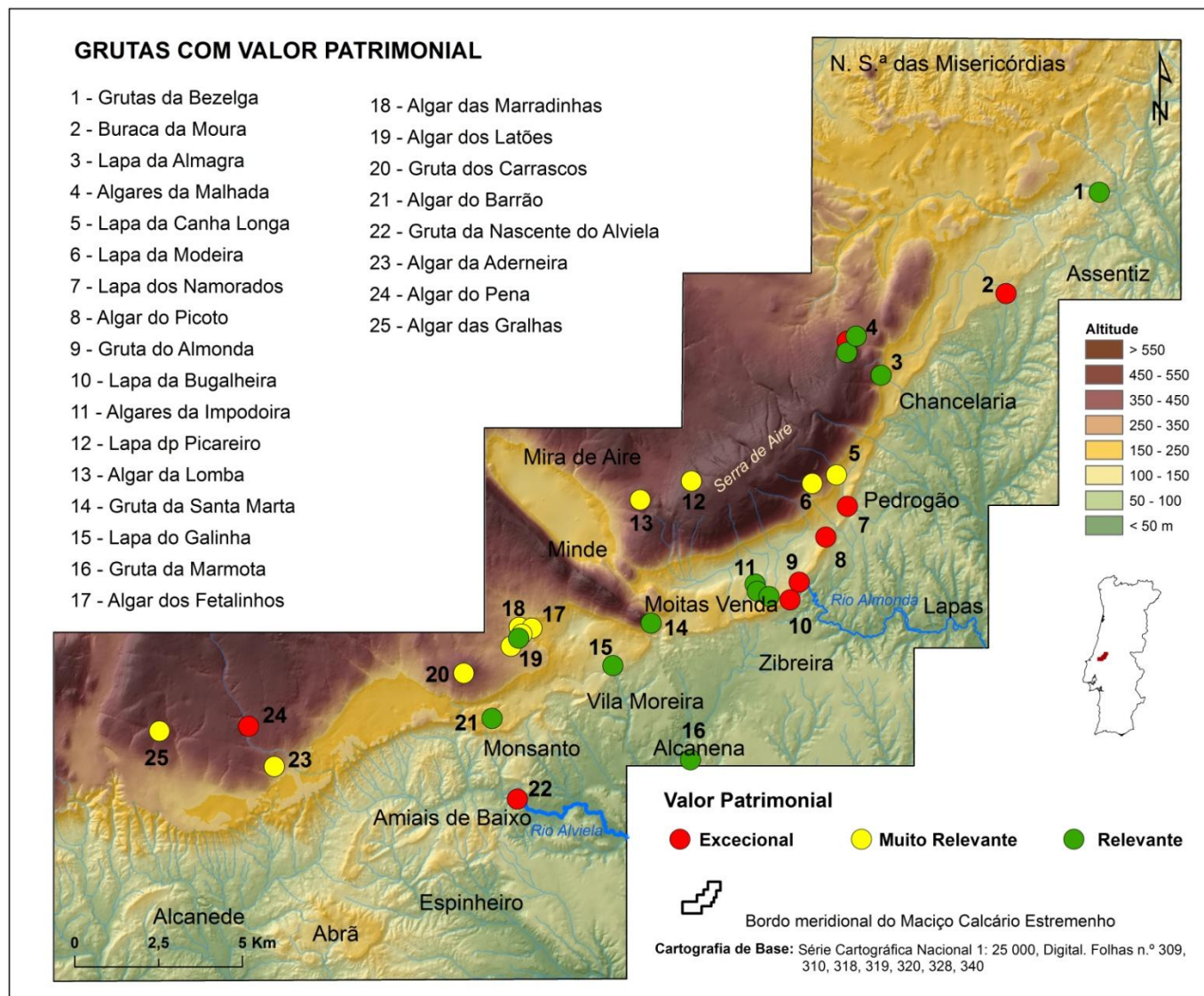


Figura 1- Localização dos locais de interesse geomorfológico.



Fonte: www.ruimergulho.net



Fonte: www.olhares.sapo.pt



Foto de Olímpio Martins - www.icnf.pt

Figura 2 - Localização das grutas com valor patrimonial de acordo com a valoração da Crivarque, Lda (2006), com fotografias de algumas grutas acessíveis ao público em geral.

2.1. ASPETOS GEOLÓGICOS

Sendo a estrutura bastante complexa e o registo litológico muito variado e exercendo notório controlo sobre o relevo, podem ser vistos, um pouco por toda a área de estudo, aspetos de alguma relevância geológica, com valor didático, que permitem compreender a importância da estrutura e em particular da tectónica na arquitetura dos Arrifes e dos relevos adjacentes.

A génese e a evolução tectónica da escarpa podem ser caracterizadas e interpretadas no Arrife de Fungalvaz (n.º 1), da Charneca da Rexaldia (n.º 6), da Chancelaria (n.º 7), no talude da auto-estrada A1 (n.º 19), no talude da estrada (N243) que dá acesso ao lugar de Moitas Venda (n.º 21), no Arrife de Pena dos Corvos (n.º 29) e da Espinheira (n.º 31). Nestes locais pode-se observar, com grande nitidez, o plano da falha inversa responsável pelo soerguimento da escarpa dos Arrifes, caracterizado pelo cavalgamento das formações jurássicas sobre as formações cretácicas e terciárias e, por vezes com ocorrência de formações brechóides, bem como de outras falhas paralelas. Estes elementos estruturais encontram-se expostos em taludes de estradas principais e de caminhos secundários, o que no caso de visitação do Arrife da Charneca da Rexaldia (n.º 6) e da Chancelaria (n.º 7) implica a circula o por estradas secundárias e de terra batida, que nem sempre se encontram em bom estado para a circula o automóvel. No caso particular do corte no talude da auto-estrada A1, a sua localiza o geográfica não proporciona as condi o es mais seguras de leitura devido   proibi o de paragem e estacionamento junto   via, porém, o mesmo pode ser visualizado no lado oposto do talude, junto às antenas, às quais se acede por caminho de terra batida a partir da localidade de Moitas Venda.

A integridade, a representatividade e as excecionais condi o es de observa o, de modo linear e volumétrico, da falha, do arranjo litológico e da configura o do relevo resultante que estes locais oferecem, são algumas das raz o es que justificam o seu elevado valor científico e didático, enquanto peças importantes para reconstitu o da história da evolu o (paleogeográfica) do relevo da escarpa dos Arrifes, do próprio Maciço Calcário Estremenho e até mesmo da evolu o da Bacia Lusitânica.

Outros aspetos relacionados com a sua g nese encontram-se expostos, com excelente qualidade, na pedreira de Santa Marta (n.º 22) e na Pedreira de Monsanto (n.º 28) que p oem em evidência dobras com características perfeitas e de eixo bastante apertado, que se desenvolvem nos calcários do Batoniano. Em Monsanto   onde estas

formas estruturais assumem maior espetacularidade, estando exposta uma dobra anticlinal perfeita com mais de 3m de altura, onde se observam conjuntamente os planos de estratificação estriados resultantes do deslizamento flexural dos calcários micríticos (foto 1).



Foto 1 - Dobra com charneira paralela à Falha do Arrife localizada nas imediações de uma pedreira inativa, a norte de Monsanto: 1 - linha de charneira.

Pela raridade e perfeição destas formas, estes locais são dos exemplos mais didáticos da geomorfologia estrutural, que permitem compreender o campo de tensões (orientação) associado às forças tectónicas compressivas responsáveis pela formação da escarpa os Arrifes.

Já integrados na área protegida do PNSAC, o seu valor científico é, no entanto, já largamente reconhecido, estando ambos atualmente identificados como locais de interesse geológico do Parque (COELHO, 2002). Todavia, os espaços onde se localizam estas formas encontram-se bastante desprezados, verificando-se em ambos os locais a deposição de lixo doméstico e industrial. Por conseguinte, e por se tratar de antigas pedreiras, a sua visita requer cuidados de segurança redobrados, devido não só à grande instabilidade das vertentes fortemente tectonizadas, como também ao solo irregular que se encontra coberto, em determinadas áreas, por uma densa mata rasteira.

Quanto ao acesso, no caso da Pedreira de Monsanto este é feito por caminho secundário de terra batida que se encontra, por vezes, em muito mau estado; enquanto a

pedreira de Santa Marta situa-se junto à estrada principal que dá acesso a Moitas Venda (N243) mas o acesso ao seu interior encontra-se interdito. Tratando-se de locais de elevado interesse científico e didático-pedagógico, deveriam ser tomadas medidas para a sua valorização através de uma requalificação destes espaços, tornando-os mais aprazíveis e acessíveis, sobretudo, para a realização de atividades didáticas para o público académico.

2.2. FORMAS CÁRSICAS

Os locais com maior interesse patrimonial e geoturístico relacionam-se, quase exclusivamente, com os afloramentos de rocha calcária, onde a imunidade cársica, o efémero escoamento superficial e a circulação hídrica subterrânea são responsáveis pela originalidade de um cortejo de elementos morfológicos, variados na forma e na dimensão, que associa formas de dissolução e os processos fluviais, tanto à superfície como em profundidade. Entre essas formas, de algum modo ligadas à evolução cársica da escarpa, inventariámos aquelas que, sem dúvida, contribuem para a especificidade e espetacularidade da paisagem dos Arrifes.

2.2.1. FORMAS CÁRSICAS SUPERFICIAIS

Entre as formas superficiais de pormenor distingue-se, pelo seu significativo valor estético e didático, os campos de megalapiás do Chão da Serra (n.º 10) e do Pedrógão (n.º12), que ocorrem na vertente reversa do Arrifes da Grota e das Paredinhas, respetivamente. Nestas duas áreas observam-se bons exemplos de lapiás ruiformes de em formações calco-dolomíticas, com 2 a 3m de altura e com frequente presença de pias de dissolução. A sua relevância científica e didática deriva da possibilidade de observação de formas que evidenciam os processos de dissolução ativos à superfície e/ou que terão evoluído sob cobertura, bem como da combinação do escoamento das águas pluviais e das influências tectónicas.

A importância geomorfológica e paisagística dos megalapiás do Pedrógão é já reconhecida cientificamente, fazendo este parte da lista de locais de interesse geológico do PNSAC, sendo o seu valor científico acrescido pelo facto de corresponder a um importante sítio arqueológico, conhecido como Cerradinho do Ginete, no qual os megalapiás terão proporcionado condições de abrigo natural para a instalação de grupos humanos pré-históricos (ZAMBUJO, 2010). O espaço em si é de fácil acesso, apresenta

boas condições de observação das formas, está equipado com um agradável parque de merendas e é frequentemente utilizado para prática de *bouldering*⁴ (**foto 2A**).

Quanto aos megalapiás do Chão da Serra, estes não são abrangidos pela área protegida do Parque e não há trabalhos científicos que citem sequer a sua existência, sendo a primeira vez que este local é retratado num trabalho de investigação. Localizam-se numa área de fácil acesso, entre as povoações do Bairro e do Pafarrão e, ainda que apresentem menor número e uma maior dispersão de formas, merecem igualmente ser valorizados pelo seu valor estético (com predomínio de blocos pedunculados), didático e geoturístico, apresentando também potencialidades para serem utilizados para a prática de *bouldering* (**foto 2B**). Sob o ponto de vista da geoconservação, convém referir que esta modalidade desportiva não constitui qualquer ameaça para os afloramentos, sendo antes uma mais-valia para o desenvolvimento local, uma oportunidade de conciliar os fatores desportivo e aventura com os valores naturais e culturais desta região.



Foto 2 - Praticantes de *bouldering* nos megalapiás do Pedrógão (A) e do Chão da Serra (B).

Fonte: <http://escaladaaire.blogspot.pt/>;

No reverso da escarpa, são de referência obrigatória como locais de importância geomorfológica e paisagística as depressões cársticas fechadas, de fundo plano e preenchidas por *terra rossa* do Vale da Serra (n.º 15) considerada por MARTINS (1949) como um polje incipiente; do Covão do Feto (n.º 23) que corresponde a um pequeno polje, no qual se registam algumas inundações episódicas (FLEURY, 1917; JACOB, 1938; MARTINS, 1949; FERREIRA *et al.*, 1988); e a da Mureta (n.º 26) que corresponde a uma dolina de talvegue que terá evoluído para um vale cego. Estas depressões constituem elementos de originalidade do modelado cárstico superficial, de grande valor científico e

⁴ O *boulder* é uma modalidade desportiva de escalada em pequenos blocos rochosos, geralmente com altura não superior a 6m, que dispensa o uso de equipamentos de segurança.

didático-pedagógico, uma vez que retratam bem os processos de carsificação na evolução da paisagem. Dado que se situam em sítios de fácil acesso e são facilmente visíveis na paisagem, de vários pontos de observação, estas depressões são bons exemplos que podem ser utilizados no âmbito de visitas de estudo para estudantes do ensino básico e secundário. Ao nível da geoconservação, só o Vale da Serra não possui qualquer estatuto legal de proteção, já que o Covão do Feto e a dolina da Mureta encontram-se integrados na área protegida do PNSAC.

Ao nível do modelado cárstico superficial encontramos ainda com significativo interesse geomorfológico e paisagístico uma pequena *recullé*, localmente conhecida como a Fórnica de Fungalvaz (n.º2) e o canhão flúvio-cárstico do Alviela (n.º30), cujas evoluções morfológicas podem ser explicadas essencialmente na particularidade de processos fluviais em áreas cársticas. No caso da Fórnica, esta localiza-se numa área de grande beleza paisagística, onde é possível observar também o vale seco da Ribeira da Bezelga, bem como pequenas cavidades cársticas que se abrem nas vertentes abruptas do vale. É um local com significativo valor didático, arqueológico e geoturístico, apresentando grandes potencialidades para a criação de um percurso pedestre de pequena rota ao longo da ribeira. O canhão do Alviela integra-se no complexo flúvio-cárstico da Gruta do Alviela (n.º23) e será apresentado mais à frente.

2.2.2. FORMAS CÁRSICAS SUBTERRÂNEAS

Ao longo da faixa dos Arrifes encontramos muitas e importantes cavidades cársticas naturais, embora ainda mal documentadas e estudadas, que constituem uma expressão particular do património geomorfológico, funcionando como "janelas" de observação privilegiadas da dinâmica do escoamento subterrâneo pretérito e atual. O seu valor patrimonial é muitas vezes acrescido pelo elevado interesse arqueológico, constituindo atualmente peças fundamentais para a reconstituição da vida e dos ambientes paleoclimáticos e paleogeográficos.

No total foram identificadas 25 cavidades naturais com valor patrimonial, com diferentes dimensões e interesses espeleológico, arqueológico e/ou biológico, das quais 8 relevam um valor excecional e 11 um valor muito relevante (**fig. 3**). O valor patrimonial destas grutas baseia-se, na sua maioria, na valoração quantitativa (entre 1 e 5) atribuída pela Crivarque, Lda (2006) no âmbito de um projeto de prospeção e

inventariação de cavidades cársticas do MCE, tendo sido consideradas cavidades com um valor de 5 - Excepcionais, de 4 - Muito Relevantes e de 3 - Relevantes.

Consideradas como a expressão de um património frágil e sensível, muitas destas grutas estão, por vezes, sujeitas a usos que podem pôr em risco a sua preservação e do seu conteúdo, justificando-se, em muitos casos, a não divulgação da sua localização exata, nem a sua exploração turística. Deste modo, de seguida referiremos apenas aquelas que revelam um valor patrimonial excecional e a que o público tem acesso.

A Buraca da Moura (n.º 2) é descrita como uma gruta de grandes dimensões situada na base do Arrife da Rexaldia, que se encontra classificada como Imóvel de Interesse Público em virtude do seu elevado interesse arqueológico, sendo um exemplo de uma gruta utilizada como necrópole neolítica (ANDRADE *et al.*, 2010). Esta cavidade encontra-se em mau estado de conservação (Crivarque, 2006) e devido ao facto de ter sido alvo de vandalismo ao longo de vários anos, o acesso ao seu interior encontra-se na atualidade tapado de modo a salvaguardar o seu espólio arqueológico. Ainda assim a entrada desta cavidade (agora de pequenas dimensões - 5x1,5x2m de altura) pode observada a partir de caminho pedestre de pequena rota que se inicia junto à Capela do Bairro do Senhor da Serra e que dá acesso à nascente da Pena d'Água.

A Lapa dos Namorados (n.º 7) corresponde a uma cavidade situada no Arrife das Paredinhas, com um desenvolvimento de aproximadamente 5,7m de comprimento e 2,5m de altura, atualmente colmatada, cuja superfície do preenchimento encontra-se sob caos de enormes blocos de abatimento com pelo menos um metro cúbico cada. Encontra-se em mau estado de conservação (CRIVARQUE, 2006) e a sua relevância patrimonial está associada ao seu elevado interesse arqueológico, incluindo-se no contexto de grutas utilizadas como necrópoles neolíticas (STEAA, 1986; CARVALHO *et al.*, 2000).

O Algar do Picoto (n.º 8) corresponde a uma cavidade cárstica constituída por uma única sala com cerca de 17m de comprimento, 15m de largura máxima e 5m altura máxima, situada no Arrife do Picoto, que revela um elevado valor arqueológico, em virtude dos artefactos e restos osteológicos humanos encontrados no seu interior, que testemunham a utilização da gruta para práticas funerárias no Neolítico antigo (STEAA, 1986; CARVALHO, 2008).

A Gruta do Almonda (nº 9) constitui o fenómeno endocársico mais espetacular da área de estudo, com um elevado valor científico, didático-pedagógico, ecológico e

cultural, que está classificada como Imóvel de Interesse Público (MANUPELLA *et al.*, 2000; COELHO, 2002; CRISPIM, 1995, 2010a). Esta gruta corresponde ao maior sistema cárstico atualmente conhecido em Portugal e é considerado como o melhor exemplo de uma rede subterrânea labiríntica associada ao bloqueamento da circulação hídrica a montante da nascente do rio Almonda, à qual está ligado (CRISPIM *et al.*, 2013). O seu interesse geomorfológico deriva quer da extensão, morfologia e dinâmica hidrológica ativa, quer da profusão e diversidade de concreções de rara beleza que se encontram no seu interior, razões pelas quais é considerada um verdadeiro "tesouro subterrâneo", um dos casos mais emblemáticos para a compreensão do funcionamento da rede hidrográfica subterrânea, bem como das principais fases de evolução espeleogenética e paleoambiental da região. Para além das suas particularidades geomorfológicas, esta gruta proporciona também as condições ideais de habitat/abrigo de espécies únicas e protegidas, das quais se destaca a presença de escaravelhos únicos no mundo, exclusivos da Serra de Aire (REBOLEIRA, 2007; REBOLEIRA *et al.*, 2011); e da única colónia de criação de morcego-lanudo (*Myotis emarginatus*) conhecida em Portugal, cuja importância foi responsável pela sua classificação como abrigo de importância nacional para a hibernação e criação dos morcegos (www.fpe-espeleo.org). O valor patrimonial desta gruta é ainda acrescido pela descoberta, em algumas das suas galerias, de jazidas arqueológicas e paleontológicas de grande relevância científica e cultural para o estudo da pré-história, consideradas únicas em Portugal e com poucos paralelos a nível mundial, que permitem fazer a reconstituição do contexto paleoambiental e paleoeconómico das sucessivas ocupações humanas, com vestígios até à Época Romana (PAÇO *et al.*, 1947; ZILHÃO *et al.*, 1991, 1993; MARKS *et al.*, 1999; 2001; 2002; ZILHÃO, 2009, 2013).

Atualmente, esta cavidade encontra-se fechada ao público em geral e só abre para visitas de estudo de pequenos grupos (15 pessoas) e para investigação científica, com o intuito de se preservar o valioso património geológico, geomorfológico e arqueológico, assim como o ecossistema, dos impactes negativos resultantes do acesso ao público. De forma a dar apoio à prática espeleológica foi criado o Centro de Interpretação da Gruta do Almonda (CIGA), localizado no Cabeço de Pias (Vale da Serra), que possui um espaço museológico interpretativo, dispõe de alojamento, de um miradouro panorâmico e promove programas orientados para o turismo ecológico e cultural (albergando o centro de BTT de Cabeço de Pias).

Em termos de geoconservação, a gruta encontrando-se fora da área protegida do PNSAC, sendo gerida pelo grupo espeleológico local (STEA) e pela Câmara Municipal de Torres Novas. Segundo ZILHÃO *et al.* (1991) foi já apresentada por esta autarquia uma proposta para a classificação da cavidade como Monumento Nacional, mas passados mais de 20 anos nada se sabe sobre essa proposta.

A Lapa da Bugalheira (n.º 10) corresponde a um abrigo sob rocha situado na escarpa do Arrife do Almonda, constituída por duas salas com cerca de 4m de comprimento, onde se pode observar um certo número de diáclases e da ligação com algares verticais ("chaminés"), alguns dos quais colmatados (STEA, 1987). A relevância patrimonial desta cavidade é de cunho arqueológico, tendo sido encontrado no seu interior vários artefactos que atestam uma ocupação humana nos períodos Paleolítico, Neolítico, Calcolítico, Idade do Cobre e do Bronze, durante os quais terá sido utilizada como abrigo e como necrópole neolítica, tendo mesmo servido como lugar de refúgio às populações locais por ocasião das Invasões Francesas (PAÇO *et al.*, 1941; 1971; CARREIRA, 1995, 1996; ALMEIDA e BELO, 2008).

A Gruta da Nascente do Alviela (n.º 23) corresponde a um complexo sistema de cavidades cársticas, fósseis e ativas, que alberga um dos 20 aquíferos explorados mais profundos do mundo (RAMSAR, 2005) e onde se observa um dos mais significativos fenómenos flúvio-cársticos em Portugal, que no seu conjunto dão origem à importante nascente do Rio Alviela. Este local é considerado como um exemplo único de interceção da drenagem subterrânea pela superficial, onde se pode observar uma gruta sumidouro por onde se perde a Ribeira de Amiais; galerias fósseis; a ressurgência da ribeira à superfície, com a passagem de curso se água subterrâneo a subaéreo; o funcionamento de caudalosas exsurgências temporárias, cujas águas se intersectam, correm num estreito vale em canhão com paredes verticais, onde se abrem inúmeras cavidades, até confluírem com águas da exsurgência perene dos Olhos de Água que surge na base da escarpa dos Arrifes (FLEURY, 1940; MARTINS, 1949; THOMAS, 1985; RODRIGUES, 1988; CRISPIM, 1995; 2010a; BRILHA e PEREIRA, 2012; CRISPIM *et al.*, 2013). São estas ocorrências que fazem deste lugar uma área única no contexto geomorfológico dos Arrifes, na região e possivelmente do território português, encerrando um enorme potencial científico, didático e paisagístico pela possibilidade de observação de formas típicas de áreas cársticas, com processos ativos. Estas cavidades assumem também uma elevada importância ao nível da bioconservação, uma vez que constituem um dos maiores abrigos de morcegos a nível nacional. Por todas estas

particularidades, a sua importância científica há muito que atingiu notoriedade nacional e internacional, tendo sido classificada como sítio Ramsar de importância internacional (ligada ao Polje de Minde) e protegida pelo Parque Nacional da Serra de Aire e Candeeiros.

Este local está aberto ao público, é de fácil acesso e encontra-se muito bem sinalizado, valorizado e divulgado científica e turisticamente, tendo sido criado no local (em 2002) o Centro de Ciência Viva do Alviela (Carsoscópio) destinado a promover a interpretação e divulgação científica do património natural desta área. Com uma elevada vertente formativa, este Centro atua como dinamizador de diversos eventos científicos e atividades lúdico-pedagógicas (de interior e exterior), oferecendo aos visitantes as mais diversificadas experiências entre percursos pedestres, percursos temáticos, atividades de desporto na natureza, atividades de interpretação da natureza e ações de educação ambiental, incluindo um observatório de morcegos.

O Algar do Pena (n.º25) é atualmente a maior cavidade-sala conhecida em Portugal. Trata-se de algar de 35m que conduz a uma sala de grandes dimensões, com aprox. 30m de largura máxima, 70m de comprimento, 50m de altura e que atinge os 75m de profundidade (FERREIRA, 2000). No seu interior podem observar-se espessos mantos estalagmíticos e a formação de muitas concreções, de várias dimensões e beleza, bem como a evolução geomorfológica da cavidade, através dos fenómenos de abatimento de partes de estratos superiores e da existência de outros tipos de depósitos. O interesse didático e científico desta cavidade levaram à implementação, no local, do Centro de Interpretação Subterrâneo do Algar do Pena (CISGAP), que facilita e promove visitas turísticas acessíveis a todo o tipo de público. A espetacularidade desta gruta, cujas dimensões e aspeto estético assumem uma expressão pouco vulgar, derivado da enorme profusão de espeleotemas, foi uma das razões que levou à sua candidatura às 7 Maravilhas Naturais de Portugal, em 2010, não tendo sido, contudo, uma das eleitas.

2.3. PATRIMÓNIO HIDROLÓGICO

Tratando-se de uma região cársica, que detém o mais importante aquífero do território nacional, encontramos nos Arrifes quatro exurgências cársicas de elevado valor patrimonial, que traduzem a importância da infiltração e da circulação subterrânea que ocorrem no Maciço Calcário, as quais passamos a apresentar.

A nascente da Pena d'Água (n.º5) é uma exsurgência cársica ocasional, localizada na base do Arrife da Rexaldia, onde se pode observar a presença de um pequeno afloramento de tufos calcários concrecionados que testemunham a dinâmica atual da nascente (CARVALHO, 1998), bem como o contacto, por cavalgamento, entre os calcários jurássicos e os sedimentos terciários. Para além do seu significativo interesse geomorfológico e paisagístico, este local assume particular interesse paleoecológico e arqueológico, coincidindo com uma importante jazida arqueológica de um abrigo sob rocha, onde foram encontrados vestígios das sucessivas ocupações humanas desde o Paleolítico inferior até à Idade Moderna (FERREIRA, 1998; FIGUEIRAL, 1998; PÓVOAS, 1998). É um local de valor didático e geoturístico, sendo um dos pontos de interesse de um percurso pedestre de pequena rota.

A exsurgência da Nascente do Rio Almonda (n.º16) é uma das mais caudalosas exsurgências cársicas do nosso país que está relacionada com a mais extensa gruta atualmente conhecida em Portugal (THOMAS, 1985; CRISPIM, 2010a). Dada a sua importância, a nascente inclui a lista de sítios da Convenção de Ramsar, estando classificada como uma zona húmida de importância internacional, mas curiosamente não é abrangida pela área do Parque Natural das Serras de Aires e Candeeiros. Estando localizada na base da escarpa dos Arrifes, este local representa um importante recurso didático, onde para além da exsurgência, o local é propício à observação do cavalgamento e da entrada de algumas galerias fósseis da Gruta do Almonda, assim como é também um importante recurso económico, já que as suas águas são utilizadas, logo junto à nascente para abastecimento de uma grande unidade industrial (Fábrica de papel). Independentemente do aproveitamento de parte das águas pela indústria de papel deve-se valorizar a exsurgência e tornar o seu acesso e o espaço envolvente mais aprazível do ponto de vista turístico, uma vez que se verifica um grande desmazelo deste local (**foto 3A**). Contudo, merece ainda referência positiva, o facto de ter sido colocado junto à exsurgência um painel informativo que resume os interesses geomorfológico, hidrológico, ecológico e arqueológico do local, criado no âmbito da Rota do Almonda (**foto 3B**).

O Olho de Maria Paula (n.º 24) é uma exsurgência temporária situada na base do Arrife de Vila Moreira, que está igualmente classificada como uma zona húmida de importância internacional (RAMSAR, 2005) e que se encontra protegida pelo Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros. Este local assume um importante valor didático e turístico, sendo frequentemente utilizado para atividades de interpretação da

natureza e visitas de estudo. O espaço está equipado com pequeno parque de merendas e poderia ser valorizado com a instalação de um painel interpretativo da paisagem.



Foto 3 - Exsurgência do Almonda: A - Placa informação da classificação da Gruta do Almonda como Imóvel de Interesse Público; B - Painel informativo os valores patrimoniais do local

Os Olhos de Água do Alviela (n.º30) são uma nascente cársica perene, localizada na base da escarpa dos Arrifes da Louriceira, que possui o maior caudal em Portugal, estando ligada, localmente, ao complexo de cavidades que representa o fenómeno flúvio-cársico mais significativo do território nacional, associado à perda e ressurgência da Ribeira de Amiais, estando atualmente classificada como sítio Ramsar e está protegida pelo PNSAC (THOMAS, 1985; CRISPIM, 1995; BRILHA e PEREIRA, 2011). Para além do significado que assume em termos paisagísticos, representa um importante recurso didático e económico de valor inestimável, já que as suas águas foram, em parte, aproveitadas para a instalação de indústrias locais e, sobretudo para abastecimento público local e de Lisboa. Por este motivo e pela quantidade de água, trata-se de um local a merecer cuidado de preservação, não só a nível do espaço em si, como também do espaço envolvente, uma vez que este importante recurso tem vindo a ser cada vez mais ameaçado pela poluição decorrente efluentes industriais (suiniculturas, fábricas de curtumes, etc.) e domésticos.

2.4. MIRADOUROS

Em termos paisagísticos, são vários os miradouros com grande interesse geomorfológico e turístico donde é possível observar a escarpa dos Arrifes no seu esplendor ou com maior espetacularidade, numa série de magníficas panorâmicas que

combinam o relevo com aspetos da biodiversidade e do património cultural. No total foram identificados 11 locais panorâmicos, entre os quais 5 miradouros já existentes, uns menos conhecidos e outros que já fazem parte dos roteiros turísticos locais; e 6 novos sítios, que do ponto de vista didático-pedagógico e do potencial turístico constituem locais-chave para a interpretação e compreensão da paisagem. E eles são:

O Miradouro Casais de Igreja (n.º4) situa-se junto ao cemitério de Casais de Igreja, numa colina (150m), sobranceira ao Vale da Ribeira do Alvorão, proporcionando um soberbo panorama de grande parte da monumentalidade da escarpa dos Arrifes ao longo do sopé da Serra de Aire. Do ponto de vista geomorfológico, este local proporciona uma fácil visualização da expressão morfológica da falha tectónica dos Arrifes e da faixa de transição entre duas grandes unidades morfo-estruturais – o Maciço Calcário Estremenho e a Bacia Terciária do Tejo. Dada a sua localização, junto à estrada nacional 349 é um local com potencialidades para ser explorado turisticamente.

O Miradouro do Parque Eólico (n.º8) localiza-se em pleno Parque Eólico de Pias Longas, entre as povoações de Bairro e Sobral, a cerca de 330m de altitude e permite observar toda a paisagem envolvente segundo um ângulo de 360°. Deste local, que se estende pelo dorso do monte anticlinal da Serra de Aire, avista-se parte do flanco SE da Serra de Aire, todo o reverso da escarpa de falha dos Arrifes, desde o Casal da Pena (Assentiz) até ao Arrife do Alqueidão, onde se observam também várias depressões cársticas fechadas assimétricas. Para além do acidente tectónico, avistam-se as colinas gresocalcárias da Bacia Terciária do Tejo, que se perdem no horizonte até à planície aluvial do rio Tejo. Para norte, este local proporciona uma impressionante vista de todo o Planalto de S. Mamede, sendo visível o nível de aplanagens culminantes (“nível de Pias” – identificado por MARTINS, 1949), a Plataforma de Fátima e a Bacia sinclinal cretácica de Ourém. Nesta última sobressai um conjunto de cabeços constituídos por calcários cretácicos onde esta implantado o Castelo de Ourém, que corresponde à expressão morfológica de uma falha normal de orientação W-E, que se estende por cerca de 5km, desde Alburitel a Ourém (até ao Castelo). Em dias de boa visibilidade são também facilmente observáveis as serras calcárias de Alvaiázere e Sicó, e ainda algumas serras da Cordilheira Central.

O Miradouro da Mata (n.º11) situa-se no topo de uma colina sobranceira ao Vale da Ribeira do Alvorão e reúne ótimas condições de observação da escarpa dos Arrifes, numa extensão de mais de 12 km, desde Casal da Pena até ao Arrife do Almonda. Do

ponto de vista geomorfológico, este local é um dos mais interessantes para observar a configuração morfológica da falha dos Arrifes e para compreender os três domínios geomorfológicos presentes nesta região, que constituem unidades de paisagem com valor diferenciado: o Maciço Calcário Estremenho, abarcando toda a Serra de Aire, a escarpa dos Arrifes e as colinas greso-calcárias da Bacia Terciária do Tejo.

O Miradouro da Pedreira do Espanhol (n.º13) situa-se numa antiga pedreira localizada na vertente sudeste da Serra de Aire, a cerca de 300m de altitude. Deste lugar pode observar-se uma paisagem com contrastes profundos, em que se impõe a escarpa dos Arrifes entre a Serra de Aire e a vasta planície da Bacia do Tejo que se perde no horizonte, bem como o polje incipiente do Vale da Serra no reverso da escarpa. O acesso a este miradouro criado pelo no PNSAC faz-se por estrada de terra-batida que se encontra em muito mal estado para a circulação de automóveis ligeiros e o espaço em si poderia estar melhor valorizado com a presença de um painel interpretativo da paisagem.

A Serra de Aire (n.º14) é um excelente exemplo de um relevo anticlinal, do topo da qual se desfruta uma bela panorâmica com interesse paisagístico e geomorfológico (COELHO, 2002). Deste local pode-se observar, em dias límpidos, desde o litoral até à Serra de São Mamede, bem como um conjunto de formas cársicas de pormenor (dolinas). No entanto, a visita ao topo implica um percurso pedestre de várias horas ou um passeio em veículo de todo-o-terreno

Os Miradouros do Casal da Pinheira (n.º 17) e da Videla (n.º18) correspondem a dois locais situados nas colinas gresocalcárias da Bacia do Tejo de onde se pode observar a escarpa dos Arrifes na sua maior monumentalidade, com uma altura de cerca de 100m, que apresenta grandes potencialidades para ser explorado turisticamente.

O Miradouro de Santa Marta (n.º20), localizado a meio da vertente do Monte de Santa Marta, é um dos melhores miradouros da transição do Maciço Calcário Estremenho para a Bacia do Tejo, proporcionando uma excelente vista sobre todo o flanco sudeste do anticlinal da Serra de Aire, a depressão cársica do Vale da Serra, a escarpa dos Arrifes, e para SW, o bordo meridional do Planalto de Santo António, a Serra de Candeeiros e toda a Bacia do Tejo até Santarém. Para os mais aventureiros, um pouco mais acima, no vértice geodésico de Santa Marta (a que se acede por corta-mato até aos 413m), o alto do cabeça permite dominar toda a paisagem envolvente, proporcionando uma visão a 360° de grande parte das unidades morfológicas que compõem o Maciço Calcário Estremenho. O impacto visual da panorâmica confere ao

local elevado interesse geomorfológico e as excelentes condições de observação, o fácil acesso e o arranjo do espaço um elevado valor didático e turístico de relevância local e regional. Este local, que integra os roteiros turísticos locais, tem também um elevado valor cultural, sendo um importante local de interesse arqueológico (ARAÚJO e ZILHÃO, 1991), religioso e etnográfico, sendo atualmente um importante local de culto e de romaria.

O Miradouro de Vila Moreira (n.º25), situado junto ao depósito de água desta povoação, é um miradouro local que proporciona uma magnífica vista panorâmica sobre a escarpa dos Arrifes, ao longo de mais de 3km, desde Moitas Vendas até perto de Monsanto. As condições paisagísticas deste local permitem um fácil enquadramento geomorfológico da exurgência temporária do Olho de Maria Paula e a perfeita observação do cavalgamento das formações jurássicas sobre as formações cretácicas e terciárias, que caracteriza o acidente tectónico.

O Miradouro de Casais da Mureta (n.º32) é um miradouro criado pelo PNSAC, localizado no topo da escarpa dos Arrifes de Monsanto, que permite a observação do ponto de bifurcação (vértice geodésico dos Arrifes - 188m) da escarpa dos Arrifes em dois compartimentos topográficos, desenvolvendo-se entre eles um pequeno graben, preenchido por sedimentos cretácicos. Aqui o ramo principal da escarpa dos Arrifes (onde se situa o miradouro) eleva-se sobranceiro à Bacia do Tejo com um comando de 70m, assumindo uma configuração topográfica em semicírculo, com declives superiores a 25°. Já o acidente secundário é apenas visível na paisagem por uma vertente escarpada, transversal ao acidente principal, com cerca de 183m de altitude e 50m de altura, que perde expressão morfológica junto de Areeiro. O espaço é de muito fácil acesso, encontra-se muito bem valorizado turisticamente, estando equipado com um grande parque de merendas e até tem infraestruturas que levam a supor já ter havido um "leitor de paisagem".

O Miradouro do Moinho do Covão do Coelho (n.º27) localiza-se no topo da escarpa dos Arrifes à entrada da localidade de Vale da Trave, a cerca de 240m de altitude, num local de onde se obtém uma magnífica panorâmica de todo o sinclinal de Monsanto e dos dois compartimentos topográficos que constituem a escarpa dos Arrifes desde de Moitas Vendas até Alcanede. É um local que reúne todas as condições para a instalação de um miradouro com um leitor de paisagem.

O Miradouro da Guarita (n.º33) é um excelente miradouro natural, localizado no topo de um relevo vulcânico de Abrã, no ponto culminante (240m) de todo o sinclinal

de Monsanto, que assume um significativo valor turístico, visto que oferece uma visão a 360° da paisagem envolvente, donde se pode observar todo o bordo sul do Planalto de Santo António até à Serra de Aire (em dias de boa visibilidade); os dois compartimentos topográficos da escarpa dos Arrifes que delimitam o sinclinal de Monsanto, desde Moitas Vendas até Alcanede; e as escarpas do relevo monoclinal no sinclinal de Monsanto. Este local, de muito fácil acesso, faz parte dos roteiros turísticos locais, está equipado com um pequeno parque de merendas mas encontra-se completamente desprezado, sendo necessário proceder à qualificação turística do espaço, melhorar a sinalética e valorizar o local com a instalação de um leitor da paisagem. Para além do seu significado paisagístico, o local assume também um elevado valor didático de interesse geológico, associado à possibilidade de observação, com grande qualidade, do afloramento da brecha eruptiva que constitui este morro (MANUPELLA *et al.*, 2000). É um elemento raro e original na área de estudo, uma vez que é a única ocorrência de relevos vulcânicos nas proximidades dos Arrifes.

2.5. LOCAIS DE INTERESSE GEOCULTURAL

Para além do património geomorfológico propriamente dito, os Arrifes encerram também um importante património cultural, diretamente relacionado com as suas características geomorfológicas e que valorizam as formas e paisagem dos Arrifes. Entre eles destacam-se com grande valor patrimonial os moinhos da Pena (n.º3) e o Castelo de Alcanede (n.º34).

Os moinhos da Pena (n.º3) localizam-se no topo da escarpa dos Arrifes de Casal da Pena e representam atualmente o terceiro maior aglomerado de moinhos de vento de Portugal, sendo um exemplo vivo de uma atividade económica que durante alguns séculos marcou a vida da região. O local em si é de grande beleza paisagística, proporcionando um excelente panorama sobre a Bacia do Tejo, ao mesmo tempo que é um ótimo local para se observar falhas, contactos tectónicos por cavalgamento e uma extensa brecha de falha, cuja expressão morfológica é responsável pelo relevo dos Arrifes (BARBOSA, 1995; COELHO, 2002). É um local com significativo valor paisagístico, didático e sobretudo turístico, uma vez que integra a Rota dos Moinhos de Vento e é utilizado para turismo rural.

O Castelo de Alcanede (n.º34) é um monumento histórico-militar do século XII/XIII (?), que se destaca pela excelência do seu enquadramento paisagístico no topo na terminação sul da escarpa dos Arrifes, bem como pelo seu interesse histórico e

turístico. Classificado como Imóvel de Interesse Público, é um importante marco histórico na paisagem da região, que proporciona aos seus visitantes uma soberba vista da paisagem envolvente.

2.6. OUTROS LOCAIS COM INTERESSES VARIADOS

Constituindo um local de excelência, com elevado valor científico e didático-pedagógico, já sobejamente reconhecido, encontramos bem próximo da escarpa dos Arrifes o Monumento Natural das Pegadas de Dinossauro da Pedreira do Galinha (nº.9).

Situado em pleno Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, no flanco oriental da Serra de Aire, a cerca de 1,5km a N da escarpa dos Arrifes, a pedreira do Galinha é um sítio Classificado como Monumento Natural devido à ocorrência de um importante registo fóssil de pegadas de dinossáurios saurópodes, numa área de calcários do Jurássico médio. Esta jazida de pegadas, com cerca de 175 milhões de anos, é considerada como um dos mais importantes registo mundial, apresentando mais de 1500 pegadas em pelo menos 20 trilhos, dois dos quais os mais longos do mundo (147m de comprimento - SANTOS *et al.*, 1994, 1998; BRILHA e PEREIRA, 2011). A presença destas pegadas fósseis proporciona informações paleoambientais importantes da área que é hoje o Maciço Calcário Estremenho, no Jurássico Médio. A par do seu interesse paleontológico e paleogeográfico, esta área concentra também um elevado valor didático-pedagógico, decorrente da existência de um circuito com vários painéis informativos e interpretativos da evolução geológica e geomorfológica da paisagem, em função da conservação das pegadas. Nestes painéis é dada particular atenção à escarpa de falha dos Arrifes enquanto elemento estruturante e contrastante da paisagem que se avista da pedreira, contribuindo em muito para a compreensão da sua evolução paleogeográfica.

Com um invulgar valor científico e didático-pedagógico, este local encontra-se bem preservado, valorizado e divulgado científica e turisticamente, com bons acessos e sinalética, sendo atualmente utilizado para a realização de atividades científicas, didático-pedagógicas, com visitas autónomas e visitas guiadas.

Adicionalmente, este espaço inclui ainda outros pontos de interesse, tais como: o Jardim Jurássico, espaço que pretende ser a reconstituição da flora existente no período Jurássico, com exemplares que são considerados fósseis vivos; o Centro de Animação Ambiental que dispõe de espaços (alojamento, auditório e parque de merendas) que

podem ser utilizados pelos visitantes e promove uma vasta oferta de atividades recreativas como a prática de escalada e *rappel*, entre outras (www.pegadasdedinossaurios.org); e ainda é um excelente miradouro, de onde se pode avistar a escarpa dos Arrifes materializando o degrau topográfico entre a Serra de Aire e as baixas colinas da Bacia do Tejo.

3. LOCAIS DE INTERESSE GEOMORFOLÓGICO RELEVANTES E EXCECIONAIS

Todos os locais de interesse geomorfológico apresentados foram sujeitos a um processo de avaliação quantitativa de modo a distinguir os geomorfossítios mais relevantes e de inegável valor patrimonial, dignos de ser preservados e cuja presença determina a singularidade da escarpa dos Arrifes. Convém referir que apenas foram sujeitos a este processo os 34 locais do modelado superficial, tendo sido agregados apenas as grutas mais importantes às respetivas exsurgências, do qual resultou os geomorfossítio do sistema cársico da nascente do Almonda (n.º16) e do complexo flúvio-cársico da Nascente do Alviela (n.º30).

O processo de seriação teve por base os critérios anteriormente referidos (expostos no **quadro I**), tendo sido definidos os locais de valor excecional e relevante em função dos valores definidos no **quadro II**, cujos resultados se encontram expostos no **quadro III**.

Quadro II - Critérios de seriação dos locais excecionais

	Valor Geomorfológico			Valor de Uso	Valor de Conservação	Valor Global
	Valor científico	Valor Adicional	Total			
Máximo	33	18	51	25	15	91
Mínimo	7	4	11	5	3	19
Excecional	≥ 30	=18	≥ 45	≥ 24	15*	≥ 72
Relevante	> 20	> 10	≥ 30	> 20		≥ 65

* Necessário definir e implementar medidas de proteção e valorização

De acordo com os valores apresentados (quadro III) podemos concluir que os geomorfossítios excecionais pelo seu valor científico são o sistema cársico da Nascente do Almonda (n.º16), o complexo flúvio-cársico da Nascente do Alviela (n.º30), a pedreira do Galinha (n.º 9), a escarpa de falha na Rexaldia (n.º6), os megalapiás do Pedrógão (n.º12) e o polje incipiente do Vale da Serra (n.º15), sobressaindo o sistema

cársico da Nascente do Almonda e o complexo flúvio-cársico da Nascente do Alviela com um valor geomorfológico total máximo (51).

Quadro III - Avaliação quantitativa dos geomorfosítios

N.º	Nome	Tipo	Valor Geomorfológico			Valor de Uso	Valor de Conservação	Valor Global
			Valor científico	Valor Adicional	Total			
1	Cavalgamento Arrife Fungalvaz	Isolado	14	6	20	13	11	44
2	Fórnia de Fungalvaz	Isolado	19	9	28	11	15	54
3	Moinhos da Pena	Área	21	14	35	22	15	72
4	Miradouro Casais de Igreja	Panorâmico	14	6	20	17	13	50
5	Pena d'Água	Isolado	22	12	34	15	15	64
6	Falha e cavalgamento Rexaldia	Isolado	30	8	38	12	15	65
7	Cavalgamento Arrife da Chancelaria	Isolado	19	6	25	12	15	52
8	Miradouro Parque Eólico	Panorâmico	19	8	27	15	15	57
9	Pedreira do Galinha	Área	32	12	44	25	7	76
10	Megalapiás do Chão da Serra	Área	27	8	35	14	15	64
11	Miradouro da Mata	Panorâmico	16	8	24	16	13	53
12	Megalapiás do Pedrógão	Área	30	9	39	23	11	73
13	Miradouro da Pedreira do Espanhol	Panorâmico	25	10	35	23	11	69
14	Serra de Aire	Panorâmico	27	11	38	17	11	66
15	Vale da Serra	Área	30	9	39	22	15	76
16	Sistema cársico da Nascente do Almonda	Área	33	18	51	24	10	85
17	Miradouro Casal da Pinheira	Panorâmico	20	8	28	16	13	57
18	Miradouro Videla	Panorâmico	15	6	21	16	13	50
19	Falha e cavalgamento Arrifes A1	Isolado	27	8	35	16	11	62
20	Miradouro de Santa Marta	Panorâmico	25	12	37	25	11	73
21	Cavalgamento Arrife Moitas Venda	Isolado	26	8	34	20	7	61
22	Pedreira de Santa Marta	Área	24	10	34	19	7	60
23	Covão do Feto	Área	26	8	34	21	11	66
24	Olho de Maria Paula	Isolado	27	11	38	23	11	72
25	Miradouro de Vila Moreira	Panorâmico	17	8	25	16	11	52
26	Vale Seco da Mureta	Área	24	8	32	15	11	58
27	Miradouro de Casais da Mureta	Panorâmico	17	8	25	25	11	61
28	Dobra-Falha Monsanto	Isolado	24	8	32	18	11	61
29	Pena dos Corvos	Isolado	18	10	28	17	11	56
30	Complexo flúvio-cársico do Alviela	Área	33	18	51	25	10	86
31	Caixa de Falha	Isolado	26	8	34	24	13	71
32	Miradouro Moinho do Covão Velho	Panorâmico	10	7	17	16	15	48
33	Miradouro da Guarita	Panorâmico	27	8	35	21	15	71
34	Castelo de Alcanede	Isolado	25	12	37	21	11	69

No que respeita ao valor uso e de gestão, sobressaem como locais com viabilidade de utilização didática, geoturística e/ou económica, a pedreira do Galinha (n.º9), o sistema cársico da Nascente do Almonda (n.º 16), o Miradouro de Santa Marta (n.º20), o Miradouro de Casais da Mureta (n.º27), o complexo flúvio-cársico do Alviela (n.º30) e o local da caixa de falha do Espinheiro (n.º31).

Quanto ao valor de conservação, temos vários geomorfossítios em que é necessário definir e implementar medidas para sua proteção e valorização tais como: na fórnica de Funglavaz (n.º2), Moinhos da Pena (n.º 3), o lugar da Pena d'Água (n.º5), Escarpa de falha da Rexaldia e da Chancelaria (n.º6 e 7), nos megalapiás do Chão da Serra (n.º10), no Vale da Serra (n.º 15), e nos miradouros do Moinho do Covão Velho e da Guarita (n.º32 e 33).

Por fim, de acordo com o seu valor global, os geomorfossítios de valor excecional presentes na escarpa dos Arrifes são os Moinhos da Pena, a Pedreira do Galinha, os megalapiás do Pedrógão, a depressão do Vale da Serra, o sistema cársico do nascente do Almonda, o miradouro de Santa Marta, a exurgência do Olho de Maria Paula e o complexo flúvio-cársico da nascente do Alviela. No seu conjunto, estes locais apresentam características geomorfológicas únicas, de relevância regional, nacional e internacional e são passíveis de referências multidisciplinares, estando vocacionados para abordagens do ponto de vista científico, didático-pedagógico, turístico e desportivo.

4. ESTRATÉGIAS DE VALORIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DOS VALORES PATRIMONIAIS

Dada a diversidade, a quantidade e a qualidade do património natural que os Arrifes sustentam, este possui potencialidades e recursos naturais únicos passíveis de serem explorados para fins científicos, educacionais e turísticos.

Tendo em conta a proximidade e a inclusão, ainda que em parte, dos Arrifes na área protegida do Parque Natural da Serra de Aire e Candeeiros, parece-nos existir já uma estratégia de valorização e divulgação de grande parte dos seus valores naturais, verificando-se o desenvolvimento de vários percursos pedestres, percursos temáticos, atividades de desporto na natureza, atividades de interpretação da natureza e de ações de educação que visam dinamizar alguns dos aspetos do seu património geomorfológico.

De um modo geral, a região dos Arrifes é uma área que permite a prática de atividades tão diversas como o pedestrianismo, percursos de BTT, geocaching,

espeleologia em algumas das suas grutas, sendo também um sítio procurado para a prática de desporto aventura e radicais, como escalada nas suas cornijas rochosas, quase verticais onde praticamente não há vegetação e de *bouldering* nos seus megalapiás. As diversas atividades que podem ser realizadas nos Arrifes encontram-se sintetizadas na carta geoturística que se apresenta na **figura 3**.

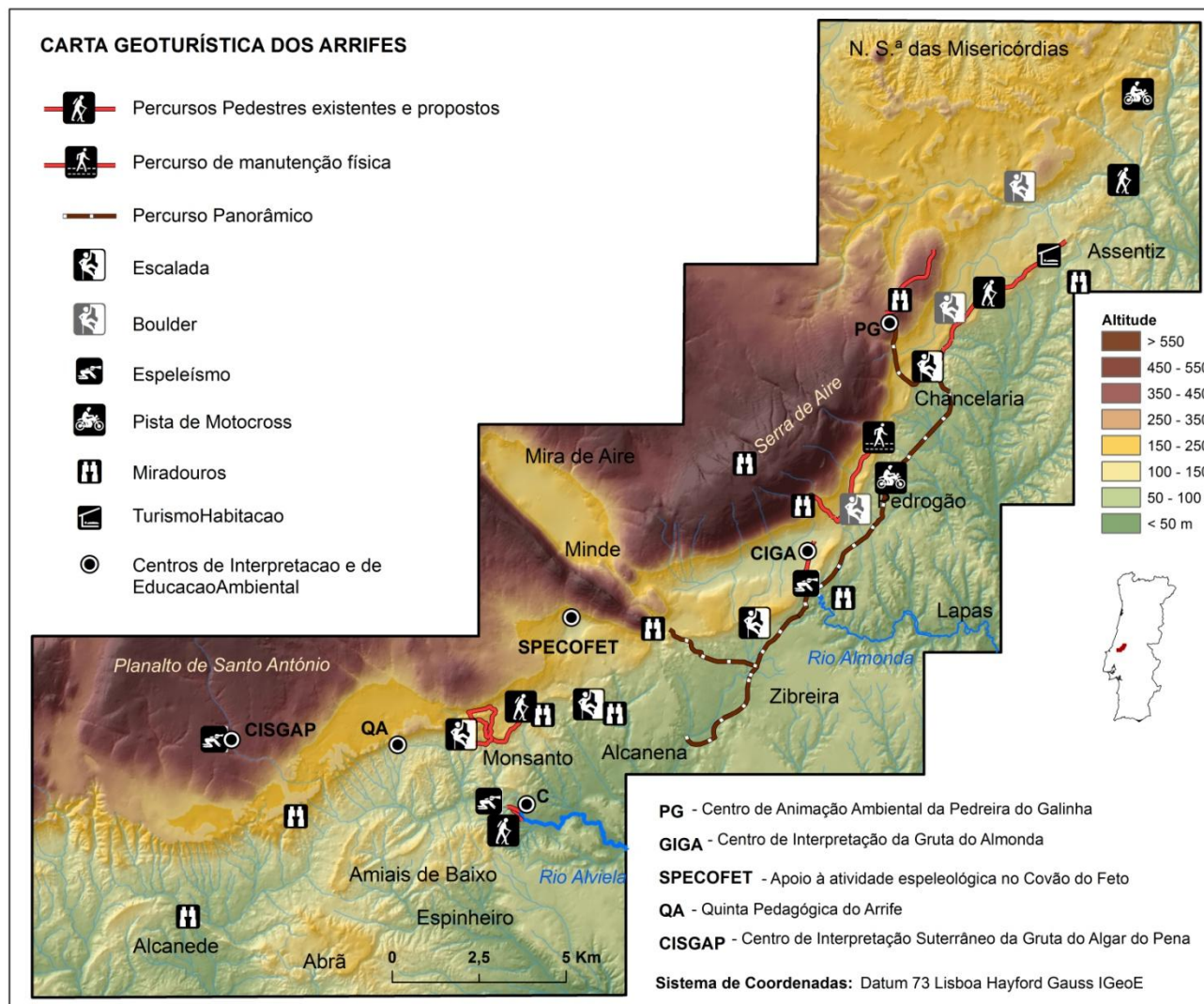
Embora o valor patrimonial de grande parte dos geomorfosítios seja já reconhecido, verifica-se que a sua valorização didática e turística, incluindo os integrados no PNSAC, não foram ainda alcançadas.

Deste modo, apresentamos de seguida outras estratégias de valorização e divulgação do património natural dos Arrifes baseadas em propostas de interpretação geomorfológica e paisagística, que de forma combinada com atividades pedagógicas, turísticas e desportivas, permitam sensibilizar o público para a conservação da Natureza em geral, e aproximá-los do conhecimento das Ciências da Terras, e particularmente da Geomorfologia.

4.1. PAINÉIS INTERPRETATIVOS DA PAISAGEM

De um modo geral verificou-se que há uma carência de meios interpretativos da paisagem que abranjam os aspetos geomorfológicos, geológicos ou até mesmo os hidrológicos. Como entendemos que estas paisagens merecem ser lidas e explicadas aos seus visitantes, sugerimos que sejam criados leitores de paisagem, com o objetivo de proporcionar ao público escolar e à população geral um conhecimento e uma correta interpretação dos aspetos geomorfológicos, paisagísticos, geológicos e outros mais relevantes do local, direcionados para as visitas autónomas ou para o apoio de visitas escolares. Dos locais onde a presença dos painéis interpretativos valoriza o sítio em si, são por exemplo nos vários miradouros, onde este ajudará a interpretar o seu contexto geomorfológico, a sua formação e evolução, permitindo observar a paisagem "com outros olhos".

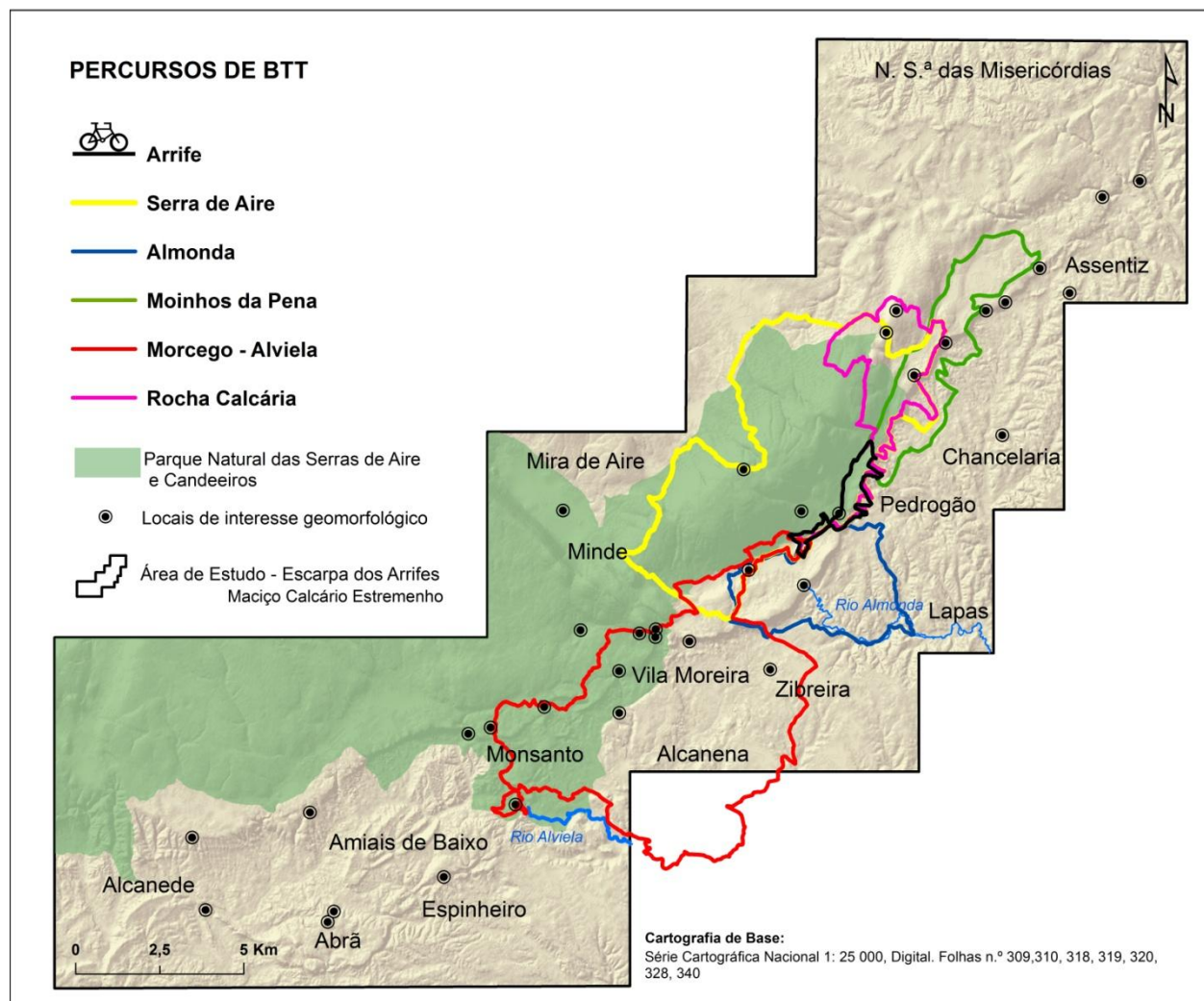
Nos diversos percursos pedestres e de BTT apresentados **nas figuras 3 e 4**, a presença de leitores de paisagem nos principais locais de interesse geomorfológicos também seria uma mais-valia para a sua valorização e sobretudo para promover a conscientização pública para o conhecimento dos processos naturais e da importância do património geomorfológico.



Zona de escalada do Arrife de Pafarrão

Fonte: <http://escaladapafarrao.blogspot.pt/>

Figura 3 - Carta geotúística dos Arrifes



	Distância	Desnível	Dificuldade
Arrife	12km	257m	Fácil
Serra de Aire	42km	1078m	Muito Difícil
Almonda	18km	249m	Fácil
Moinhos	33km	549m	Moderado
Morcego	47km	788m	Difícil
Rocha Calcária	29km	812m	Muito Difícil

Mais informações em

<http://www.turrisespacos.pt/equipamentos/cabeco>

Figura 4 - Alguns percursos de BTT do Cabeço de Pias com relevância para a divulgação da escarpa dos Arrifes e dos seus valores patrimoniais.

4.2. PROPOSTA DE VISITA DE ESTUDO

Por outro lado, as particularidades geomorfológicas, paisagísticas, geológicas, hidrológicas e ecológicas que os Arrifes concentram fazem com que esta área seja um autêntico "livro de estudo aberto" da Geomorfologia Estrutural e Cársica. Deste modo, sugerimos um pequeno roteiro para uma visita de estudo aos Arrifes

A visita de estudo que se propõe direciona-se sobretudo para os estudantes do Ensino Secundário e Superior e tem como objetivo uma análise geomorfológica da paisagem, permitindo aos alunos conseguir distinguir diferentes unidades de paisagem, observar e interpretar cortes geológicos, formas e processos geomorfológicos, de modo a compreenderem em que medida os acontecimentos pretéritos e atuais modelam as paisagens de hoje. Ao mesmo tempo, pretende-se ilustrar de que modo o acidente dos Arrifes exerce uma notável influência sobre os demais componentes da paisagem, como, por exemplo, na morfologia de pormenor, na rede hidrográfica, nos solos, na cobertura vegetal e até mesmo na ocupação humana.

Com efeito, espera-se não só transmitir conhecimentos científicos, como também chamar atenção para a vulnerabilidade e riscos naturais e antrópicos presentes neste contexto geográfico.

A visita de estudo inicia-se a partir de portagem de Torres Novas, a partir da qual se segue para a localidade de Moitas Vendas pela estrada nacional 243 que é uma verdadeira estrada panorâmica a merecer toda atenção do ponto de vista geomorfológico, onde se estabelece o primeiro contacto com a escarpa de falha dos Arrifes. Os pontos de paragem e de interesse são sucintamente referidos aqui, sendo esta atividade apoiada pelas informações contidas nas respetivas fichas de inventariação (Anexo II).

Paragem 1 - Miradouro de Santa Marta: é o local proposto para início da visita de estudo, onde temos uma visão de conjunto da região que, pouco a pouco, irá ser dada a conhecer. A vista panorâmica sobre a extremidade meridional do Maciço Calcário Estremenho e sobre colinas gresocalcárias e extensões planálticas, de baixa altitude, da Bacia Terciária do Tejo, permite fazer um breve e excelente enquadramento geomorfológico regional, onde a escarpa dos Arrifes sobressai como degrau topográfico entre estas duas grandes unidades de paisagem.

Paragem 2 - Corte da auto-estrada A1 visto de Moitas Vendas: permite a observação dos aspetos estruturais responsáveis pela arquitetura do relevo dos Arrifes, onde se observa o plano da falha inversa que mergulha aproximadamente 40° para

Norte e o cavalgamento dos calcários jurássicos do Maciço sobre os materiais do cretácicos da Bacia. Para além do cavalgamento é ainda possível observar na base do talude, nas formações calcárias, uma dobra anticlinal resultante de forças tectónicas compressivas responsáveis pelo seu soerguimento. Logo ali ao lado, na pedreira de Santa Marta, estas estruturas dobradas podem ser observadas com maior nitidez.

Paragem 3 - Depressão do Vale da Serra: permite observar uma das formas mais características mais características da paisagem cársica, um exemplo de uma depressão fechada que evoluiu condicionada por fatores estruturais e por imunidade cársica e que corresponde a um polje incipiente, com grande desenvolvimento endocársico associado à nascente do Rio Almonda.

Paragem 4 - Megalapiás do Pedrógão: um bom exemplo de lapiás ruiniformes, onde se encontram algumas pias de dissolução, que no seu conjunto evidenciam os processos de dissolução ativos à superfície e/ou que terão evoluído sob cobertura, bem como da combinação do escoamento das águas pluviais e das influências tectónicas.

Paragem 5 - Exsurgência da nascente do Rio Almonda: é um dos locais que permite explicar e compreender parte da dinâmica hidrológica de um sistema cársico, a importância da drenagem subterrânea, a formação de grutas, a falha, o cavalgamento e a formação da escarpa dos Arrifes. É também um bom local para a sensibilização da importância e fragilidade dos aquíferos cársicos e da sua vulnerabilidade face à poluição decorrente de atividades antrópicas.

Paragem 6 - Complexo fluviocársico do Alviela: permite compreender no seu todo a evolução e a dinâmica hidrológica de um sistema cársico.

4.3. PERCURSO PEDESTRE E DE MANUTENÇÃO FÍSICA

Uma das melhores formas para se compreender a paisagem é estar em contacto com ela e pelo facto de estarmos numa época onde se promove os benefícios da prática de atividades ao ar livre, sugere-se a criação de um percurso pedestre e de manutenção física entre o Arrife das Paredinhas e do Alqueidão. Este percurso teria sensivelmente 3km, ao longo do qual surgiriam alguns pontos de descanso, coincidentes com pontos de interesse geomorfológico, devidamente apoiados com um painel informativo ou interpretativo do elemento ou da paisagem em causa. Aqui pode-se incluir como pontos de interesse o Miradouro da Pedreira do Espanhol, os megalapiás do Pedrógão (onde também se pode praticar *bouldering*). Este seria um espaço desportivo e de lazer

enquadrado num local agradável e em contacto com a natureza, nomeadamente com a morfologia calcária.

CONCLUSÕES

As características geomorfológicas da escarpa dos Arrifes, expostas nos capítulos precedentes, fazem dela um dos lugares únicos, onde se fez sentir de forma singular a ação da tectónica, da carsificação e da evolução das vertentes no processo de construção da paisagem. Esta dinâmica geomorfológica, que muitas vezes, o tempo se encarregou de ocultar, é, no entanto, decifrável e visível em numerosos locais da paisagem atual, os quais, na sua maioria, constituem hoje locais de elevado valor patrimonial. E, é esta diversidade de formas estruturais e cárnicas de grande interesse científico e elevado valor patrimonial que a escarpa ostenta, que a torna uma área importante para o estudo do geopatrimónio e, especialmente, do património geomorfológico.

De facto, podemos mesmo dizer que não se conhece em Portugal outra escarpa de falha que conte com um número tão significativo de locais de relevante interesse geomorfológico, os quais se combinam com uma importante componente ecológica e cultural. Para além disso, a sua singularidade em termos nacionais deriva do facto de constituir a mais extensa e mais característica escarpa de falha inversa do nosso país (CRISPIM *et al.*, 2013).

É esta singularidade e aquilo que representa em termos regionais e nacionais que impulsionou a presente proposta de classificação da escarpa dos Arrifes como património geomorfológico e que justifica a sua classificação como Monumento Natural de relevância nacional. A opção tomada por esta figura decorre dos estatutos de proteção em vigor no âmbito da Rede Nacional de Áreas Protegidas, onde esta é definida como "... uma ocorrência natural contendo um ou mais aspetos que, pela sua singularidade, raridade ou representatividade em termos ecológicos, estéticos, científicos e culturais, exigem a sua conservação e a manutenção da sua integridade" (art. 20º, Decreto-Lei nº 142/2008, de 24 de Julho),

A área proposta para classificação envolve sensivelmente 57km², desde Fungalvaz até ao Vale da Trave (**fig. 5**) e caracteriza-se pela posse de um relevante património natural, onde se destaca o sistema cársico da nascente do Almonda e o complexo flúvio-cársico da nascente do Alviela, como os mais importantes e todo um conjunto de outros valores de natureza geológica, geomorfológica, hidrológica, paleontológica e ecológica.

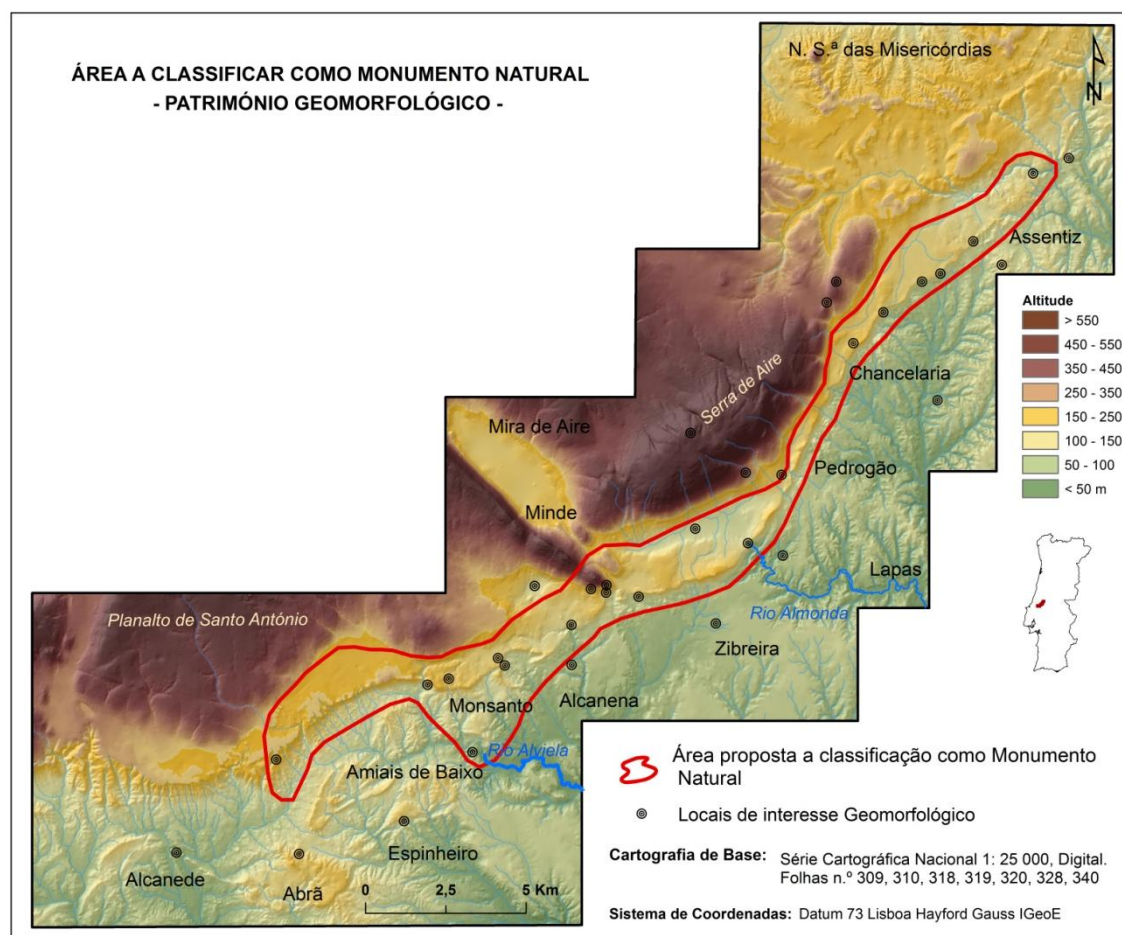


Figura 5 - Área proposta para a classificação da escarpa dos Arrifes a Monumento Natural

A classificação da escarpa dos Arrifes como Monumento Natural de interesse geomorfológico, que implica a sua inclusão na Rede Nacional de Áreas Protegidas, tem como fim a proteção e preservação de formações geomorfológicas e espeleológicas notáveis, bem como da integridade dos recursos e valores naturais e culturais que lhe estão associados. Neste sentido, chama-se atenção que a valorização e preservação dos Arrifes devem ter em conta tanto os aspetos superficiais, como também os subterrâneos, menos visíveis, bem como os recursos hídricos, cuja proteção depende de uma conceção abrangente e estratégia de conservação do património natural.

O interesse desta área enquanto património geomorfológico está, na nossa opinião, muito bem suportado em razões científicas, estéticas e didáticas, que ultrapassam a esfera local e alcançam uma importância significativa no contexto nacional e até internacional, em termos de geopatrimónio e de geoconservação. Evidência irrefutável da sua importância científica é a profícua diversidade de investigadores e o elevado número de estudos aqui realizados, nos quais é unânime a

sua relevância enquanto importante região cársica do território nacional e, simultaneamente, como umas das peças essenciais na reconstituição da história da Terra, onde se podem "ler" fases importantes da evolução da bacia Lusitânica.

Contudo, cremos que embora faça, parcialmente, parte do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros a sua riqueza geomorfológica não está suficientemente divulgada, nem devidamente valorizada, estando mesmo exposta, em alguns casos, a uma certa vulnerabilidade decorrente dos efeitos das atividades antrópicas. Daí, pelo significado que este estatuto de proteção assume, não só em termos de preservação, mas também em termos de promoção e valorização de atividades de lazer e de turismo, somos da opinião, que este estatuto lhe dará o reconhecimento merecido e até pode ser bastante positivo para o desenvolvimento local.

Deste modo, com esta proposta pretende-se alcançar os seguintes objetivos:

- a) Proteger e manter os valores naturais, nomeadamente as ocorrências notáveis do património natural, na integridade das suas características e nas zonas imediatamente circundantes;
- b) Salvar as áreas de maior valor geomorfológico pelo condicionamento de atividade com maior impacto (p. ex. indústria extrativa e/ou muitos poluentes; a deposição ou vazamento de resíduos, a introdução de espécies florísticas ou faunística alóctones);
- c) Estimular o conhecimento e a divulgação dos locais de interesse geomorfológico para que a escarpa dos Arrifes constitua um local de educação, de lazer e de divulgação científica, harmonizando-se inteiramente a sua vertente científica e patrimonial com a pedagógica e turística;
- d) Contribuir para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos dependentes e condicionados por este relevo;
- e) Contribuir para a preservação e valorização de sítios de interesse arqueológico;
- f) Promover o apoio às atividades humanas tradicionais, promovendo o desenvolvimento económico em harmonia com a conservação da natureza.

O trabalho que aqui se apresenta está longe de constituir uma síntese completa de toda a especificidade e singularidade geomorfológica dos Arrifes, sendo por isso, um

trabalho a exigir continuidade e acima de tudo a colaboração de outros especialistas e instituições, de forma a enriquecer e colmatar as eventuais lacunas deste estudo.

No final, temos a convicção de, pelo menos, termos fornecido algumas informações que permitam, no futuro, outros avanços para o conhecimento científico dos Arrifes, para além de ficar uma chamada de atenção para a fragilidade, sensibilidade e potencialidades deste património, factos que devem ser tidos em conta no planeamento e gestão deste território. Deste modo, compete ao Estado, às autarquias locais, às instituições públicas e privadas e a cada cidadão a salvaguarda e a valorização deste importante património.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACADEMIA DE CIÊNCIAS DE LISBOA (2001) - *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea*. Editorial Verbo, 360 p.
- ALMEIDA, A. D., BELO, D. (2008) - *Portugal património: Santarém, Setúbal*, Vol. 6 da Colecção Portugal património: guia-inventário, Círculo de Leitores.
- ALMEIDA, M. J. M. H. (2000-2002) – *Carta Arqueológica do Concelho de Santarém*. Relatório.
- ALVES, T. M., GAWTHORPE, R. L., HUNT, D. W., MONTEIRO, J. H. (2002) - "Jurassic tectono-sedimentary evolution of the Northern Lusitanian Basin (offshore Portugal)", *Marine and Petroleum Geology*, 19, pp. 727–754.
- ANDRADE, M. A., MAURÍCIO, J., SOUTO, P. (2010) - "Contributo para a definição das práticas funerárias neolíticas e calcolíticas no Maciço Calcário Estremenho. 1: Estudo morfotipológico de duas placas de xisto gravadas provenientes da gruta da Buraca da Moura da Rexaldia (Chancelaria, Torres Novas)", *Nova Augusta*, 2ª série, Vol. 22, pp. 239-259.
- ANGELUCCI, D.; ZILHÃO, J. (2009) — "Stratigraphy and Formation Processes of the Late Pleistocene Deposit at Gruta da Oliveira, Almonda Karstic System, Torres Novas, Portugal", *Geoarchaeology*, 24 (3), pp. 277-310.
- ARAÚJO, A. C., ZILHÃO, J. (1991) - *Arqueologia do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros*. Relatório correspondente à primeira fase do levantamento da Carta Arqueológica do Parque. Coleção Estudos n.º 8, Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza, Lisboa, 218p + anexos.
- ARTHAUD, F., MATTE, P. (1975) - "Les décrochements tardi-hercyniens du sud-ouest de l'europe. Geometrie et essai de reconstitution des conditions de la deformation", *Tectonophysics*, 25, pp. 139-171.
- AZERÊDO, A. C. (1993) - *Jurássico médio do Maciço Calcário Estremenho (Bacia Lusitânica): Análise de fácies, Micropaleontologia, Pleogeografia*, Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa (policopiada).
- AZERÊDO, A. C. (1998) - "Geometry and facies dynamic of Middle Jurassic carbonate ramp sandbodies, West-Central Portugal". In WRIGHT, V. P., BURCHETTE, T. (Eds.), *Carbonate Ramps*, Geol. Soc., London, Spec. Publ., 149, pp. 281-314.
- AZERÊDO, A. C. (2007) - "Formalização da litostratigrafia do Jurássico Inferior e Médio do Maciço Calcário Estremenho (Bacia Lusitânica)", *Comunicações Geológicas*, Tomo 94, pp. 29-51.
- AZERÊDO, A. C., CRISPIM, J. A. (1999) – “Principais locais de interesse geológico do Maciço Calcário Estremenho”, *Livro de Resumos das Comunicações do I Seminário sobre património Geológico Português*, Instituto Geológico e Mineiro, Alfragide, Lisboa, 8p.
- AZERÊDO, A. C., RAMALHO, M. M., SANTOS, V. F., CARVALHO, A. M. GALOPIM DE (1995) - “Calcários com pegadas de Dinossáurios da Serra d’Aire: microfácies e paleoambientes”, *Gaia*, 11, Lisboa, pp. 1-9.
- AZERÊDO, A. C., WRIGHT, V. P., RAMALHO, M. M. (2002) - "The Middle-Late Jurassic forced regression and disconformity in central Portugal: eustatic, tectonic and climatic effects on a carbonate ramp system", *Sedimentology*, N.º 46 (6), pp. 1339 - 1370.
- BADAL, E., VILLAVERDE, V., ZILHÃO, J. (2012) – “Middle Palaeolithic wood charcoal from three sites in South and west Iberia: biogeographic implications”. In BADAL, E., CARRIÓN, Y., MARCÍAS, M., NTINOU, M. – *Wood and charcoal. Evidences for human and natural History*, SAGVNTVM, papeles del laboratorio de Arqueología de Valencia, Extra – 13, pp. 13 - 24.

- BARBOSA, B. P. (1995) - *Alostratigrafia e Litostratigrafia das unidades continentais da Bacia Terciária do Baixo Tejo. Relações com o eustatismo e a tectónica*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, 253p.
- BERQUE, A. (1998) - "Paisagem-marca, Paisagem-matriz: elemento da problemática para uma geografia cultural". In: CORRÊA, R. L., ROSENDAHL, Z. (Orgs.) - *Paisagem, tempo e cultura*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998. pp. 84-91.
- BICHO, J. R. (1995) - "Pinceladas torrejanas - Moinhos de vento", *Nova Augusta*, Revista de cultura, n.º 9, Biblioteca Municipal de Torres Novas, pp. 73 - 79.
- BICHO, S. M. R. (1995a) - *Inventariação dos morcegos presentes no Parque Nacional da Peneda-Gerês e nos Parques Naturais da Serra da Estrela e Serras de Aire e Candeeiros*. Estudo dos biótopos de alimentação. Relatório Final do estudo integrado no programa "Gestão e conhecimento do património natural", Instituto da Conservação da Natureza, 57p. + anexos.
- BRILHA, J. (2005) – *Património Geológico e Geoconservação. A conservação da natureza na sua vertente geológica*. Viseu, Palimage Editores, p. 190.
- BRILHA, J. (2006) - O inventário nacional do património geológico: abordagem metodológica e resultados, *Geosciences*, Revista Eletrónica de Ciências da Terra, 4p.
- BRILHA, J. (2010) - "Enquadramento legal de suporte à proteção do património geológico de Portugal", *Ciências Geológicas - Ensino e Investigação e sua História*, Vol. II, Cap. IV - Geologia e Património Natural, pp. 443-450.
- BRILHA, J., ANDRADE, C., AZERÊDO A., BARRIGA F. J. A. S., CACHÃO M., COUTO, H., CUNHA, P. P., CRISPIM, J. A., DANTAS, P., DUARTE, L. V., FREITAS, M. C., GRANJA, M. H., HENRIQUES, M. H., HENRIQUES, P., LOPES, L., MADEIRA, J., MATOS, J. M. X., NORONHA, F., PAIS, J., PICARRA, J., RAMALHO, M. M., RELVAS, J. M.R.S., RIBEIRO, A., SANTOS, A., SANTOS, V., TERRINHA, P. (2005) – “Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterization”, *Episodes*, Vol. 28, N.º 3, pp. 177-186.
- BRILHA, J., GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (2010) - "Geoconservação em Portugal: uma introdução", *Ciências Geológicas - Ensino e Investigação e sua História*, Vol. II, Cap. IV - Geologia e Património Natural, pp. 435-114.
- BRILHA, J., PEREIRA, P. (2011) – *Património geológico: geossítios a visitar em Portugal*, 1ª Edição, Universidade do Minho, Braga, 137p.
- BRILHA, J., PEREIRA, P., PEREIRA, D., HENRIQUES, R. (2013) – “Geossítios de relevância nacional e internacional em Portugal Continental”. In M. R. MAGALHÃES (Coord.) *Estrutura Ecológica Nacional, uma proposta de delimitação e regulamentação*, Centro de Estudos de Arquitetura Paisagística “Professor Caldeira Cabral”, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, pp. 169-178.
- BRUM FERREIRA, A., ZÊZERE, J. L., RODRIGUES, M. L. (1988) – “Problemas de evolução geomorfológica do Maciço Calcário Estremenho”, *Finisterra*, 23 (45), pp. 5-28.
- BRUM FERREIRA, D. (1973) – *Carte géomorphologique du Portugal*, Travaux préliminaires à l'élaboration de la Carte Géomorphologique du Portugal à l'échelle du 1/500 000, Projecto de Geografia Física, Relatório n.º 3. Centro de Estudos Geográficos, Instituto de Alta Cultura, Lisboa, 48p.
- CABRAL, J. (1995) - *Neotectónica em Portugal Continental*. Memórias do Instituto Geológico e Mineiro, 31, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 265p.
- CABRAL, J. (2003) - "A geologia na avaliação da perigosidade sísmica", Publicação dos artigos do Seminário “Riscos Geológicos” organizado pela Associação Portuguesa de Geólogos, pp. 25 - 34.

- CABRAL, J., RIBEIRO, P. (1988) - *Carta Neotectónica de Portugal Continental* (escala 1:1000 000), Serviços Geológicos de Portugal, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa.
- CAFÉ, D. C. (2007) - *Património, identidade e Memória: Proposta para a criação do museu do Território de Alcanena*, Dissertação de Mestrado, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, 200p.
- CAMPAR, A. A. (2006) - "Paisagens: um património e um recurso", In JACINTO, R., BENTO, V. (Ed.) - *O interior raiano do Centro de Portugal. Outras fronteiras, novos intercâmbios*. Porto: Campo das Letras, Guarda, CEI, *Iberografias* n.º 8, pp.31-42.
- CARLAN, C. U., FUNARI, P. P. A. (2010) – “Património e coleccionismo: algumas considerações”, *UNIGRANRIO*, Revista do programa de Pós-Graduação em Letras e Ciências Humanas, pp. 16 - 24.
- CARREIRA, J. M. R. (1995) - "As Ocupações das Idades do Cobre e do Bronze da Lapa da Bugalheira (Torres Novas)", *Nova Augusta*, Revista de Cultura, n.º 9, Biblioteca Municipal de Torres Novas, pp. 63 – 72.
- CARREIRA, J. M. R. (1996) - "As ocupações das idades do cobre e do bronze da Lapa da Bugalheira, Torres Novas", *Nova Augusta*, n.º 10, pp. 91-112.
- CARRILHO, F., NUNES, J. A. C., PENA, J. O. A. (2004) - *Catálogo Sísmico de Portugal Continental e Região Adjacente para o período 1970 - 2000*, Ministério da Ciência, Inovação e Ensino Superior, Instituto de Meteorologia, 227p.
- CARVALHO, A. F. (1998) – "Abrigo da Pena d'Água (Rexaldia, Torres Novas): resultados das campanhas de sondagem (1992-1997)", *Revista Portuguesa de Arqueologia*, n.º1: 2. pp. 39-72.
- CARVALHO, A. F. (1999) - *Talhe da pedra no Neolítico Antigo do maciço calcário das Serras d'Aire e Candeeiros (Estremadura Portuguesa). Um primeiro modelo tecnológico e tipológico*, Edições Colibri, pp. 373-381.
- CARVALHO, A. F. (2003) – “O Neolítico antigo no Arrife da Serra d'Aire. Um case study da neolitização da Média e Alta Estremadura”, in GONÇALVES, V. S., ed. – *Muita gente, poucas antas? Origens, espaços e contextos do Megalitismo*. II Colóquio Internacional sobre Megalitismo, Instituto Português de Arqueologia (Trabalhos de Arqueologia; 25), Lisboa, pp. 135-154.
- CARVALHO, A. F. (2007) - *Neolitização do Portugal Meridional. Os exemplos do Maciço Calcário Estremenho e do Algarve Ocidental*, Centro de Estudos de Património. Departamento de História, Arqueologia e Património, Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade do Algarve, 428 p.
- CARVALHO, A. F. (2008) - "Cerâmica estampilhada do abrigo da Pena d'Água (Torres Novas): contexto, cronologia e breve enquadramento regional". In BERNARDES, J.P., org. - *Sic memorat. Estudos em homenagem a Teresa Júdice Gamito*. Faro, Universidade do Algarve, pp. 53-68.
- CARVALHO, A. F. (2009) - "Contribuição para o conhecimento do talhe da pedra na idade do Bronze da Estremadura: o conjunto do Casal da Torre (Torres Novas)". *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, N.º 17, Câmara Municipal de Oeiras, pp. 457-466.
- CARVALHO, A. F., ANTUNES-FERREIRA, N., VALENTE, M. J. (2003) – “A gruta-necrópole neolítica do Algar do Barrão (Monsanto, Alcanena) ”, *Revista Portuguesa de Arqueologia*, Vol. 6, N.º1, pp. 101-119.
- CARVALHO, A. F., JACINTO, M. J., DUARTE, C., MAURÍCIO, J., SOUTO, P. (2000) – “Lapa dos Namorados (Pedrógão, Torres Novas): estudo dos materiais arqueológicos.”, *Nova Augusta*, Torres Novas. 12, pp. 151-172.

- CARVALHO, A. F., VALENTE, M. J., HAWS, J. A. (2004) - "Faunas mamalógicas do Neolítico antigo do Maciço Calcário Estremenho: análise preliminar de dados recentes", *Promontoria*, Ano 2, N.º 2, pp. 143 - 155.
- CARVALHO, J. M. F. de (2013) – *Tectónica e caracterização da fracturação do Maciço Calcário Estremenho, Bacia Lusitaniana. Contributo para a prospeção de rochas ornamentais e ordenamento da atividade extrativa*, Dissertação de Doutoramento em Geologia, Universidade de Lisboa, p. 443.
- CEGUL (1987) - "Mapa potencial Cársico do PNSAC", "Mapa Preliminar de Caracterização de Aspetos da Circulação Hídrica Subterrânea do PNSAC" e "Mapa Esquemático dos Aquíferos Cársicos do PNSAC", Lisboa.
- CHOAY, F. (2001) - *A alegoria do patrimônio*. São Paulo, Ed. Unesp, 277p.
- CHOFFAT, C., BENSAÚDE, A. (1912) - *Estudos sobre o sismo do Ribatejo de 23 de Abril de 1909*. Mem. Com. Serv. Geol. de Portugal, Lisboa, 146p.
- CHOFFAT, P. (1880) - Diversos cortes e apontamentos inéditos conservados nos arquivos dos Serviços Geológicos, parte dos quais confiados pela Sociedade Geológica de Portugal.
- CHOFFAT, P. (1907) - *Notícia sobre a Carta Hypsométrica de Portugal (escala 1:500 000)*. Typ. da Academia Real das Sciencias, Lisboa, 70p.
- COELHO, R. J. (2002) - *Aspetos geológicos do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros e sua divulgação multimédia - um contributo para o ensino das Ciências da Terra*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 242p + anexos.
- CORATZA, P., PANIZZA, P. (2009) – *Geomorphology and Cultura Heritage*, Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. LXXXVII.
- CRISPIM, A. PEREIRA, P. PEREIRA, D., HENRIQUES, R. (2013) - *Geossítios de relevância nacional e internacional em Portugal Continental*, Série - Estrutura Ecológica Nacional.
- CRISPIM, J. A. (1986) – "Traçagens com Uranina em Minde", *Maleo*, 2, (13), II Congresso Nacional de Geologia, Lisboa, pp.16-17.
- CRISPIM, J. A. (1987) - "Os lapiás do carso do Algarve", *Sociedade Portuguesa de Espeleologia*, Publicação Especial, N.º 8, Lisboa, 8p.
- CRISPIM, J. A. (1991) – "A importância geológica do Maciço Calcário Estremenho", *Actas do 1.º Jornadas sobre Ambiente Cársico e Educação Ambiental*, pp. 5 – 10.
- CRISPIM, J. A. (1995) – *Dinâmica Cársica e Implicações Ambientais nas Depressões de Alvados e Minde*, Dissertação de Doutoramento em Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 394 p.
- CRISPIM, J. A. (2004) - *Projecto Watermind - Interpretação da confluência e difluência das águas subterrâneas no polje de Minde como meio para perspetivar a correta proteção dos recursos* (POCI/CTE-GEX/59086/2004), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- CRISPIM, J. A. (2008) - *Património geológico da Serra de Montejunto*, Sociedade Portuguesa de Espeleologia, Lisboa, 113p.
- CRISPIM, J. A. (2009) – "Evolution of portuguese karst regions in a basin-inversion setting: importance of faulting and confinement on cave development and spring locations", *Proceedings 15 th International Congresso f Speleology*, Vol. 2, pp. 819 – 824.
- CRISPIM, J. A. (2010) - "O sistema aquífero do Maciço Calcário Estremenho: características e importância das traçagens para o conhecimento da circulação subterrânea", In ARH

- Tejo - Os Aquíferos das Bacias Hidrográficas do Rio Tejo e das Ribeiras do Oeste, *Saberes e Reflexões*, ARH do Tejo, I.P., pp.157-165.
- CRISPIM, J. A. (2010a) - "Aspectos relevantes do património cársico da Orla Ocidental", GEOTIC – Sociedade Geológica de Portugal. VIII Congresso Nacional de Geologia em Revista Electrónica de Ciências da Terra, n.º 8, pp. 1-4.
- CRIVARQUE Lda. (2006) - *Cadastro de Grutas do Maciço Calcário Estremenho*, Disponível em www.crivarque.net.
- CUNHA, L. (1993) - "A paisagem cársica das Serras Calcárias de Condeixa-Sicó-Alvaiázere. Alguns argumentos a favor da sua protecção", *Algar*, Lisboa, n.º 4, pp. 3-12.
- CUNHA, L., VIEIRA, A. (2004) - "Património geomorfológico, recurso para o desenvolvimento local em espaços de montanha. Exemplos no Portugal Central", *Cadernos de Geografia*, Coimbra, Vol. 21/23, pp. 15-28.
- CUNHA, P. P. (1992) - *Estratigrafia e Sedimentologia dos Depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central, a Leste de Coimbra*, Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 262p.
- CUNHA, P. P., MARTINS, A. A. (2004) - "Principais aspectos geomorfológicos de Portugal Central, sua relação com o registo sedimentar e a relevante importância do controlo tectónico", *Geomorfologia do Noroeste da Península Ibérica*, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 151 - 178.
- CUNHA, P. P., PENA DOS REIS, R. (1992) - "Síntese da evolução geodinâmica e paleogeográfica do sector Norte da Bacia Lusitânica durante o Cretácico e Terciário", III Congresso Geológico de Espanha e VIII Congresso Latinoamericano de Geologia, 1, Salamanca.
- CUNHA, P. P., PENA DOS REIS, R. (1995) - "Cretaceous sedimentary and tectonic evolution of the northern sector of the Lusitanian Basin (Portugal)", *Cretaceous Research*, 16 (2-3), pp. 155-170.
- CUNHA, P. P., PIMENTEL, N., PEREIRA, D. (2000) - "Assinatura tecto-sedimentar do auge da compressão bética em Portugal: a descontinuidade sedimentar Valesiano terminal - Turoliano", *Ciências da Terra*, Universidade de Lisboa, n.º 14, pp. 61-72.
- CURTIS, M. L. (1993) - *The structural and kinematic evolution of an upper crustal transpression zone: The Lusitanian Basin, Portugal*. Unpubl. PhD thesis, Department of Geology Sciences, University of Durham, 280p.
- DAVEAU, S. (1970) - "Le bassin tertiaire du Tage: Problèmes d'interpretation géomorphologique", *Finisterra*, Vol. V, n.º 10, pp.291-300.
- FAIRBRIDGE, R. W. (1968) - *The Encyclopedia of Geomorphology*, 1ª edition, Encyclopedia of Earth Sciences Series, Vol.3, Reinhold Corp, New York.
- FERNANDES, J. L. (2002) - "Abordagem geográfica das regiões cársicas num mundo de fronteiras - o carso entre o ambiente e o desenvolvimento". In *Encontro Científico sobre Desafios para as regiões cársicas no início do terceiro milénio*. Coimbra. Disponível [online] em <http://www1.ci.uc.pt/geomorf/carso/apresent.htm> (consultado em janeiro de 2011).
- FERREIRA, A. DE B., RODRIGUES, M. L., ZÊZERE, J. L. (1988) - "Problemas da evolução geomorfológica do Maciço Calcário Estremenho", *Finisterra*, Vol. XXIII, Lisboa, pp.5-28.
- FERREIRA, M. M. N. (1998) - "As cerâmicas medievais/modernas do Abrigo da Pena d'Água (Torres Novas)", *Revista Portuguesa de Arqueologia*, Vol.1, nº 2, pp. 97 – 106.
- FERREIRA, P. M. (2000) - *Enquadramento Geológico do Algar do Pena*, Relatório de Estágio, Inédito, Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa, 71p. (não publicado).

- FEUILLET, T., SOURP, E. (2011) - "Geomorphological Heritage of the Pyrenees National Park (France): Assessment, Clustering and Promotion of Geomorphosites", *Geoheritage*, 3, pp. 151-162.
- FIGUEIRAL, I. (1998) - "O Abrigo da Pena d'Água (Torres Novas): a contribuição da antracologia", *Revista Portuguesa de Arqueologia*, Vol. 1, n.º 2, pp. 73 - 79.
- FLEURY, E. (1916) - *Sur la Morphologie du Massif de Porto-de-Moz; Sur l'Hydrologie Souterraine de L'Alviela*, Extrait des Comunicações do Serviço Geológico de Portugal, tome XI, Lisboa, 118 p.
- FLEURY, E. (1917) - *Les lapiés des calcaires au nord du Tage*, Serviços Geológicos de Portugal, Tome XII, Lisboa, pp.127-274.
- FORTE, J. P. (2008) - *Património Geomorfológico da Unidade territorial de Alvaiázere: Inventariação, Avaliação e Valorização*, Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade de Lisboa, 178p. + anexos.
- GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (1968) – *Contribuição para o conhecimento Geológico da bacia terciária do Tejo*. Memórias do Serviço Geológico de Portugal, n.s., n.º 15, 210p.
- GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (1999) - *Geomonumentos. Uma reflexão sobre a sua caracterização e enquadramento num projeto nacional de defesa e valorização do Património Natural*, Lisboa, 30p.
- GALOPIM DE CARVALHO, A. M., RIBEIRO, A., CABRAL, J. (1985) - *Evolução paleogeográfica da bacia cenozóica do Tejo-Sado*. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, Vol. 24, pp.209-212.
- GONÇALVES, V. S. (1972) - "Uma nova necrópole da Idade do Bronze: a Gruta da Marmota", *O Arqueólogo Português*, Vol. VI, Lisboa, pp. 213 - 217.
- GONZALES-VARAS, I. (2003) - *Conservación de bienes culturales*, Cátedra, Madrid, 44p.
- GOUDIE, A. S. (2004) - *Encyclopedia of Geomorphology*, Vol. I, Routledge, 1156p.
- GOUDIE, A., VILES, H. (2010) - *Landscapes and Geomorphology: a very short Introduction*. Oxford.
- GRANDGIRARD, V. (1995) - "Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques", *Cahiers de l'Institut de Géographie de l'Université de Fribourg*, Vol. 10, pp. 121-137.
- GRANDGIRARD, V. (1995) - "Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques", *Cahiers de l'Institut de Géographie de l'Université de Fribourg*, Vol. 10, pp. 121-137.
- GRANDGIRARD, V. (1997) - *Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Fribourg.
- GRANDGIRARD, V. (1999) - "L'évaluation des géotopes", *Geologia Insubrica*, N.º 4, pp 59-66.
- GRAY, M. (2004) - *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, John Wiley & Sons, Ltd, 434p.
- GUERSCHMAN, J., NUNES, L. (2013) - "A ocupação rural da Idade do Ferro na Costa do Pereiro (Torres Novas, Portugal)", In JIA2013, VI *Young Researchers in archaeology conference*, Barcelona.
- HOFFMANN, D. L., PIKE, A. W. G., WAINER, K., ZILHÃO, J. (2013) - "New U-series results for the speleogenesis and the Palaeolithic archaeology of the Almonda karstic system (Torres Novas, Portugal)", *Quaternary International*, Vol. XXX, pp. 168-182.

- HOOKE, J. M. (1994) - "Strategies for conserving and sustaining dynamic geomorphological sites". In: O'Halloran, D. *et al.*, (eds): *Geological and landscape conservation*, Geological Society, pp.191-195.
- ICNF (2014) - *Análise dos dados do Programa de Monitorização de Abrigos Subterrâneos de importância nacional de morcegos (1988-2012)*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Relatório não publicado. Disponível [online] em <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/patrinatur/resource/docs/Mam/morc/prog-abri-sub1988-2012v3>
- ILIES, D. C., JOSAN, N. (2009) - "Geosites-Geomorphosites and relief", *GeoJournal of Tourism and Geosites*, n.º 1, Vol.3, pp.78-85.
- JACOB, J. C. (1938) - *Macisso de Porto de Mós. Estudo de Geografia Física*. Tese de licenciatura em Ciências Geográficas, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 74p.
- JEHA, J. (1993) - *Um conceito semiótico de experiência*. Disponível [Online] em http://www.juliojeha.pro.br/sign_res/expsemiose.pdf
- KULLBERG, J. C. (2000) - *Evolução Tectónica Mesozóica da Bacia Lusitaniana*, Tese de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 140p.
- KULLBERG, J. C., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., REY, J., TERRINHA, P., AZERÊDO, A. C., CALLAPEZ, P., DUARTE, L. V., KULLBERG, M. C.; MARTINS, L.; MIRANDA, J. R.; ALVES, C.; MATA, J.; MADEIRA, J.; MATEUS, O.; MOREIRA, M. NOGUEIRA, C. R. (2013) - "A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica", In: DIAS, R., ARAÚJO, A. A., TERRINHA, P. *et al.* (Editors), *Geologia de Portugal, Vol. II - Geologia Meso-cenozóica de Portugal*. Lisboa: Escolar Editora, 798p.
- KULLBERG, J. C., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., REY, J., TERRINHA, P., CALLAPEZ, P. (2006) – "A Bacia Lusitaniana: estratigrafia, paleogeografia e tectónica". In: DIAS, R., ARAÚJO, A., TERRINHA, P. *et al.* (Edit.), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, Universidade de Évora, Évora, pp. 317-368.
- LAUTENSACH, H. (1987) - "As características fundamentais da Geomorfologia", In RIBEIRO, O., LAUTENSACH, H., DAVEAU, S. - *Geografia de Portugal. A posição Geográfica e o Território*, Vol. I, 1ª edição, Edições João Sá da Costa, Lisboa, pp. 121 - 166.
- LEAL, V. (1977) - "A Espeleologia e o Meio Ambiente - o Rio Almonda", *Algarocho*, Boletim interna da Sociedade Portuguesa de Espeleologia, n.º 3.
- MACCANNEL, D. (1976) - *The tourist: a new theory of the leisure class*, London Macmillan, 231p.
- MACHADO, J. P. (1952) - *Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa, com a mais antiga documentação escrita e conhecida de muitos vocábulos estudados*, 1ª Edição, Livros Horizonte, Lisboa, p. 256.
- MANUPELLA, G. (1971) - "Rochas Dolomíticas da Serra de Aire", *Estudos, Notas e Trabalhos Separata* do Vol. XX, Fascs. 1-2 de Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, Porto, pp. 129 – 151.
- MANUPELLA, G., BARBOSA, B., AZERÊDO, A. C., CARVALHO, J., CRISPIM, J., MACHADO, S., SAMPAIO, J. (2006) - *Notícia Explicativa e Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000 da folha 27-C de Torres Novas*, Departamento de Geologia, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, pp. 79.
- MANUPELLA, G., TELLES ANTUNES, M., COSTA ALMEIDA, C. A., AZERÊDO, A. C., BARBOSA, B., CARDOSO, J. L., CRISPIM, J. A., DUARTE, L. V., HENRIQUES, M. H., MARTINS, L. T., RAMALHO, M. M., SANTOS, V. F., TERRINHA, P. (2000) – *Notícia Explicativa da folha*

27-A Vila Nova de Ourém. Departamento de Geologia, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 156 p.

- MARKS, A. E., BRUGAL, J-PH, GOLDBERG, P., HOCKETT, B., PEMA'N, E., ELORZA, M., MALLOL, C. (2000) - "Excavations at the Middle Pleistocene cave site of Galeria Pesada, Portuguese Estremadura: 1997-1999", *O Arqueólogo Português*, Série IV, N.º 18, pp. 29-40.
- MARKS, A. E., BRUGAL, J-PH., CHABAI, V. P., MONIGAL, K., GOLDBERG, P., HOCKETT, B., PEMAN, E., ELORZA, M., MALLOL, C. (2002) - "Le gisement Pléistocène moyen de Galeria Pesada (Estremadura, Portugal)", *Paléo*, n.º14, pp. 77-100.
- MARKS, A. E., MONIGAL, K., CHABAI, V. P. (1999) - "Report on the initial excavations of Brecha das Lascas and Galeria Pesada (Almonda, Portuguese Estremadura)", *Journal Iberian Archaeology*, n.º 1, pp. 237-250.
- MARKS, A. E., MONIGAL, K., ZILHÃO, J. (2001) - "The lithic assemblages of the Late Mousterian at Gruta da Oliveira, Almonda, Portugal". In ZILHÃO, J., AUBRY, TH., CARVALHO, A. F. (eds.) - *Les premiers hommes modernes de la Péninsule Ibérique. Actes du Colloque de la Comissão VIII de l'UISPP*, Vila Nova de Foz Côa, Outubro 1998, Trabalhos de Arqueologia 17, Instituto Português de Arqueologia, Lisboa, pp. 145-154.
- MARTINS, A. (2007) - "A Arte Rupestre no concelho de Torres Novas: a Lapa dos Coelho", *Nova Augusta*, Revista de Cultura, n.º 19, Ed. Município de Torres Novas, pp. 377-388.
- MARTINS, A. (2011) - "Antropização de um território: arte esquemática e povoamento no Arrife da Serra de Aire e Candeeiros – dados preliminares", *Promontoria Monográfica*, Actas das IV Jornadas de Jovens em Investigação Arqueológica, 16, Vol. I, pp.147 - 153.
- MARTINS, A. F. (1949) – *Maciço Calcário Estremenho. Contribuição para um estudo de Geografia Física*, 248p.
- MARTINS, J. C. de O. (2006) – “Património cultural e identidade: significado e sentido do lugar turístico”, In MARTINS, C. (Org.), *Património Cultural: da Memória ao Sentido do Lugar*, São Paulo, Roca, pp. 39-50.
- MATIAS, A. J. C. (2000/2003) – *Carta Arqueológica do concelho de Santarém*. Projeto de Investigação.
- MATIAS, H. A. M. (2012) - *O aprovisionamento de Matérias-primas líticas na Gruta da Oliveira (Torres Novas)*, Dissertação de Mestrado em Geoarqueologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, pp. 135.
- MAURÍCIO, J. (1988) - "Contribuição para o conhecimento da Pré-História do concelho de Torres Novas", *Almondinha*, n.º 2, pp. 6 - 7.
- MAYER, L. (1986) - "Tectonic geomorphology of escarpments and mountain fronts", In WALLACE, R. E. (Ed.) - *Active Tectonics*, 125, 35, Washington, DC, National Academy Press.
- MONTENAT, C., GUERY, F., JAMET, M., BERTHOU, P. Y. (1988) - "Mesozoic evolution of the Lusitanian basin: comparison with the adjacent margin", In: BOILOT, G., WINTERER, E. L. (Editors), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, pp. 757-775.
- MOURA, M. F. (1996) - "Paisagem Cársica e povoamento. Contribuição para o estudo da Distribuição espacial das Estações da Idade do Bronze no Alto Ribatejo", In *TECHNE*, Tomar, 2, pp. 21 – 36.
- NEUA - NÚCLEO DE ESPELEOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE AVEIRO (2013) – *Projeto Almonda, 2011 e 2012*, www.xplorasub.com/pt. *Relatório Campanha de 2012*, Disponível [online] em <http://www.xplorasub.com/pt>.

- NOGUEIRA, A.M., VAULTIER, M., ZBYSEWSKI, G. (1941) - "Primeiras pesquisas na Gruta do Almonda" *In Brotéria*, Lisboa, 32 (1), pp. 67 – 68.
- NUNES, A. (2013) - "O sítio do Cerradinho do Ginete (Torres Novas, Portugal). Um caso de estudo do Neolítico Médio Português", *In JIA2013, VI Young Researchers in archaeology conference*, Barcelona.
- OOSTERBEEK, L., CRUZ, A. R., PIRES, C., SÁ, L., PARRACHO, C. (1992) – "Notícia do restauro de sete vasos pré-históricos da Gruta da Rexaldia", *Boletim Cultural da Câmara Municipal de Tomar*, Tomar. 16, pp. 67-76.
- OOSTERBEEK, L., CURA, S., CARRONDO, J., GARCÊS, S., GOMES, H., TOMÉ, T. (2010) – "Pré-Histórica do Alto Ribatejo. Breve panorâmica", *Zahara*, n.º 15, pp. 77 – 88.
- PAÇO, A. do (1964) – "Nota sobre o Paleolítico de Moitas-Venda, Alcanena", *Arqueologia e História*, 8ª série, Vol. XI, pp. 143-146.
- PAÇO, A., VAULTIER, M., ZBYSZEWSKI, G. (1941) – "Nota sobre a Lapa da Bugalheira", *Actas do 1º Congresso Nacional de Ciências Naturais, Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*, 13, supl. 2, Lisboa, pp. 116-119.
- PAÇO, A., VAULTIER, M., ZBYSZEWSKI, G. (1947) - "Gruta da Nascente do Rio Almonda", *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, XI (1-2), pp. 171 - 187.
- PAÇO, A., ZBYSZEWSKI, G., FERREIRA, O. DA V. (1971) - "Resultados das escavações na Lapa da Bugalheira (Torres Novas)", *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 55, Lisboa, pp. 23-41.
- PAIS, J., CUNHA, P. P., PEREIRA, D., LEGOINHA, P., DIAS, R., MOURA, D., SILVEIRA, A. B., 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*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 1-138.
- PALMEIRIM, J. M., RODRIGUES, L., RAINHO, A., RAMOS, M. J. (1999) - *Mamíferos terrestres de Portugal Continental, Açores e Madeira*, Instituto de Conservação da Natureza e Centro de Biologia Ambiental (Eds.), Lisboa.
- PANIZZA M., PIACENTE S. (1993) - "Geomorphological Assets Evaluation", *Zeitschrift für Geomorphologie*. Suppl. Bd. 87, pp. 13-18.
- PANIZZA M., PIACENTE S. (2000) – "Relazioni tra Scienze della Terra e patrimonio storico-archeologico". *In: LOLLINO G. (Ed.), Condizionamenti geologici e geotecnici nella conservazione del patrimonio storico culturale*. Atti Conv. GeoBen 2000, Torino, GNDICI, n. 2133, pp. 723-730.
- PANIZZA, M. (2001) - "Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey", *Chinese Science Bulletin*, Vol. 46, pp. 4-6.
- PANIZZA, M., PIACENTE, S. (2003) - *Geomorfologia culturale*, Pitagora Editrice, Bologna.
- PANIZZA, M., PIACENTE, S. (2008) – "Geomorphosites and Geotourism", *Revista Geográfica Acadêmica* Vol. 2, n.º 1 pp.5 - 9.
- PARADELA, P. L., ZBYSZEWSKI, E. G. (1971) - *Hidrogeologia geral do centro e sul de Portugal*, Edição 9 de Livro-Guia da Excursão, Direcção-geral de Minas e Serviços geológicos, 123p.
- PEIXOTO, L. J. S. (2008) - *O Património Geomorfológico - Glaciário do Parque Natural da Peneda Gerês: Proposta de Estratégia de Geoconservação*, Tese de Mestrado em Património Geológico e Geoconservação, Universidade do Minho, 144p + anexos.
- PEIXOTO, P. (2000) – "O Património mundial como fundamento de uma comunidade humana e como recurso das indústrias culturais urbanas", *Oficina do Centro de Estudos Sociais*, n.º 154, Faculdade de Economia, Coimbra, 17p.

- PEIXOTO, P. (2009) – *Património e Sociedade*, Conferência apresentada da conferência “O património como oportunidade e desígnio: Ciência, Sociedade e Cultura”, integrada no *Dia Internacional dos Monumentos e Sítios: o Património e a Ciência!*, 18 de Abril de 2009, Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra.
- PELEGRINI, S. C. A. (2006) - "Apontamentos sobre as relações entre património, natureza e cultura na América", *Revista Espaço Académico*, n.º 63.
- PENA DOS REIS, R. P., CORROCHANO, A. (1998) - "Arquitectura deposicional controlada pela etapa paroxismal do rifting no Jurássico Superior da Bacia Lisitânica (Portugal). Caso da região SO de Montejunto", *Livro-Guia das Excursões do V Congresso Nacional de Geologia*, pp. 15 - 20.
- PENA DOS REIS, R., CUNHA, P. P., DINIS, J. L., TRINCÃO, P. R. (2000) - "Geologic Evolution of the Lusitanian Basin (Portugal) during the Late Jurassic", 6 *Vancouver: Trans Tech Publications*, pp.345-357.
- PENA DOS REIS, R., PIMENTEL, N. (2010) - *Field Trip Guide Book - Lusitanian Basin (Portugal)*. II Central & North Atlantic Conjugate Margins conference, Lisboa, Impressões e Soluções, Laboratório de imagem, Lda.
- PEREIRA, A. R. (1995) - "Património geomorfológico no Litoral no Litoral Sudoeste de Portugal", *Finisterra*, Revista Portuguesa de Geografia, Vol. XXX (59-60), CEG, Lisboa, pp.7-25.
- PEREIRA, F. J. V. S. F. (2009) - *Serras de Aire e Candeeiros - A Paisagem da Pedra*. Estudos e Documentos, n.º 7, Município de Torres Novas, 132p.
- PEREIRA, J. M. (1999) – *Os artefactos de pedra polida do Almonda ao Zêzere. (Marcas do Povoamento da Região)*, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Pré-História e arqueologia pela Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa 763p.
- PEREIRA, J. S. D. (2006) – *Carta Arqueológica do Concelho de Ourém*, Câmara Municipal de Ourém, 221p.
- PEREIRA, P. J. S. (2006) – *Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho*, Dissertação de Doutoramento em Ciências, Área de conhecimento em Geologia, Universidade do Minho, Setembro, p. 370 + anexos.
- PEREIRA, P., ÍNSUA PEREIRA, D., ALVES, M. I. C. (2007) – “Avaliação do Património Geomorfológico: proposta de metodologia”, *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Vol. V, APGeom, Lisboa, pp. 235 – 247.
- PEREIRA, P., PEREIRA, D. (2010) - "Methodological guidelines for geomorphosite assessment", *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2, pp. 215-222.
- PEREIRA, P., PEREIRA, D., ALVES, M. I. (2007) - "Avaliação do Património Geomorfológico: proposta de metodologia", *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Vol. V, pp. 235-247.
- PINHEIRO, L. M., WILSON, R. C. L., PENA DOS REIS, R., WHITMARSH, R. B., RIBEIRO, A. (1996) - “The western iberia margin: a geophysical and geological overview”. In: PINHEIRO, L. M., WILSON, R. C. L., PENA DOS REIS, R. *et al.* (Edits.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, pp. 1-23.
- PINTO, A., ZAMBUJO, G. (2006) - *As ocupações humanas no bordo SE do Maciço Calcário Estremenho e a sua relação com a Geomorfologia*, Trabalho académico do Curso Pós-Graduado de Especialização em Geoarqueologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (texto policopiado).
- PONTE, S. (1995) - "Achegas para a carta arqueológica - Tomar", *Portugalia*, Nova Série, Vol. XVI, pp. 291 - 309.

- PÓVOAS, L. (1998) – “Faunas de micromamíferos do Abrigo da Pena d’Água (Torres Novas) e seu significado paleoecológico: considerações preliminares”, *Revista Portuguesa de Arqueologia*, Vol. 1, n.º 2, pp. 81 – 84.
- QUERCUS - Associação Nacional de Conservação da Natureza (2012) – Projecto LIFE+, Habitats Conservation – Conservation of natural and Semi-Natural Habitats in the “Serra de Aire e Candeeiros” (LIFE09 NAT/PT/000040) www.habitatsconservation.org
- RAMSAR (2005) - *Information Sheet on Ramsar Wetlands* (RIS), Disponível [online] em http://sites.wetlands.org/reports/ris/3PT016_RISen06.pdf (Consultado em Janeiro de 2012).
- RASMUSSEN, E. S., LOMHOLT, S., ANDERSEN, C., VEJBÆK, O. V. (1998) – “Aspects of the structural evolution of the Lusitanian Basin in Portugal and the shelf and slope area offshore Portugal”, *Tectonophysics*, 300, pp. 199-255.
- RASMUSSEN, E., LOMHOLT, S., ANDERSEN, C., VEJBÆK, O. V. (1998) - "Aspects of the structural evolution of the Lusitanian Basin in Portugal and the shelf and slope area offshore Portugal", *Tectonophysics*, 300 (1-4), pp. 199-225.
- REBELO, F., CAMPAR, A., CUNHA, L. (1990) - "Contribuição da Geografia Física para a inventariação das potencialidades turísticas do Baixo Mondego", *Cadernos de Geografia*, n.º 9, Coimbra, pp. 3-34.
- REBOLEIRA, A. S. P. S., BORGES, P. A. V., GONÇALVES, F., SERRANO, A. R. M., OROMI, P. (2011) - "The subterranean fauna of biodiversity hotspot region - Portugal: na overview and its conservation", *International Journal of Speleology*, 40 (1), pp. 23-37.
- REBOLEIRA, A. S. P. S., GONÇALVES, F., SERRANO, A. R. M. (2009) - "Two new species of cave dwelling Trechus Clairville 1806 of the fulvus-group (Coleoptera, Carabidae, Trechinae) from Portugal", *Deuts. Entomol. Zeits.*, 56(1), pp. 101-107.
- REBOLEIRA, S. P. S. (2007) - *Coleópteros (Insecta, Coleoptera) cavernícolas do Maciço Calcário Estremenho: uma abordagem à sua biodiversidade*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, 74p.
- REIS, R. PENA DOS, CORROCHANO, A., BERNARDES, C. M., CUNHA, P. PROENÇA, DINIS, J. M. L. (1992) – *O meso-cenozóico da margem atlântica portuguesa*. Livro editado pelo III Congresso Geológico de España e VIII Congresso Latinoamericano de Geologia, Salamanca, pp. 115-138.
- REY, J. (1972) - *Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l'Estremadura (Portugal)*, Memórias Serviços Geológicos de Portugal, N.º 21, 477p.
- REYNARD E. (2004) - "Méthodes d'évaluation des géotopes géomorphologiques en Suisse". In: REYNARD E., PRALONG J.-P. (Eds.) - *Paysages géomorphologiques*, Compte-rendu du séminaire de 3ème, cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches N° 27, pp.137-149.
- REYNARD, E. (2005) - "Geomorphological sites, public policies and property rights. Conceptualization and examples from Switzerland", *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 18(1) - Volume Speciale, pp.323-332.
- REYNARD, E. (2006) - *Fiche d'inventaire des géomorphosites*, Université de Lausanne, Institut de Géographie, apport non publié, 8 p. [<http://www.unil.ch/igul/page17893.html>]
- REYNARD, E. (2008) – “Scientific research and tourist promotion of geomorphological heritage”, *Geografia Física e Dinâmica Quaternária*, n.º 31, pp. 225-230.
- REYNARD, E., FONTANA, G., KOZLIK, L., SCAPOZZA, C. (2007) - "A method for assessing «scientific» and «additional values» of geomorphosites", *Geographica Helvetica*, 62(3), pp.148-158.

- RIBEIRO, A. (1988) - "A tectónica alpina em Portugal", *Geonovas*, n.º 10, pp. 9-11
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO DE ALMEIDA, F., CARVALHO, D., MONTEIRO, J. H. (1979) - *Introduction à la géologie générale du Portugal*, Serviços Geológicos de Portugal, 114 p.
- RIBEIRO, A., KULLBERG, M. C., KULLBERG, J. C., MANUPPELLA, G., PHIPPS, S. (1990) - "A review of Alpine tectonics in Portugal: foreland detachment in basement and cover rocks", *Tectonophysics*, 184 (3-4), pp.357-366.
- RIBEIRO, A., SILVA, J. B., CABRAL, J., DIAS, R., FONSECA, P., KULLBERG, M. C., TERRINHA, P., KULLBERG, J. C. (1996) - *Tectonics of the Lusitanian Basin. Final Report*. ICTE/GG/GeoFCUL, Proj. MILUPOBAS, Contract No. J0U2-CT94-0348, Lisboa.
- RIBEIRO, J. P. P. G. C. (1998/2003) – *A Pré-História do maciço Calcário das Serras d'Aire e Candeeiros e bacias de drenagem adjacentes*, Projecto de investigação arqueológica.
- RIBEIRO, O., LAUTENSACH, H., DAVEAU, S. (1988) - *Geografia de Portugal. O ritmo climático e a Paisagem*, Vol. II., 1º Edição, Edições João Sá da Costa, Lisboa.
- RITA, A. C. V., LOPES, F. M. V. (2002) - *Modelado Cársico no Barrocal Algarvio*, Trabalho de Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia, Universidade do Algarve, 22p + anexos.
- RIVAS, V., RIX., FRANCÊS, E., CENDRERO, A., BRUNSDEN, D. (1997) - "Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non-consumable geomorphological resources", *Geomorphology*, n.º18, pp. 169-182.
- ROBERTSON, R. (1992) - *Globalization. Social Theory and Global Culture*, London, Sage, 224p.
- ROCHA, A. (2007) - "Por uma defesa da compreensão da paisagem", *A Obra Nasce*, Revista de Arquitectura da Universidade Fernando Pessoa, Porto, pp. 7-12.
- ROCHA, R. B., MARQUES, B. L., KULLBERG, J. C., CAETANO, P. C., LOPES, C., SOARES, A. F., V. D. L., MARQUES, J. F., GOMES, C. R. (1996) - *The 1st and 2nd rifting phases of the Lusitanian Basin: stratigraphy, sequence analysis and sedimentary evolution*, C. E. C. Project MILUPOBAS, Lisboa.
- ROCHA, R. B., SOARES, A. F. (1984) - "Algumas reflexões sobre a sedimentação jurássica na orla meso-cenozóica ocidental de Portugal". *Memórias e Notícias da Universidade de Coimbra*, 97, pp.133-142.
- RODRIGUES, J. C. B., FONSECA, E. C., LOPES, P. J. G., SILVA, E. F. (2002) – *Caracterização Hidrogeoquímica do Sistema Cársico do Almonda*. Cadernos do Carso, 1ª edição, Sociedade Torrejana de Espeleologia e Arqueologia, Torres Novas, 173p.
- RODRIGUES, M. L. (1988) – *As depressões de Minde e de Alvados. Depósitos e evolução quaternária das vertentes*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Letras Universidade Lisboa, 208p.
- RODRIGUES, M. L. (1989) - "A Fórnia de Alvados - património paisagístico e geomorfológico (Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros- Maciço Calcário Estremenho)", *Actas do II Congresso de Áreas Protegidas*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, pp. 115-121.
- RODRIGUES, M. L. (1998) - *Evolução geomorfológica quaternária e dinâmica actual. Aplicações ao ordenamento do território. Exemplos no Maciço Calcário Estremenho*, Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras, Universidade Lisboa, 868p.
- RODRIGUES, M. L. (2009) - *Geodiversidade, Património Geomorfológico e Geoturismo*, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Lisboa 123p.

- RODRIGUES, M. L. (2011) - *Programa da Unidade Curricular de Geodiversidade e Geopatrimónio*. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa.
- RODRIGUES, M. L. (2012) - "Classificação e tipologia dos lapiás. Contributo para uma terminologia das formas cársticas", *Finisterra*, Vol. XLVII, 96, pp.147-158.
- RODRIGUES, M. L. R., FONSECA, A. (2008) – “A valorização do geopatrimónio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais”, Comunicação apresentada no VII Colóquio Ibérico de Estudos Rurais, Cultura, Inovação e Território, Coimbra, pp. 1 - 15.
- ROSA, A. (2008) - *Pequeno Guia das Aves do Arrife*, Casa Pia de Lisboa, Centro de educação e desenvolvimento Francisco Marchiuchi.
- SÁ, M. C. M. (1959) - "A Lapa da Galinha". In *I Congresso Nacional de Arqueologia*, I, Instituto de Alta Cultura, Lisboa, pp. 117-128.
- SALGUEIRO, T. B. (2001) – “Paisagem e Geografia”, *Finisterra*, Vol. XXXVI, n.º 72, Lisboa, pp. 37-53.
- SANTOS, V. F., DANTAS, P., MORATALLA, J., ARAÚJO, M. G., CARVALHO, A. M. GALOPIM DE (2000) - "Pegadas de terópodes em Alcanede, Portugal", *Livro de Resumos do I Congresso Ibérico de Paleontologia*, XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontologia, Évora, 17p.
- SANTOS, V. F., LOCKLEY, M. G., MEYER, C. A., CARVALHO, J., CARVALHO, A. M. GALOPIM, MORATALLA, J. J. (1994) – “A new sauropod tracksite from the Middle Jurassic of Portugal”, *Gaia*, Lisboa, 10, pp. 5-13.
- SANTOS, V. F., MORATALLA, J. J., SILVA, C. M., GALOPIM DE CARVALHO, A. M. (1998) – “Monumento Natural das Pegadas de Dinossáurio da Serra d’Aire-Pedreira do Galinha”. *Livro guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia*, 1, pp.39-45.
- SCHAMA, S. (1996) - *Paisagem e memória*. São Paulo, Companhia das Letras, 645p.
- SOLARES, J. M. M., RODRIGUEZ, J. M. (2002) – *Catálogo sísmico de la Península Ibérica (880 a. C. – 1900)*, Monografía n.º 18, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional de Espanha, Madrid, 253p. Disponível [online] em <http://www.ign.es/ign/layoutIn/bdmacrosismica.do> (consultado em agosto 2012).
- SOUSA, F. L. P. DE (1932) – *O Terremoto de 1º de Novembro de 1755 e um estudo demográfico*. Vol. 2,3 e 4, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- SOUSA, M. L. MARTINS, A., OLIVEIRA, C. S. (1992) – *Compilação de catálogos sísmicos da Região Ibérica*. Relatório 36/92 – NDA, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 250p.
- SPE - SOCIEDADE PORTUGUESA DE ESPELEOLOGIA (2009) – *Apreciação do Plano de Ordenamento do PNSAC pela Sociedade Portuguesa de Espeleologia e propostas de alteração*. Disponível [online] em www.spe.pt (acessível em janeiro de 2011).
- STAPEL, G., CLOETHING, S., PRONK, B. (1996) - "Quantitative subsidence analysis of the Mesozoic evolution of the Lusitanian Basin (western Iberian margin)", *Tectonophysics*, 266, pp. 493 - 507.
- STEAT (1986) - *Almondinha*, n.º 1, Revista da Sociedade Torrejana de Espeleologia e Arqueologia
- STEAT (1987) - *Almondinha*, n.º 2, Revista da Sociedade Torrejana de Espeleologia e Arqueologia
- STEWART, I. S., HANCOCK, P. L. (1990) - "What is a fault scarp?", *Episodes*, Vol. 13, n.º 4, pp.256 - 263.

- STRAHLER, A. H. (1960) - *Physical Geography*, 2th Edition, John Wiley & Sons, New York, 475p.
- TERRINHA, P., KULLBERG, J. C., KULLBERG, M. C., MOITA, C., RIBEIRO, A. (1996) - *Thin skinned and thick skinned sub-basin development, bidimensional extension and self-indentation in the Lusitanian Basin, West Portugal*. 2^a Conf. Annual G.G.E.T, Lisboa, Sociedade Geológica de Portugal.
- THOMAS, C. (1985) – *Grottes et Algarés du Portugal*, Lisboa, 227 p.
- THOMAS, K. (2001) - *O homem e o mundo natural: mudanças de atitude em relação às plantas e aos animais*. Tradução João Roberto Martins Filho. São Paulo: Companhia das Letras, pp. 1500-1800.
- TRINKAUS, E., BAILEY, S., DAVIS, S. J. M., ZILHÃO, J. (2011) - "Magdalenian Human Remains from the Galeria da Cisterna (Almonda karstic system, Torres Novas, Portugal)", *O Arqueólogo Português*, Série Vol, 1, pp. 395-413.
- TRINKAUS, E., MAKI, J., ZILHÃO, J. (2007) - "Middle Paleolithic Human Remains From the Gruta da Oliveira (Torres Novas), Portugal", *American Journal of Physical Anthropology*, n.º 134, pp. 263-273.
- TRINKAUS, E., MARKS, A. E., BRUGAL, BAILEY, S. E., J.-P., RINK, W. J., RICHER, D. (2003) - "Later Middle Pleistocene human remains from the Almonda Karstic system, Torres Novas, Portugal", *Journal of Human Evolution*, n.º 45, pp. 219-226.
- TUCHOLKE, B. E., SIBUET, J.-C. (2007) – “Leg 210 synthesis: tectonic, magmatic, and sedimentary evolution of the Newfoundland-Iberia rift: a synthesis based on ocean drilling through ODP Leg 210”, In TUCHOLKE, B. E., SIBUET, J.-C., KLAUS, A. (Edits.), *Proc. ODP, Sci. Results*. College Station, TX (Ocean Drilling Program), pp. 1-56.
- UNESCO, Comissão Nacional (1992) - "O que é: A Protecção do Património Mundial, Cultural e Natural", Lisboa, 11p.
- VALENTE, M. J. (1998) - "Análise preliminar da fauna mamalógica do Abrigo da Pena d'Água (Torres Novas): campanhas de 1992-1994", *Revista Portuguesa de Arqueologia*, Vol. 1, n.º 2, pp. 85 - 96.
- VASCONCELOS, M. L. M. C., BRITO, R. H. P. (2006) - *Conceitos de educação em Paulo Freire*. Petrópolis, Vozes, 196p.
- VIEIRA, A. (2008) - *A Serra de Montemuro: dinâmicas geomorfológicas, evolução da paisagem e património natural*, Dissertação de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 689p.
- VIEIRA, A., CUNHA, L. (2004) - "Património Geomorfológico - Tentativa de sistematização", *Actas do III Seminário Latino Americano de Geografia Física*, Puerto Vallarta, México, CD Rom, 14p.
- VIEIRA, A., CUNHA, L. (2006) – “Património geomorfológico – de conceito a projecto. O Maciço de Sicó”, *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, Vol.3, APGeom, pp. 147-153.
- WILLMAN, J. C., MAKI, J., BAYLE, P., TRINKAUS, E., ZILHÃO, J. (2012) – “Middle Paleolithic Human Remains from the Gruta da Oliveira (Torres Novas), Portugal”, *American Journal of Physical Anthropology*, 149, pp. 39-51.
- WILSON, R. C. L. (1979) - "A reconnaissance study of upper jurassic sediments of the lusitanian basin", *Ciências da Terra*, Universidade de Lisboa, n.º 5, pp. 53-84.
- WILSON, R. C. L. (1988) - "Mesozoic development of the Lusitanian Basin, Portugal", *Revista de la Sociedad Geologica de España*, 1 (3-4), pp. 395-406.
- WILSON, R. C. L., HISCOTT, R. N., WILLIS, M. G., GRADSTEIN, F. M. (1989) – “The Lusitanian basin of west-central Portugal: Mesozoic and Tertiary tectonic, stratigraphy and

- subsidence history”, *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 46, pp. 341-361.
- ZAMBUJO, G. C. M. S. (2010) – *O sítio pré-histórico do Cerradinho do Ginete (Pedrógão, Torres Novas): uma abordagem geoarqueológica*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, 89p.
- ZBYSZEWSKI, G., FERREIRA, O. DA VEIGA (1973) – “Contribuição para o conhecimento do paleolítico da região de Torres Novas”, *Separata de Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, t. 56, Serviços Geológicos, Lisboa pp. 81-99.
- ZBYSZEWSKI, G., MANUPELLA, G. (1971) - *Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000. Notícia Explicativa da folha 27-C Torres Novas*, Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos, Serviços Geológicos de Portugal Lisboa, 151p.
- ZBYSZEWSKI, G., MANUPELLA, G., VEIGA FERREIRA, O. (1974) - *Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000. Notícia Explicativa da folha 27-A Vila Nova de Ourém*. Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 82p.
- ZILHÃO, J. (2000) - "From the Mesolithic to the Neolithic in the Iberian Peninsula", In PRICE, T. D., (edit.) - *Europe's First Farmers*, Cambridge, University Press, pp.144 – 182.
- ZILHÃO, J. (2008) - *Projeto O Paleolítico Médio do Sistema Cársico do Almonda* (PTDC/HIS-ARQ/098164/2008).
- ZILHÃO, J. (2009) — "The Early Neolithic artifact assemblage from the Galeria da Cisterna (Almonda karstic system, Torres Novas, Portugal)". In *De Méditerranée et d'ailleurs. Mélanges offerts à Jean Guilaine*, Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique, pp. 821-835.
- ZILHÃO, J. C. T. (1989/1995) – *Carta Arqueológica do Parque Natural das Serras d'Aire e Candeeiros* - Projeto de Investigação.
- ZILHÃO, J., ANGELUCCI, D., ARGANT, J., BRUGAL, J.-PH., CARRIÓN, J. S., CARVALHO, R., FUENTES, N., NABAIS, M. (2010) - "Humans and Hyenas in the Middle Paleolithic of Gruta da Oliveira (Almonda karstic system, Torres Novas, Portugal)". In *1ª Reunión de científicos sobre cubiles de hiena (y otros grandes carnívoros) en los yacimientos arqueológicos de la Península Ibérica*. Zona Arqueológica, Alcalá de Henares, Museo Arqueológico Regional, pp. 298-308.
- ZILHÃO, J., ANGELUCCI, D., AUBRY, TH., BADAL, E., BRUGAL, J.PH., CARVALHO, R., GAMEIRO, C., HOFFMANN, D., MATIAS, H., MAURÍCIO, J., NABAIS, M., PIKE, A. W. G., PÓVOAS, L., RICHTER, D., SOUTO, P., TRINKAUS, E., WAINER, K., WILLMAN, J. (2013) – “A Gruta da Oliveira (Torres Novas): uma jazida de referência para o Paleolítico Médio da Península Ibérica, In ARNAUD, J. M., MARTINS, A., NEVES, C. (eds.) – *Arqueologia em Portugal – 150 anos*, Associação dos Arqueólogos Portugueses, Lisboa, pp. 259-268.
- ZILHÃO, J., CARVALHO, A. F. (1996) – “O neolítico do Maciço Calcário Estremenho: cronoestratigrafia e povoamento”, In *Rubricatum*, I Congrès del Neolític a la Península Ibèrica, 2, 1, Gravà, Museu de Gavà, pp. 659-672.
- ZILHÃO, J., MCKINNEY, C. (1995) - “Uranium-Thorium dating of Lower and Middle Paleolithic sites in the Almonda karstic system (Torres Novas, Portugal)”, In *Atas da 3ª Reunião do Quaternário Ibérico*, Coimbra, Universidade de Coimbra, pp. 513-516.
- ZILHÃO, J.; MAURÍCIO, J.; SOUTO, P. (1991) — "A Arqueologia da Gruta do Almonda. Resultados das escavações de 1988-89", In *Actas das IV Jornadas Arqueológicas (Lisboa, 1990)*, Lisboa, Associação dos Arqueólogos Portugueses, pp. 161-171.
- ZILHÃO, J.; MAURÍCIO, J.; SOUTO, P. (1993) - "Jazidas arqueológicas do sistema cársico da nascente do Almonda", *Nova Augusta*, n.º 7, Torres Novas, pp. 35-54.