GEOMORFOLOGIA E PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO DO CONCELHO DE VIANA DO CASTELO

Por: R. CARVALHIDO*, D. PEREIRA* e J. BRILHA*

Palavras-chave: Geoconservação; Geomorfologia, Património Geomorfológico, Viana do Castelo.

1. INTRODUÇÃO

O concelho de Viana do Castelo é caracterizado por uma paisagem de elevado valor estético, que se deve principalmente ao seu enquadramento geomorfológico e à diversidade de ambientes geodinâmicos. A faixa costeira, as montanhas litorais e o estuário do Rio Lima, são valências naturais que adquirem especial destaque pela forma como interagem no território (Fig. 1). Além disso, constituem elementos dinâmicos que interagem com as populações locais, enriquecendo o território com novos valores culturais, materializados no património etnográfico, histórico, arquitectónico e literário, entre outros. A identificação e caracterização destes elementos patrimoniais, bem como a sua interligação, constitui um passo fundamental no sentido da sua valorização, tornando possível a sua rentabilização, mediante promoção e divulgação turística.

^{*} Centro de Geologia da Universidade do Porto; Núcleo de Ciências da Terra, Universidade do Minho.

Se à partida pode reconhecer-se importante trabalho de investigação e divulgação no domínio das Ciências Biológicas, da Literatura ou da História do concelho de Viana do Castelo, e apesar dos seus valores geológicos terem atraído o interesse de alguns investigadores e levado à publicação de alguns trabalhos ao longo das últimas décadas (Meireles, 1991; Alves, 1995; Alves, 1996; Pamplona, 2001; Ribeiro, 2001; Garrido, 2003; entre outros), a geoconservação e a valorização dos locais de interesse geológico (geossítios) nas perspectivas didáctica e turística, ainda não foi alcançada. A geoconservação compreende um conjunto de acções com vista à inventariação, caracterização, conservação, divulgação e gestão do património geológico (Brilha, 2005), encontrando-se actualmente contemplada no recente Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (Decreto-Lei nº 142/2008, de 24 de Julho).



Fig. 1 – Área do concelho de Viana do Castelo representada sobre imagem obtida a partir do Google Earth. Escala na costa de Viana do Castelo (1:220000). A escala varia de acordo com a perspectiva.

O presente trabalho constitui uma contribuição para a sistematização e aprofundamento do conhecimento sobre a geomorfologia do concelho de Viana do Castelo, na perspectiva da evolução da paisagem geológica. Identificam-se os geossítios (locais pontuais e áreas) onde a geodiversidade possui características particulares que permitem conhecer e interpretar os processos e fenómenos geológicos promotores da evolução paisagística da região.

Estes geossítios, materializados em geoformas de magnitude diversa, possuem valor patrimonial geomorfológico, cuja conservação deve ser assegurada pelas autoridades locais e nacionais.

2. METODOLOGIA

O estudo baseou-se na análise geomorfológica prévia através do software Google Earth©, pesquisa bibliográfica, manipulação de dados cartográficos em ambiente SIG - ESRI ArcGis© e em trabalho de campo. As geoformas identificadas e caracterizadas foram seleccionadas de acordo com critérios como a representatividade, a raridade, a utilidade como modelo para ilustrar processos geológicos, a diversidade de elementos geológicos, a integridade e a associação com outros elementos (Lima, 2008), tendo em conta os seus valores científico e cultural.

A abordagem à área em estudo foi segmentada em três domínios geomorfológicos distintos, constituindo unidades paisagísticas com valor diferenciado: i) a orla e a plataforma litoral; ii) as montanhas; iii) o estuário e a plataforma aluvial. No presente estudo foram contemplados alguns geossítios nas imediações do concelho de Viana do Castelo, nomeadamente em Ponte de Lima e Caminha, por se ter verificado existir continuidade lateral dos processos geomorfológicos em análise.

3. RESULTADOS

3.1 Domínio Costeiro

A orla litoral do concelho de Viana do Castelo, em especial o seu sector intertidal, permite-nos observar algumas das geoformas mais características da região. Os afloramentos rochosos e geoformas que consistem presente objecto de estudo, circunscrevem-se ao polígono definido entre a linha de costa no sector Gelfa – Neiva e a base das

vertentes ocidentais do maciço de Sta. Luzia e de Anha, estando balizado a norte e a sul pelos paralelos 41º47′49.29′′N e 41º37′51.03′′N, respectivamente (Fig. 2).

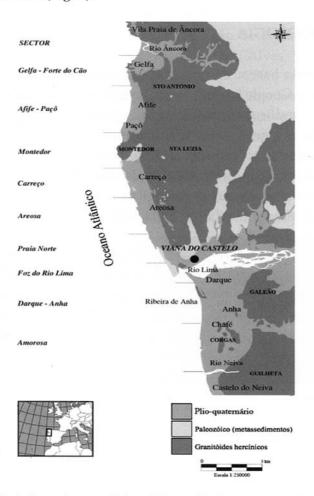


Fig. 2 - Enquadramento do litoral do concelho de Viana do Castelo.

Em virtude do intenso desnudamento a que esta área tem sido sujeita durante as últimas décadas, facto que é comprovado pela desactualização da área aflorante de aluviões e areias de duna representada nas cartas geológicas mais antigas (Teixeira et al., 1970), esta zona do território tem-se constituído como um local de acelerada evolução da paisagem, tendo posto a descoberto elementos da geodiversidade que estiveram ocultos sob as amplas manchas dunares e a que agora temos acesso. Por se constituir como um dos pólos turísticos de maior impacto económico na sociedade, ser de fácil acesso e por se encontrar invariavelmente exposta aos agentes modeladores da paisagem, esta porção do território é uma área de excelência para apreciar a geodiversidade, entender o seu significado e promover a sua protecção, valorização e divulgação.

A plataforma litoral situada a norte da foz do Lima tem uma orientação geral rectilínea, segundo NNO-SSE, apresentando uma largura que oscila entre os 500 e os 2000 metros, valores apurados entre a linha de costa e a curva de nível dos 50 metros, cota a partir da qual a arriba atlântica do maciço de Sta Luzia cresce com forte pendor. Salientamos ainda que o desenvolvimento máximo e mínimo da plataforma litoral norte atinge os seus limites na mesma unidade geomorfológica (Cão-Montedor), facto que poderá estar relacionado com a presença do sistema de desligamentos tectónicos Vile-Montedor e Orbacém/Montedor. Estas falhas controlam quer a largura da plataforma, quer a sua direcção dominante, uma vez que este é também o único sector onde o rebordo interior da plataforma litoral assume a direcção NE-SW (numa extensão de 2 km), comparativamente aos restantes troços litorais alinhados por NW-SE (inclusivamente a sul do Lima). Entre a colina de Montedor e a Areosa (lugar do Meio), a plataforma desenvolve-se constantemente à largura de cerca de 1000 metros, encurtando para cerca de metade entre o sector litoral da cidade (Praia Norte) e a cabeceira da plataforma onde a cidade se encontra implantada. A sul do Lima, a plataforma litoral apresenta-se mais penetrante, ultrapassando os 6 km entre a colina de Anha (Monte Galeão) e a Corga, de encontro ao rebordo interior do relevo de Vila Fria. Em Darque - Anha (Galeão), atinge os 1600 metros, alcançando cerca de metade no sector da colina da Corga.

Identificou-se, no troço em estudo Gelfa/Neiva (Viana do Castelo), um total de vinte geossítios essencialmente com interesse geomorfológico (formas residuais, costeiras, tectónicas e de vertente), com valor científico, didáctico e turístico, distribuídos por nove sectores (Quadro 1).

Quadro 1 - Geossítios da faixa costeira do litoral do concelho de Viana do Castelo.

SECTOR	GEOSSÍTIOS	GEOFORMAS	INTERESSES
Gelfa-Cão	Praia da Gelfa	Alvéolos de contacto, por encosto da formação areno- pelítica em formação granítica subjacente	Estratigráfico Geoquímico
	Forte do Cão (sector norte)	Pedúnculos graníticos	Geomorfológico Estrutural
	Forte do Cão	Terraço marinho Quaternário	Estratigráfico Sedimentológico
		Pavimento antrópico de idade Pré- Medieval	Estratigráfico Paleontológico
	Forte do Cão (sector sul)	Prefiguração de bolas em pavimento granítico	Geomorfológico Estrutural
	Praia do Cão	Esfoliação, pseudoestratificação e formas em A em pavimentos graníticos	Geomorfológico Geoquímico

Afife-Paçô	Afife-Paçô	Linha tectónica de Montedor	Geomorfológico Estrutural
	Fortim de Montedor	Pavimento granítico de matriz ortogonal do tipo Kluftkarren	Geomorfológico Tectónico
		Esfoliação em blocos graníticos	Geomorfológico Geoquímico
Montedor	Moinho do Marinheiro	Sistemas de pias do tipo pan e poltrona, com exutórios	Litológico Geoquímico
	Praia de Fornelos	Pavimentos com fracturação poligonal	Estrutural Geoquímico
		Níveis de praias do Quaternário	Geomorfológico Estratigráfico
		Insculturações pré-romanas em blocos graníticos e plataforma costeira Eemiana	Cultural Estratigráfico
		Pavimento granítico ondulado	Geomorfológico Geoquímico
	Alcantilado de Montedor	Alcantilado de Montedor, resultado do recuo paralelo das vertentes graníticas	Geomorfológico Geoquímico
Carreço	Praia de Carreço	Campo de blocos graníticos em bola	Geomorfológico Estrutural
	Praia do Lumiar	Sistema de salinas de idade Romana	Estratigráfico Cultural

Areosa	Praia do Porto da Vinha	Depósitos lacustres Quaternários	Estratigráfico Sedimentológico
	Fortim da Areosa	Microgeoformas alveolares de Ouriços- do-mar	Estratigráfico Geoquímico
	Meio - Areosa	Superfície embutida na vertente atlântica da serra de Sta Luzia	Geomorfológico Estrutural
Norte	Praia do Norte	Corredores sobre charneiras de dobras de quartzito do Ordovícico	Geomorfológico Geoquímico
Foz do Lima	Estuário do Lima	Sistema de ínsuas bem desenvolvidas no estuário do Lima	Geomorfológico Sedimentológico
Darque- Anha	Monte do Galeão	Superfícies embutidas a 40 e 100 metros, e culminante a 150 metros.	Geomorfológico Estrutural
	Foz do Ribeiro de Anha	Marmita de gigante do ribeiro de Anha	Geomorfológico Estrutural
Amorosa	Praia da Amorosa	Concavidades em micaxisto quiastolítico, resultado da coalescência de marmitas	Estrutural Geoquímico
		Campo de geoformas em cunha em micaxisto quiastolítico	Geomorfológico Estrutural

3.1.1. Sector Gelfa-Cão

Geossítio da Praia da Gelfa - Cavidades alveolares de contacto. Estas estruturas são formadas por meteorização química em rochas graníticas, em resultado do contacto com a Formação Areno-Pelítica de Cobertura (Fig. 3A, 3B e 3C). Este depósito sedimentar apresenta uma fracção grosseira importante, essencialmente de seixos de quartzito, envolvida por uma matriz fina, essencialmente arenosa. A presença de minerais de argila na matriz do depósito, cria um interface permanentemente húmido entre a fracção grosseira e o substrato rochoso. Neste sector do litoral, as rochas aflorantes e que servem de encosto à formação de cobertura são os granitóides hercínicos, que se revelam instáveis do ponto de vista geoquímico em condições sub-aéreas e de superfície, com humidade permanente. Em contacto permanente com os clastos rodeados de matriz com conteúdo em argila, ocorre a fossilização do diâmetro do seixo, por meteorização química preferencial. Torna-se possível, mediante o conhecimento deste processo geológico, reconstruir a paleocobertura da fracção grosseira da Formação Areno-Pelítica de Cobertura, uma vez que estas geoformas de pormenor continuam preservadas nas paredes laterais dos granitóides, mesmo após a erosão do depósito. Estas estruturas alveolares são muito semelhantes a outras que se identificam na costa, contudo provenientes de evolução por haloclastia. Diferenciam-se em relação aos alvéolos de contacto, por normalmente exibirem 1) secção assimétrica com exagero da metade inferior; 2) concavidade assimétrica com formação de sulco na metade inferior com acumulação de água; 3) tendência para coalescer com alvéolos adjacentes, podendo formar estruturas intermédias, em trave e 4) desenvolvimento preferencial em paredes laterais, raramente em posição horizontal. Os alvéolos de contacto, quando exumados, podem favorecer a evolução por processos de haloclastia ou facilitar a instalação de organismos como bivalves, cracas ou ouriços-do-mar.







Fig. 3 - Geossítio da Praia da Gelfa (A, B, C).

Geossítio do Forte do Cão I - Aspecto típico do pavimento granítico a norte do Forte do Cão (Fig. 4A). Podem observar-se duas etapas distintas do processo erosivo que afecta os pavimentos poligonais graníticos: a média, de natureza peduncular, e a terminal, de traço típico ondulado. A fase inicial – poligonal – não está, neste local, representada. Estas geoformas constituem uma relíquia do processo de desmantelamento das lajes graníticas expostas a meios hidrodinâmicos. A atitude e o padrão da rede de fracturação local, bem como a sua associação com os alinhamentos tectónicos regionais, permitiram o desenvolvimento de um pavimento granítico de matriz ortogonal, condição essencial para o óptimo desenvolvimento desta geoforma.

Geossítio do Forte do Cão II - Terraço marinho de fácies conglomerática, aflorante sob as areias de duna (Fig. 4C). Esta geoforma testemunha um nível marinho cerca de 6 metros mais elevado que o actual, provavelmente contemporâneo dos indícios de Montedor, dada a similitude altimétrica e o carácter dos processos envolvidos na génese destas geoformas. Sobre o terraço marinho identifica-se um pavimento antrópico (Meireles, 1991) coberto pelo sistema dunar Afife-Gelfa, de idade pós-medieval (Fig. 4B).

Geossítio do Forte do Cão III - Lajedo granítico do Cão-Gelfa onde é possível identificar a prefiguração de bolas graníticas que evoluem por acção combinada dos processos de diaclasamento, meteorização e esfoliação (Fig. 4D). Importa realçar que largura da

malha de diaclasamento é o factor limitante do desenvolvimento destas geoformas.

Geossítio da Praia do Cão - Estádios médio e terminal de evolução da paisagem granítica local que deverá culminar, à semelhança do sector meridional de Montedor, com uma paisagem em blocos (Fig. 4E). Em primeiro plano figura o processo de maturação da bola cuja prefiguração teve lugar numa rede de diaclases localmente espaçada, evoluindo por pseudoestratificação e esfoliação, e tectónica recente, denunciada pelas formas em A (A-Tent) que surgem naquele pavimento. Em último plano aflora em relevo um bloco granítico do tipo bola, intensamente fracturado, alongado segundo o eixo E/O.

3.1.2. Sector Afife-Paçô

Geossítio do Fortim de Montedor (Paçô) - Pavimento granítico do tipo Kluftkarren instalado em corpo filoniano aplítico (largura transversal da estrutura fotografada, 2 metros) (Fig. 4F). Nas imediações evidenciam-se etapas ulteriores de evolução deste pavimento, que mostram formas precursoras pedunculadas. A textura e a natureza química dos minerais do corpo filoniano dificultam a erosão superficial dos tetrágonos, potenciando o efeito modelador da meteorização que ocorre na base das fendas.

Geossítio de Afife/Paçô - Plataforma plio-quaternária litoral, cuja extensão é máxima neste sector (2000 metros de largura) e cuja planura é interrompida pela colina de Montedor (farol de Montedor, 103 m) (Fig. 5A). O alinhamento tectónico Montedor-Cabanas (NE-SW) delimita a face norte de Montedor e a vertente NO da Serra de Sta Luzia (junto a Afife) que aí se desenvolve com altitude mais modesta e de pendor reduzido.

O padrão de alinhamentos estruturais apurados para o sector Carreço-Gelfa (Fig. 6) permite deduzir a sua importância no controlo

das superfícies embutidas de Montedor (+50 metros) e de Cabanas (+75 metros) (Afife), bem como no desenvolvimento da superfície culminante da Serra de Sta. Luzia.

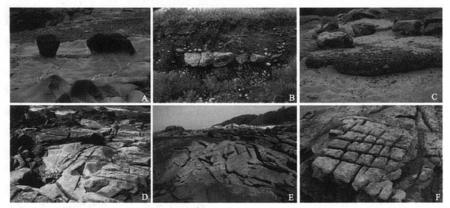


Fig. 4 - Geossítios do Forte do Cão (A, B, C, D, E) e do Fortim de Montedor (F).

Geossítio do Fortim de Montedor (Paçô) - Esfoliação activa em bola granítica (3 metros de largura transversal na base), alongada segundo o eixo E-O, nas imediações do Forte do Paçô, na praia com o mesmo nome (Fig. 5B). Identifica-se na imagem, à esquerda, um fragmento rochoso de grande espessura, destacado do bloco principal, que deverá constituir uma relíquia das etapas prévias de maturação daquela geoforma, associada ao desenvolvimento de linhas de tensão geradas no anticlinal de Sta Luzia.

3.1.3. Sector de Montedor

Geossítio do Alcantilado de Montedor - Panorâmica sobre a plataforma inferior do relevo de Montedor, que se desenvolve à cota máxima de 25 metros (Fig. 5C). Identificam-se algumas geoformas-relíquia, como lajedos graníticos e bolas de aspecto alongado, confinadas aos alinhamentos E-O. Estas estruturas exibem frequentemente traços de processos subaéreos, como as pias, a maioria de fundo plano e associadas a exutórios. Identificam-se também caneluras. Muitas

destas geoformas preservam indícios de terem sido retrabalhadas posteriormente à exumação da superfície topográfica, por acção dos elementos da geodinâmica externa, que activaram essas estruturas prévias em processos de escorrência superficial na arriba. Acima desta superfície fundamental, desenvolve-se uma outra entre os 40 e 50 metros, embutida na superfície culminante de Montedor, que apesar de dispor de extensão muito reduzida, alcança os 65 metros. As arribas que separam as superfícies atingem cerca de 12% de pendor.



Fig. 5 - Geossítios da Praia de Afife (A), do Fortim (B) e de Montedor (C).

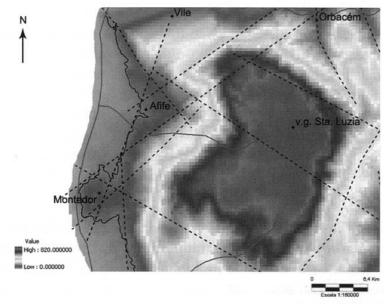


Fig. 6 - Alinhamentos estruturais no sector Montedor/Afife/Sta. Luzia (escala 1:140000).

Geossítio da Praia de Fornelos - Marmita-de-gigante e sapa (largura transversal média das estruturas, 70 cm), em primeiro e segundo planos, respectivamente, talhados em bloco granítico na vertente meridional da colina de Montedor (Fig. 7A). Estas estruturas, cuja origem deverá ser contemporânea, revelam um nível de praia antiga, 8 metros acima do nível actual das águas do mar, provavelmente os que se registaram no período Eemiano (OIS 5e) (Cuffey, 2000), há sensivelmente 120 mil anos, durante o último interglaciar, permitindo-nos reconstruir o nível litoral de então. A existência de alinhamentos de fracturação, que no litoral minhoto se organizam sub-perpendicularmente à linha de costa, parecem cumprir um papel essencial na formação destas estruturas, criando corredores que potenciam o poder erosivo da água.

Geossítio do Moinho do Marinheiro - Sistema de pias desenvolvido na face atlântica da colina de Montedor (largura média da estrutura fotografada, 100 cm), entre as cotas dos 20 e 35 metros (Fig. 7B). A maioria das geoformas identificadas apresentam-se de secção topográfica circular e elíptica, de fundo plano e não associadas a qualquer alinhamento tectónico ou de fracturação. Identificam-se algumas pias de forma lobada e lateralmente vazadas, associadas, quase invariavelmente a exutórios, deixando antever processos de coalescência. Estas depressões devem associar-se à escorrência superficial decorrente do recuo da vertente granítica de Montedor, segundo pós-exumação do manto de alteração sobrejacente, em condições de aridez/sub-aridez (Romani & Twidale, 1998). As pias são do tipo pan e poltrona (Twidale, 1982).

Geossítio da Praia de Fornelos - Fracturação poligonal sobre laje subhorizontal de granito pseudoestratificado de aspecto esbranquiçado na vertente oeste da colina de Montedor (Fig. 7C). O padrão da fracturação varia entre o ortogonal, pouco representado, formando placas de quatro lados e o dendrítico, produzindo figuras poliláteras de dez e mais lados, amplamente difundido no maciço. Pode encontrar-se ainda fracturação radial. Estas geoformas que segundo Romani & Twidale (1998), terão origem sub-aérea e resultam da incrustação de iões de Ferro, Manganésio e Silício circulantes na frente de alteração (provoca aumento de volume, arqueamento e fracturação da rocha), reforçam a origem e a provável contemporaneidade do sistema de pias identificado. Este processo deverá ainda responder à extensa cobertura, em pátine, dos granitos da frente do maciço, bem como à formação de arenito de matriz siliciosa, cuja relíquia se pode encontrar no sopé da mesma colina.



Fig. 7 - Geossítios do Moinho do Marinheiro (B) e Praia de Fornelos (A, C).

Geossítio da Praia de Fornelos - Afloramento granítico em vertente, com conteúdo arqueológico datado da Idade do Bronze (Almeida, 2008). Identifica-se na base da laje insculturada, uma superfície estreita (40 centímetros de largura) à cota de 8 metros, que deverá constituir o retalho de uma plataforma litoral mais ampla. No local há outras relíquias de superfícies à mesma cota, bem como outras geoformas como as sapas e as marmitas-de-gigante (Fig. 8A).

3.1.4. Sector de Carreço

Geossítio da Praia de Carreço - Blocos graníticos em bolas na praia de Carreço, no sector meridional da colina de Montedor, encaixadas em xisto quiastolítico da Formação Sta. Justa (Fig. 8B). Estas geoformas, que constituem alguns núcleos residuais da paisagem granítica mesocenozóica, exibem algumas microestruturas de meteorização

como o aspecto picotado (areado) generalizado, alvéolos e formas diversas, principalmente dispostas na faixa inferior das paredes laterais, do tipo tafoni. São visíveis outras estruturas como caneluras, as pias isoladas do tipo pan, pontualmente pseudoestratificação e padrões de fracturação ortogonal e dendrítica.





Fig. 8 - Geossítios da Praia de Fornelos (A) e da Praia de Carreço (largura da base do bloco da esquerda, 3 metros) (B).

Geossítio da Praia de Fornelos - Pavimento ondulado de Montedor, na zona intertidal (Fig. 9A). Esta geoforma constitui uma etapa terminal do desmantelamento das lajes graníticas expostas a ambientes de forte dinâmica, como o costeiro, e onde estão presentes alinhamentos estruturais de matriz preferencialmente (sub)ortogonal e relativamente tensa. Estas condicionantes estruturais ocorrem neste geossítio que constitui um local único para as apreciar. Ainda que a fase prévia - peduncular - já não seja possível contemplar, é visível, para além da ortogonalidade dos alinhamentos tectónicos E-O/N-S, a presença de inúmeros filões quartzosos que conferem pontualmente um carácter rejuvenescido àquela plataforma.

3.1.5. Sector de Areosa

Geossítio da Praia do Lumiar - Sistema de salinas de idade provável proto-Romana (Almeida, 2008) (Fig. 9B). Estas salinas (eixo principal da maior salina fotografada, 60 cm), segundo dados do mesmo autor, eram usadas não por inundação directa, mas mediante o transporte

de água salgada até aos locais de cultura. A evaporação da água abastecia as populações castrejas de sal marinho.

Geossítio da Praia do Porto da Vinha - Depósito de carácter limoargiloso aflorante sob a praia de seixo no sector a montante do Fortim da Areosa (Fig. 9C). Este depósito sedimentar com macrorestos vegetais, pode ser correlacionado com os depósitos estudados no litoral de Esposende e Apúlia, os mais antigos datados de há cerca de 5000 anos e que indiciam a presença de um sistema lagunar previsivelmente afastado da zona de rebentação e que segundo dados de García-Amorena et al. (2007), estaria nas imediações de uma floresta de elementos vegetais do género Pinus e Alnus. Identificámos estes depósitos, ainda que com variações sedimentológicas e de posição estratigráfica relativamente a outras formações, ao longo da orla litoral norte, estando aparentemente ausentes a sul, entre a foz dos rios Lima e Neiva.



Fig. 9 - Geossítios da Praia de Fornelos (A), da Praia do Lumiar (B) e da Praia do Porto da Vinha (C).

3.1.6. Sector do Norte

Geossítio do Meio/Areosa - Vista panorâmica da arriba fóssil atlântica da Serra de Sta Luzia (Fig. 10A). Observa-se em primeiro plano a plataforma litoral que é caracterizada por uma planura quase perfeita. Acima da Estrada Nacional 13 pode observar-se uma pequena arriba de pendor médio local de 12%, a qual se preserva o entalhe de uma pequena plataforma, com uma área aproximada de 8 hectares.

Esta estrutura constituirá um retalho de uma superfície maior que previsivelmente terá existido, tendo sido entretanto desmantelada. Acima desta superfície e a delimitar a superfície culminante da serra, desenvolve-se a arriba fóssil principal, com declives superiores a 45% (Fig. 11).

Geossítio do Fortim da Areosa - Alvéolos desabitados de ouriços-do-mar cujo biótopo coincide com o ambiente infra-litoral, na zona intertidal, com 3 cm diâmetro médio (Fig. 10B). Estas geoformas afloram ao longo de uma magra faixa costeira, no sector setentrional do Fortim da Areosa, por várias dezenas de metros. A posição geográfica actual do biótopo dos ouriços-do-mar encontra-se sensivelmente a 300 metros desses testemunhos, na direcção do oceano. Foram também encontrados, na mesma área, alvéolos desabitados no topo de afloramentos de xisto quiastolítico a uma altitude aproximada de 10 metros sobre o actual nível do mar.

Geossítio da Praia do Norte - Corredor alinhado segundo NO-SE, a sul do Fortim da Areosa, na Praia Norte (Fig. 10C). Esta geoforma estrutura-se em quartzitos da Formação de Sta Justa que neste sector afloram em dobras de plano axial subvertical de eixo fracamente mergulhante. Apesar do quartzito constituir uma litologia extremamente resistente à meteorização química, as tensões mecânicas na charneira de dobra induzem a fracturação que fragiliza o quartzito. Este corredor, ou canal, como apelidam os pescadores, encontra paralelo na praia da Amorosa, motivado por processo semelhante.

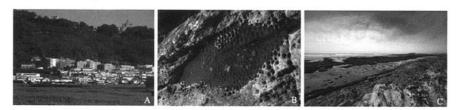


Fig. 10 - Geossítios do Meio (A), do Fortim da Areosa (B) e da Praia do Norte (C).

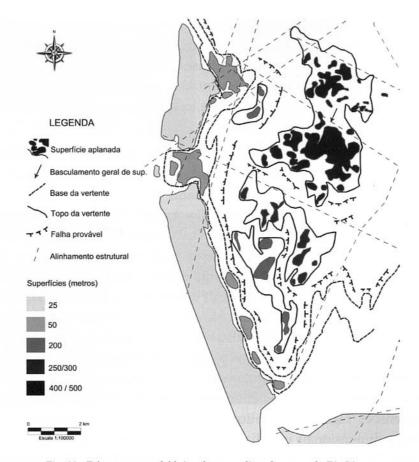


Fig. 11 - Esboço geomorfológico do sector litoral a norte do Rio Lima.

3.1.7. Sector de Darque-Anha e da Foz do Lima

Geossítio da Foz do Ribeiro de Anha - Marmita-de-gigante parcialmente erodida, de secção circular e fundo côncavo, com 140 cm de profundidade, na porção vestibular da Ribeira de Anha (Fig. 12A). A estrutura interna preserva o que aparentam ser três níveis de estacionamento do fluxo dinâmico, marcados por protuberâncias anelares na parede interior da marmita. A hemi-porção da geoforma associada ao talvegue da ribeira foi totalmente erodida, pelo que a

evolução desta estrutura poderá estar só parcialmente associada àquele curso de água, exactamente a fase de erosão e eventualmente a abrasão do fundo da marmita. As fases precoces, associadas a outros indícios locais como as sapas levantadas, poderão estar associadas a outro sistema fluvial, como o Lima, que poderia ancestralmente ter neste local a sua desembocadura.

Geossítio do Monte do Galeão - Vista panorâmica sobre a face norte, voltada ao Lima, do Monte do Galeão (Fig. 12B), no compartimento tectónico do Galeão, individualizado por quatro alinhamentos estruturais, nomeadamente 1) a SE - Amorosa/Meixedo; 2) a SW -Neiva/Cabedelo; 3) a NW - Rodanho/Meadela/Perre e 4) a N - Rio Lima (Fig. 14A). No corpo da geoforma é possível individualizar três superfícies aplanadas (Fig. 13) que definem a vertente atlântica daquele maciço granítico. Estas superfícies encontram-se regularizadas por depósitos arenosos, de espessura variável e exibindo estratificação entrecruzada (Fig. 15). As análises dimensionais efectuadas sobre os sedimentos colhidos nas várias plataformas, apontam para depósitos de igual composição granulométrica (Fig. 16C), exclusivamente de areia média (1,51<f<1,71) (Shepard, 1954), estando ausentes outras dimensões (Fig. 16A). Geneticamente e de acordo com a projecção dos dados dimensionais nos diagramas de Friedman (Fig. 23B) - Mean Cubed Deviation vs Standart Deviation (com resultados idênticos para os diagramas - Skewness vs Standart Deviation e Skewness vs Simple Sorting Measure), todos os sedimentos arenosos analisados têm proveniência do ambiente de praia, ficando excluída a origem fluvial. Os dados das análises morfométricas efectuadas (Fig. 14B), bem como dos parâmetros de Folk&Ward obtidos, comprovam a origem eólica dos depósitos arenosos, que se apresentam invariavelmente bem calibrados (d<0,5) e de feições roladas a sub-roladas (Powers, 1953). As superfícies identificadas estão definidas às cotas aproximadas de 30/40 metros, 100/110 metros e 150/160 metros (Fig. 13).





Fig. 12 - Geossítios do Ribeiro de Anha (A) e do Monte Galeão (B).

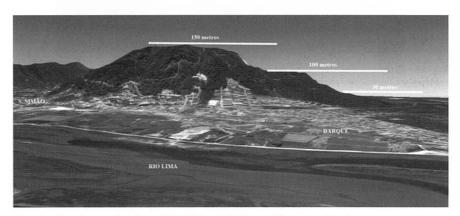


Fig. 13 - Plataformas do Monte do Galeão, definidas a diferentes altitudes.

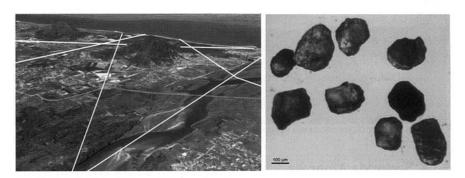


Figura 14 - A) Alinhamentos estruturais que delimitam o micro-bloco de Galeão; B) Fotografia de grãos de quartzo da plataforma embutida do Monte Galeão (+100 metros), analisados à lupa binocular.



Fig. 15 - Estrutura dos depósitos de areia da plataforma embutida do Monte Galeão (+100 metros), evidenciando estratificação cruzada.

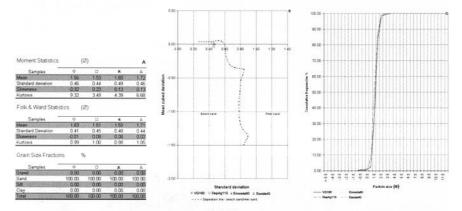


Fig. 16 - A) Dados estatísticos de Momento, Folk&Ward e Fracções granulométricas de amostras de areia colhidas nas 3 plataformas do Monte Galeão (+40, +100 e +160 metros) e num retalho aplanado, na encosta atlântica, a 85 metros; B) Projecção dos dados da crivagem no Diagrama de Friedman MCD/SD; C) Projecção de frequências acumuladas por dimensão de partícula. Os dados foram processados pela aplicação SEDMAC (Henriques, 2003).

3.1.8. Sector da Amorosa

Geossítio da Praia da Amorosa - Afloramento de micaxisto andalusítico, na Praia da Amorosa (Fig. 17A). O aspecto geométrico

deste geossítio é conferido por várias dezenas de plataformas em cunha (andamento médio, 4 metros), cuja génese está associada à existência de um plano de fracturação dominante, de pendor médio 72º (NO). Os contornos da geoforma são definidos pelas direcções de xistosidade - N142º - e pelo principal alinhamento hercínico N60º.

Geossítio da Praia da Amorosa - Marmita de gigante em evolução sobre micaxisto quiastolítico (largura média da estrutura fotografada - 120 cm), na Praia da Amorosa (Fig. 17B). Esta geoforma é gerada no cruzamento dos alinhamentos característicos deste sector – xistosidade (N142º) e fracturação hercínica (N60º) – que induzem na zona de intercepção a formação de nós de fragilidade, onde a acção meteorizante e erosiva actua de forma mais incisiva.

Geossítio da Praia da Amorosa - A formação de núcleos vazados no interior das rochas aflorantes (diâmetro médio da estrutura fotografada - 3 metros), de perfil geral convexo-côncavo, resulta da coalescência de marmitas de gigante, formando clareiras que vão aumentando de diâmetro à medida que estas se vão aglutinando com outras estruturas idênticas (Fig. 17C). Estas estruturas não são exclusivas deste tipo de litologia, encontrando-se igualmente presentes nos granitóides aflorantes na praia do Cabedelo, a norte deste local.



Fig. 17 - Geossítios da Praia da Amorosa (A, B, C).

3.2 DOMÍNIO MONTANHOSO

A unidade paisagística de montanha constitui o traço diferenciador do relevo, opondo-se ao carácter monótono imprimido pelas

superfícies baixas das plataformas litoral e aluvial, e do estuário. Em termos geomorfológicos e a norte do curso do Rio Lima, afloram os maciços graníticos da Serra de Sta Luzia e da Serra de Arga, rodeados por elevações menos importantes, nomeadamente de rochas metassedimentares como o xisto (Fig. 18).

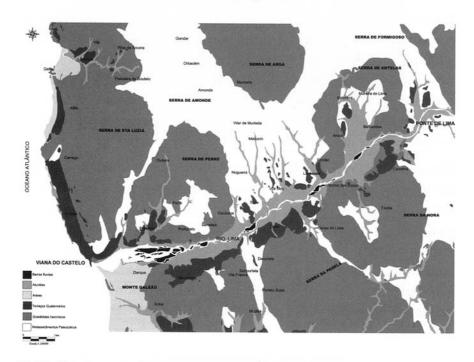


Fig. 18 - Enquadramento dos principais tipos litológicos e de geoformas sedimentares – barras fluviais e terraços – que afloram no concelho de Viana do Castelo.

A sul do Lima afloram os maciços graníticos do Monte de Galeão e da Serra da Padela. Apesar dos relevos atlânticos de Sta Luzia e de Galeão serem atravessados pelo mesmo meridiano e serem igualmente constituídos por rochas granitóides hercínicas, de idade semelhante, o seu comportamento orográfico é fortemente contrastante, nomeadamente no que concerne aos parâmetros que aferem a movimentação geral do relevo (cota máxima alcançada

e contraste topográfico); o desenvolvimento da plataforma litoral e a tipologia das arribas dos relevos litorais. No sector em estudo verificam-se diferenças expressivas em todos estes indicadores.

O comportamento das vertentes é também distinto consoante se trate do bloco setentrional ou meridional do Rio Lima. A norte, a arriba ocidental da Serra de Sta Luzia ergue-se abruptamente sobre a curva de nível dos 70 metros, tendo-se aferido declives que ultrapassam por norma os 30% chegando, em casos excepcionais a superar os 60%. A sul da foz do Lima, a arriba aparece como um elemento orográfico interior, definida sobre a isolinha dos 120 metros, com pendor médio variável entre os 5% e os 15%, pontualmente alcançando os 30%, especificamente numa frente de 250 metros no monte Galeão e de pouco mais de 1000 metros na colina de Castelo de Neiva, explicando-se, por isso, o carácter mais penetrante da plataforma litoral, minimizando o efeito de ressalto topográfico que se identifica na margem norte (Fig. 19a).

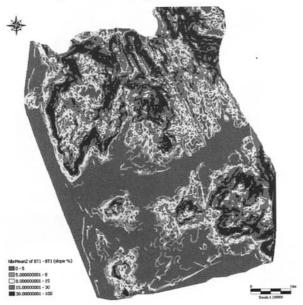


Fig. 19a- MDT de declives do concelho de Viana do Castelo.

No que concerne à movimentação do relevo verifica-se o mesmo efeito contrastante entre os blocos setentrional e meridional: 1) no bloco norte, a cota máxima de 820 metros alcança-se na Serra de Arga, a NW do v.g. de Bretial, comparativamente aos 480 metros atingidos no compartimento sul, na Serra da Padela, a SE do v.g. de Bouça Velha; 2) a média altimétrica determinada para o bloco setentrional é de cerca 195 metros, contrastando com os 93 metros apurados para o bloco sul (figura 19a); 3) o valor de desvio-padrão (d) determinado sobre as médias altimétricas apuradas para os dois compartimentos, reforçam que a orografia a norte do Rio Lima de comporta de forma menos previsível (d=188), contrariamente aos valores aferidos para o bloco meridional, onde o relevo se constitui menos agitado (d=109) (figura 19b).

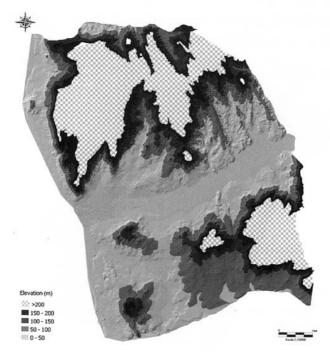


Fig. 19b- MDT altimétrico do concelho de Viana do Castelo.

O relevo do sector vestibular da bacia do Rio Lima mostra boa articulação com a rede de facturação local, definida segundo os principais alinhamentos NE-SW, NW-SE, WSW-ENE e E-W (Fig. 20). Estas descontinuidades constituem sistemas de alinhamentos estruturais que retalham o terreno segundo determinadas direcções, envolvendo-se na génese geométrica de algumas geoformas, como é o caso das vertentes, mas também noutros aspectos do relevo como a delimitação de blocos tectónicos ou a condução diferencial de tramos dos cursos de água.

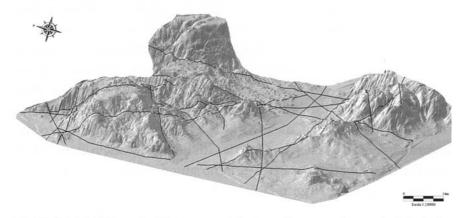


Fig. 20 - Modelo tridimensional da área em estudo, ao qual foram apostos os principais alinhamentos estruturais.

Os aspectos geomorfológicos apresentados, levam-nos a apontar a possibilidade de existência de dois compartimentos ou blocos tectónicos, definidos a norte e a sul do curso do Rio Lima, e que terão sofrido soerguimento Alpino de diferente amplitude: a norte, o bloco Sta. Luzia-Arga terá sofrido um levantamento mais acentuado que o bloco meridional, Galeão-Padela, que preserva um conjunto mais alargado de geoformas típicas de zonas rebaixadas (Carvalhido et al, 2009). A orientação geral do curso do Rio Lima, segundo WSW-ENE, parece corresponder a um grande alinhamento estrutural, de idade indeterminada, que aquele sistema sulcou e deu realce geo-

morfológico, funcionando como o eixo de rejogo vertical dos blocos setentrional e meridional do Lima vestibular, ou segundo Machado (1935), como "braços duma balança".

A análise morfométrica efectuada em ambiente SIG (ArcGisÓ), sobre os modelos digitais de terreno (MDT) e de rede irregular triangular (RIT) gerados, sugere a existência de diferenças orográficas, entre sectores adjacentes do terreno, datados de idade aproximada e de composição geoquímica semelhante. Esta constatação aponta para que os dois blocos tectónicos principais - Sta. Luzia/Arga, setentrional e Galeão-Padela, meridional - sejam constituídos por segmentos de terreno que, individualizados por alinhamentos estruturais pré-existentes, tenham sofrido, à semelhança dos grandes blocos, levantamento diferencial durante a presente orogenia Alpina. Relativamente ao bloco Sta. Luzia-Arga, podemos delimitar dois compartimentos ou micro-blocos: o de Sta. Luzia (A) e o da Arga (B). Sobre o bloco sul, Galeão-Padela, definimos três micro-blocos, nomeadamente o de Galeão (C), o da Guilheta (D), Padela menor (E) e o da Padela maior (F) (Fig. 21). O terreno situado entre os micro-blocos de Sta. Luzia e da Arga não foi delimitado como compartimento tectónico, uma vez que, litologicamente é de xisto, constituindo-se como diferente em relação a todos os outros estudados, modelados em granito. Não é possível excluir que as diferenças orográficas identificadas se devam, em parte ou totalmente, ao facto da rocha ser mais sensível à meteorização e à erosão que os maciços graníticos circundantes, pelo que não é possível concluir sobre a actuação do levantamento alpino deste sector.

Os restantes alinhamentos estruturais identificados (Fig. 20), não evidenciam um controlo do relevo à escala regional. O seu valor deve ser tido em conta ao analisar aspectos do modelado de pormenor, como é o caso da geometria de vertentes, controlo estrutural de cursos de água, delimitação de alvéolos de meteorização ou génese de relevos do tipo horst.

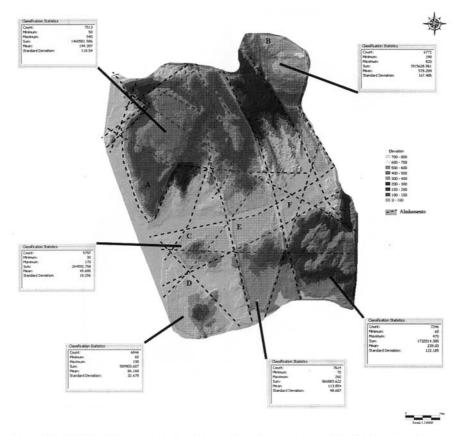


Figura 21 - RIT altimétrico e principais alinhamentos estruturais, com definição dos micro-blocos tectónicos. Indicação das principais características altimétricas de cada micro-bloco.

Conclui-se que o levantamento do relevo foi maior no sector a norte do curso do Rio Lima, relativamente ao bloco sul. Verifica-se ainda que o soerguimento alpino é mais expressivo nos domínios interiores, relativamente aos blocos tectónicos da frente atlântica (Fig. 22).

Identificaram-se um total de quatro geossítios, de interesse principal geomorfológico, embora de magnitude variada (Quadro 2). Os traços gerais da paisagem geológica são marcados pelas

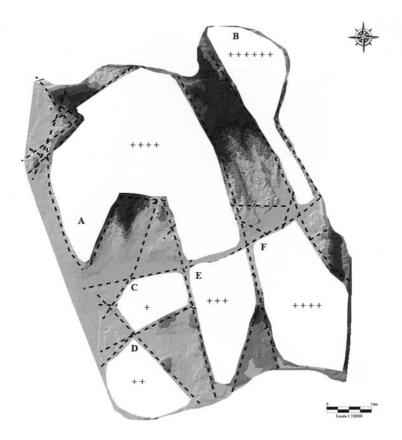


Fig. 22 - Soerguimento relativo dos diferentes micro-blocos que compõe a área em estudo.

macroformas como, por exemplo, as plataformas conservadas a diferentes altitudes, incluídas ou não no mesmo compartimento tectónico. As geoformas de pormenor, meso e microformas geológicas, dotam a paisagem de aspectos que assumem particular relevância ao nível local. No vale terminal do Lima as geoformas são graníticas e essencialmente residuais, como os Bornhardt, os Tor e os Blocos, resultado da actuação dos processos de meteorização que exploram mais activamente as fraquezas estruturais, muitas delas resultado da herança tectónica regional.

Quadro 2 - Geossítios do sector montanhoso do concelho de Viana do Castelo.

GEOSSÍTIOS	GEOFORMAS	INTERESSES
Estorãos	Topo aplanado da Serra de Arga	Geomorfológico Estrutural
Monte de Roques	Tor na Serra da Padela	Geomorfológico Estrutural
Monte de S. Silvestre	Bornhardt na Serra de Sta. Luzia	Geomorfológico Estrutural
Agros	Bloco granítico em bola na Serra da Padela	Geomorfológico Estrutural

Geoforma M1 - Topo aplanado da Serra de Arga que contrasta com o fundo do vale do Lima, cuja plataforma alcança, neste sector, uma largura de 5 km entre arribas (Fig. 23A). Os xistos que rodeiam o maciço granítico de Arga, criam um relevo de altimetria modesta, segmentado por linhas de água orientadas segundo direcções muito diversificadas. O alinhamento tectónico NW-SE (N160º), Gondar-Subportela-Fragoso (Casinhas), deverá justificar o desnível entre as superfícies aplanadas de Sta Luzia (549 m) e de Arga (vg. Bretial - 803 m).

Geoforma M2 - Tor no Monte de Roques, na Serra da Padela (Fig. 23B). Este relevo residual é definido pelo padrão de fracturação ortogonal subvertical que intercepta o diaclasamento subhorizontal. As direcções subverticais são coincidentes com as apuradas para os exutórios associados às pias da plataforma culminante de Roques. Relativamente à fracturação subhorizontal, a sua génese não está completamente esclarecida enfatizando-se a importância dos factores estruturais ou salientando-se a importância dos agentes climáticos (Twidale, 1982; Romani & Twidale, 1998), constituindo uma característica local importante, dada a profusão de rochas graníticas

que exibem pseudoestratificação. Adicionalmente, encontram-se traços de meteorização química do tipo tafoni.





Fig. 23 - (A) Vista sobre a Serra de Arga e o vale, a partir do Monte de Roques (localmente conhecido por Monte Santinho - Serra da Padela); (B) Tor na vertente do Monte de Roques. Altura média do afloramento, desde a base da geoforma, 4 metros.

Geoforma M3 - Inselberg do tipo bornhardt na vertente SE do Monte de S. Silvestre (Serreleis - Serra de Sta. Luzia) (Fig. 24A). Esta geoforma exibe paredes com inclinação moderada (60º) e contorno elíptico na base (32x18 metros). O eixo mais longo encontra-se alinhado segundo NW-SE (N130º), precisamente a direcção predominante entre as restantes famílias de alinhamentos detectados do corpo da estrutura $(N10^\circ; N50^\circ e N80^\circ)$. O facto das fracturas NW-SE exibirem traços de recristalização (movimentação em falha) e do topo sul do bornhardt mostrar esfoliação com a mesma direcção, reforça o comprometimento da tectónica no processo de formação do bornhardt, nomeadamente compressão horizontal (Romani & Twidale, 1998), previsivelmente segundo NE-SW. A proximidade do bornhardt da vertente do maciço de Sta. Luzia e a existência de geoformas de pormenor no seu topo, como as pias, reforça a evolução multietapa destas estruturas (Romani & Twidale, 1998), nomeadamente uma fase inicial, sub-aérea e a derradeira, com a exumação do bornhardt por recuo da vertente.

Geoforma M4 - Bloco granítico em bola desenvolvido na encosta da Serra da Padela, no lugar de Agros (Fig. 24B). Observam-se, em

primeiro plano, relíquias de etapas anteriores de esfoliação daquela geoforma, sendo possível identificar quer a frente activa, quer a amplitude do processo nas fases prévias, ainda preservadas. Na área envolvente está presente um sistema de pias bem desenvolvido, principalmente do tipo poltrona. Contrariamente ao que se observa noutros locais, como Montedor ou o Monte de Roques, aqui os exutórios são estruturas pouco presentes, apesar da intensa fracturação verificada. Esta constatação põe em evidência as hipótese do desmantelamento da vertente granítica tenha sido pouco intenso ou que a evacuação dos detritos tenha sido realizada sem recurso à escorrência por canais preferenciais.





Fig. 24 - (A) Bornhardt de Serreleis. Comprimento do eixo fotografado: 32 metros; (B) Esfoliação em bloco granítico (diâmetro na base, 3 metros).

3.3 DOMÍNIO ESTUARINO E PLATAFORMA ALUVIAL

O estuário do rio Lima desenvolve-se até à freguesia de Lanheses, com base em dados do projecto Limites dos Estuários de Portugal (INAG, 2001). Neste tramo o perfil longitudinal do Rio Lima apresenta um declive médio de 0,1% e o talvegue cifra uma cota nunca superior a 10 metros, correndo o rio em vale largo. O curso apresenta relativa sinuosidade, com curvas muito extensas e largas junto à foz, assumindo pontualmente direcções distintas, (sub)

coincidentes com alinhamentos tectónicos que o cruzam, de que é exemplo a descontinuidade Belinho - Lousados (Calheiros-Ponte de Lima), que obriga o Lima a inflectir para NE (N27º), na freguesia de Fontão e terá o mesmo efeito no Rio Neiva, no troço próximo a Pereira, a poucos quilómetros da foz (Carvalhido et al., 2009).

No troço terminal do Lima, entre a foz e Portuzelo, o rio apresenta um traço distintivo, que se materializa nas barras fluviais longitudinais, localmente conhecidas por ínsuas, descrevendo um padrão anastomosado. A barra fluvial mais evoluída - Ínsua Cavalar - alcança a extensão de 2 km e possui uma área aproximada de 50 ha. Estas formações, de natureza sedimentar, afloram no Rio Lima em diversas posições, nomeadamente central, mas também lateralmente às margens. No troço a montante, entre Portuzelo e Bertiandos (e até Ponte de Lima), o Rio Lima perde o padrão anastomosado, passando a correr em canal mais confinado, limitado a à largura de cerca de 300 metros entre margens, contrariamente à largura superior a 1000 metros com que se caracterizava o canal no tramo inferior. As barras fluviais longitudinais, que também estão presentes neste troço, afloram com características de extensão diferentes em relação às estruturas homólogas do troço vestibular, posicionando-se, a maioria, lateralmente em relação à margem do canal, raramente ultrapassando 200 metros de extensão.

As diferenças apontadas para os dois tramos do curso terminal do Lima - encaixe do sistema fluvial e tipologia das geoformas sedimentares aflorantes no curso - constituirão evidências que reforçam a assimetria do fenómeno de levantamento alpino a que também esta região tem estado sujeita, associado ao enquadramento em micro-blocos tectónicos. Propomos, com base nos dados apontados, que o bloco da Padela menor, a sul e o de Sta Luzia, a norte, por terem sofrido levantamento de maior amplitude que o de Galeão, terá originado um encaixe mais intenso do tramo Portuzelo - Bertiandos, comparativamente ao da foz, controlando, em parte, a

instalação de geoformas típicas de áreas rebaixadas como as zonas húmidas e as barras fluviais (Fig. 25).

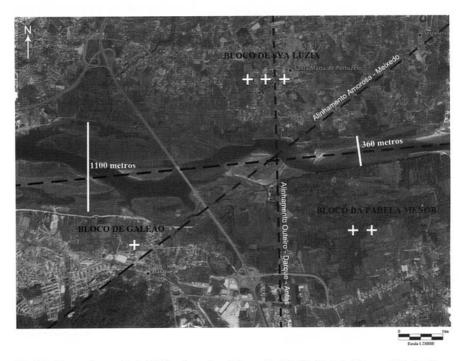


Fig. 25 - Enquadramento tectónico dos micro-blocos de Galeão, Padela Menor e Sta. Luzia.

Relativamente à planície aluvial que surge bem desenvolvida no troço Foz - Arcos de Valdevez, para desaparecer totalmente daí para montante, destaca-se o seu carácter assimétrico, materializado pela presença de zonas húmidas, como a de S. Simão e de S. Pedro, que ocorrem numa margem, sem correspondência na oposta. Os depósitos de terraço que marginam a diferentes altitudes o leito actual do Lima, são também indicadores de um desenvolvimento distinto dos relevos na margem esquerda e direita daquele rio. Relativamente a este último aspecto, de um total de cerca de 18 km² de depósitos de terraço aflorantes, verifica-se que na margem esquerda do Lima, a

área parcial de 12 km² se aproxima do dobro da área cartografada na margem norte (6,5 km²), reforçando o carácter menos expressivo do levantamento que o bloco sul (Galeão - Padela) sofreu em relação ao setentrional (Sta Luzia - Arga) (Fig. 26) (Carvalhido et al., 2009).

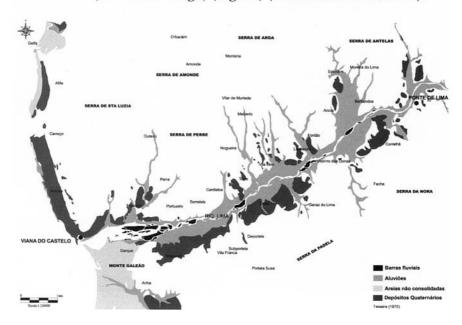


Fig. 26 - Afloramento de geoformas e rochas sedimentares no concelho de Viana do Castelo, tendo por referência Teixeira (1970).

Foram identificados e caracterizados quatro geossítios que melhor preservam e representam a evolução da paisagem geológica, no sector estuarino e na plataforma aluvial do concelho de Viana do Castelo (Quadro 3).

Quadro 3 - Geossítios do sector estuarino e plataforma aluvial do concelho de Viana do Castelo.

GEOSSÍTIOS	GEOFORMAS	INTERESSES
Capela de S. Lourenço	Unidade sedimentar superior do estuário	Estratigráfico Geoquímico
Seca (Darque)	Barras fluviais longitudinais do Rio Lima (ínsuas)	Geomorfológico Estrutural
S. Simão	Alvéolo de meteorização de Mazarefes (S. Simão)	Estratigráfico Sedimentológico
Sto. Ovídio	Alvéolo de meteorização de Bertiandos	Estratigráfico Paleontológico

Geoforma E1 - Afloramento da unidade sedimentar superior do estuário, no sector da Capela de S. Lourenço, que fica a descoberto durante a baixa-mar (Fig. 27A). Esta unidade essencialmente limo-argilosa (24% areia; 46% limo; 30% argila) contém macrorestos vegetais. Sob esta unidade, com cerca de 1 metro de espessura, os sedimentos são tendencialmente mais grosseiros, predominando a fracção arenosa, características semelhantes às referidas por Alves & Alves (1990).

Geoforma E2 - Troço terminal do estuário do Lima (Fig. 27B), onde se observam as ínsuas e as plataformas de inundação marginais, de elevada riqueza biológica, como a Veiga de S. Simão. Em segundo plano observa-se o extenso topo aplanado da Serra de Sta Luzia, que se desenvolve regularmente próximo dos 549 metros (vg. Sta Luzia).

Geoforma E3 - Sector terminal do Lima observado a partir da sua margem direita - Salinas (Fig. 28A), sendo possível observar o contraste altimétrico entre a superfície culminante do Monte Galeão, que se desenvolve a 160 m (vg. Faro de Anha) e a plataforma baixa de Mazarefes, que surge paralela ao Lima e parece estar associada





Fig. 27 - (A) Depósito limo-argiloso da Capela de S. Lourenço (área aflorante aproximada - 3500 m²); (B) Tramo terminal do Rio Lima, visto das salinas de Darque. Em último plano, a Serra de Sta Luzia.

à intercepção da fracturação de direcção ENE-WSW do Lima, com o alinhamento Amorosa - S. Simão (Mazarefes) - Arcos (Ponte de Lima). Esta descontinuidade é também aparentemente responsável pela delimitação a SE (N40º) da plataforma da Ola (+50 metros) em relação ao Monte Galeão (Fig. 21).

Geoforma E4 - Alvéolo de meteorização de Bertiandos, no sector a poente da Vila de Ponte de Lima, observado, por exemplo a partir do Miradouro de Sto. Ovídio (Fig. 28B). O alvéolo está controlado por alinhamentos tectónicos de direcção NNW-SSE, NE-SW e ENE-WSW (Fig. 29).





Fig. 28 - (A) Vista sobre a porção vestibular do vale do Lima, margem esquerda, desde a zona das Salinas, Meadela; (B) Vista sobre o alvéolo de Bertiandos, a partir do miradouro de Sto. Ovídio. Observa-se o curso do Lima e a inflexão em Fontão, segundo o direcção de fracturação NE-SW.

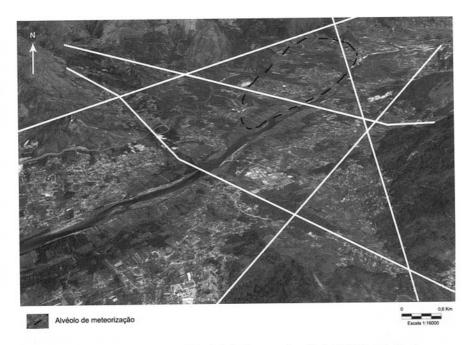


Fig. 29 - Enquadramento estrutural do alvéolo de meteorização de S. Pedro/Bertiandos.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu, até à data, identificar no concelho de Viana do Castelo, vinte e oito geossítios, distribuídos pelas três unidades geomorfológicas definidas: vinte geossítios no domínio costeiro; quatro geossítios no domínio montanhoso e quatro geossítios no domínio estuarino e de plataforma aluvial.

O seu reconhecimento e caracterização contribuiu para o esclarecimento dos traços gerais da paisagem geológica, definidos pela especificidade 1) das vertentes (geometria, declividade, altimetria da base); 2) da rede de drenagem (tipologia, direcção dos tramos, declividade, largura do canal e presença de formações sedimentares); 3) da compartimentação tectónica em macro e micro-

-blocos diferencialmente afectados pela neotectónica, influenciando o escalonamento do relevo entre as margens do Rio Lima, e entre a frente atlântica e o interior, a génese de plataformas embutidas nas principais arribas e de relevos do tipo horst e 4) de geoformas particulares associadas a sistemas de drenagem, como os alvéolos de meteorização. As macroformas identificadas, mostram inequívoca articulação e condicionamento com a rede de facturação local, apurada segundo os principais alinhamentos NE-SW, NW-SE, WSW-ENE e E-W.

Relativamente aos aspectos de pormenor - meso e microformas - embora não relacionados com os traços distintivos da paisagem, permitem clarificar processos e fenómenos geológicos de diferente magnitude, bem como aspectos do modelado de detalhe, constituindo testemunhos: 1) da oscilação e estacionamento do nível do mar, mediante os paleo-indicadores como os alvéolos de ouriço-do-mar; as sapas e as marmitas-de-gigante. As plataformas rochosas costeiras e os depósitos que conservam sedimentos depositados em diferentes paleoambientes, constituem indicadores de maior magnitude mas cuja interpretação também é essencial no esclarecimento das oscilações eustáticas. Também foram identificadas estruturas antrópicas que pelo seu fim podem dar indicações relativas no nível do mar à data da sua construção e uso - salinas, pavimentos antrópicos e insculturações; 2) da evolução do modelado granítico, nomeadamente os pavimentos (kluftkarren, pedunculados e ondulados - em rampa ou horizontais), os Tor, os Bornhardt, os blocos em bola, as formas em A (A-tent), o diaclasamento e a esfoliação; e 3) dos processos de evolução de vertentes, enfatizando-se as geoformas associadas ao processo de desmantelamento por recuo (meteorização sub-aérea e superficial, evacuação por escoamento difuso ou ordenado associado a alinhamentos estruturais, resultando na abundância diferencial de pias, exutórios e caneluras; a formação de depósitos de sopé piedmont).

Estes geossítios expressam a interacção entre os agentes geodinâmicos externos e o substrato rochoso. Os alinhamentos estruturais aparecem, sem excepção, associados às geoformas identificadas e apresentam-se coincidentes com as direcções dos grandes alinhamentos estruturais apurados ao nível regional. Constituem fraquezas estruturais, muitas delas resultado da herança tectónica regional e são responsáveis pela geração de corredores que os processos de meteorização exploram de forma mais activa, constituindo um importante factor na génese das geoformas de menor escala.

Os geossítios identificados e sucintamente caracterizados neste trabalho contém geoformas de diferente magnitude, desde micro a macroformas, possuindo principalmente valor geomorfológico, mas também tectónico, geoquímico, sedimentológico, estratigráfico e geocultural. Todos os locais e áreas apontadas estão dotados de interesse científico e a maioria apresenta potencial de valorização nos domínios didáctico e turístico. Apesar da maioria das geoformas não se apresentar ameaçada a curto-prazo, de dano ou destruição, algumas requerem rápidas e importantes medidas de conservação devido à sua vulnerabilidade. Assim, é importante proceder à sua protecção legal, nomeadamente no capítulo do resguardo da sua identidade físico-química e estrutural, limitando determinadas actividades humanas que possam colocar em causa, no futuro, a sua integridade.

Recomenda-se ao município de Viana do Castelo o reconhecimento da importância do processo de inventariação do património geológico, de que são exemplo as geoformas apresentadas neste trabalho. A sua classificação ao abrigo do Decreto-Lei n.º 142/2008 de 24 de Julho permitirá salvaguardar a conservação desta componente do património, fundamental para a compreensão da evolução geológica do concelho de Viana do Castelo.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado no âmbito da bolsa de doutoramento (SFRH/BD/16438/2004) e do projecto de investigação "Identificação, caracterização e conservação do património geológico: uma estratégia de geoconservação para Portugal" (PTDC/CTE-GEX/64966/2006), ambos financiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. A Câmara Municipal de Viana do Castelo cedeu os ficheiros altimétricos 1:10k e os ortofotomapas.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, C. B., 2008. Sítios que fazem história. Arqueologia do concelho de Viana do Castelo, Vol I: Da pré-história à Romanização. Câmara Municipal de Viana do Castelo, Viana do Castelo.
- ALVES, M.; 1995. Materiais Plio-Quaternários do Alto Minho. Produtos de meteorização e depósitos fluviais na bacia do rio Lima e região de Alvarães. Tese de doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, 277 p.
- ALVES, A.; 1996. Causas e processos da dinâmica sedimentar na evolução actual do litoral do Alto Minho. Tese de doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, 438 p.
- ALVES, C.M.I & ALVES, C.M.A., 1990. Os sapais do rio Lima (caracterização mineralógica-textural dos sedimentos. Actas del II Reunion del Cuaternário Ibérico. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, v.I, pp.181-189.
- BRILHA J., 2005. Património Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Palimage Editores, Viseu, ISBN: 972-8575-90-4, 190p.
- CARVALHIDO, R.; PEREIRA, D.; BRILHA, J., 2009. Inventariação do património geomorfológico do litoral do concelho de Viana do Castelo. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, nº VI (em publicação).

- CUFFEY, K.; MARSHALL, S., 2000. Substantial contribution to sea-level rise during the last interglacial from the Greenland ice sheet. Nature, Volume 404, Issue 6778, pp. 591-594.
- GARCÍA-AMORENA, I.; MANZANEQUE, F.; RUBIALES, J.; GRANJA, H.; CARVALHO, G.; MORLA, C., 2007. The late Quaternary costal forests of western Iberia: A study of their macroremains. Palaegeography, Palaeoclimatology, Palaeecology 254, p. 448-461. Elsevier.
- GARRIDO, F., 2003. Estudo Geoambiental da Faixa Litoral Norte do Concelho de Viana do Castelo. Tese de mestrado, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, 123 p.
- HENRIQUES, R., 2003. SEDMAC/SEDPC: programa informático de apoio à análise dimensional de
- populações detríticas. Ciências da Terra, Volume Especial, VI Congresso Nacional de Geologia, Faculdade e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, p40.
- INAG, 2001. Limites dos Estuários de Portugal. [Consult. 20-09-2008]. Disponível em WWW: http://www.maretec.mohid.com/>.
- LIMA, F., 2008. Proposta Metodológica para a Inventariação do Património Geológico Brasileiro. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, Braga.
- MACHADO, F., 1935. O teclado minhoto. Alto Minho, 1, Sep., Tipografia Gutenberg, Viana do Castelo.
- MEIRELES, J., 1991. As indústrias líticas pré-históricas do litoral minhoto (Portugal) no seu contexto cronoestratigráfico e paleoambiental. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Braga.
- PAMPLONA, J; 2001. Tectónica do antiforma de Viana do Castelo-Caminha (ZCI): regime de deformação e instalação de granitóides. Tese de doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga.
- POWERS, M., 1953. A new roundness scale for sedimentary particles. Journal of Sedimentary Research; June 1953; v. 23; no. 2; p. 117-119.
- RIBEIRO, I.; 2001. Deformação neotectónica pós-plistocénica na zona costeira entre os rios Minho e Ave. Tese de doutoramento, Dep. Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga.

- ROMANÍ, J. & TWIDALE, C., 1998. Formas y paisajes graníticos. Universidade da Coruña, Coruña, 411 p.
- SHEPARD, F., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay rations. Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, Okla. 24 (3): 151-158p.
- TEIXEIRA, C.; MEDEIROS, A.; COELHO, A., 1970. Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50000, folha 5A. Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, Lisboa.
- TWIDALE, C., 1982. Granite Landforms. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 372 p.