

Os traços geomorfológicos da área envolvente da Figueira da Foz e a evolução da paisagem durante o Pliocénico e o Plistocénico

Anabela Ramos¹, Pedro P. Cunha¹ & A. Gomes²

¹Dep. Ciências da Terra da Univ. Coimbra; IMAR – Centro Interdisciplinar de Coimbra; Grupo de investigação em Sistemas Sedimentares, Hidrodinâmicas e Transformações Globais; pcunha@dct.uc.pt; ana-baia@sapo.pt

Proj. PPCDT/CTE-GEX/58120/2004, aprovado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia e co-financiado pelo FEDER

²Dep. De Geografia da Univ. Porto; CEGOT - Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território; atgomes@netcabo.pt

Resumo: A área da Figueira da Foz apresenta um registo morfo-sedimentar e estrutural que documenta a existência de transformações na paisagem durante o Pliocénico e Plistocénico, destacando-se várias fases evolutivas: 1) No Pliocénico médio, uma importante invasão marinha atingiu áreas interiores situadas a 24km da actual linha de costa, constituindo os relevos definidos para leste, uma barreira eficaz à incursão marinha; 2) Ao atingir-se a situação de máximo nível do mar desenvolveu-se uma vasta plataforma abastecida pela progradação dos sistemas sedimentares existentes, nomeadamente, deltas e costas arenosas; 3) No Plistocénico inferior, provavelmente, iniciou-se o encaixe da rede de drenagem fluvial que deu lugar à formação de escadarias de terraços fluviais. Na escadaria presente na área vestibular do rio Mondego foram identificados seis níveis e as datações por luminescência efectuadas nos dois terraços mais espessos, levam a crer que se terão formado durante períodos de nível do mar elevado, com os máximos correspondentes a 200 e 120 mil anos; 4) A tectónica teve uma acção importante ao promover o soerguimento regional e o controlo local da drenagem, em resultado da movimentação de vários sistemas de falhas.

Abstract: The identified morpho-sedimentary record in the Figueira da Foz region documents several transformations of the landscape during the Pliocene and Pleistocene: 1) During the middle Pliocene times, an important marine transgression reached inland areas located 24km from the present coast, producing a large marine platform; the important relieves situated more to the east and southeast constituted an effective barrier to the marine incursion; 2) During the period of high sea-level, a vast coastal plain was developed by an important progradation of the sedimentary systems that mainly comprised deltas and sandy beaches; 3) Probably at the beginning of the Pleistocene, the fluvial network started to incise, leading to the formation of terrace staircases. Six levels were identified for the Mondego River, and the luminescence dating made on the two more developed terraces indicate that they were probably produced during the high sea-level periods ca. 200ka and 120Ka; 4) Tectonics played also a major role, producing regional uplift and local control of the drainage by several fault systems.

Palavras-chave: Cartografia geomorfológica, terraços, evolução da paisagem.

Keywords: Geomorphological cartography, terraces, landscape evolution.

1. Objectivos

Com o presente estudo pretendeu-se melhorar a interpretação geomorfológica da área que se desenvolve em redor do estuário do rio Mondego, em particular da sector compreendido entre a garganta de Lares e a Figueira da Foz, visando discriminar as etapas morfo-sedimentares que a rede fluvial experimentou desde o Pliocénico.

2. Metodologias

Os métodos utilizados tiveram como base a análise da cartografia geológica disponível à escala 1:50000 (Carta Geológica de Portugal, folhas 19-A e 19-C). Esta cartografia foi georreferenciada e manuseada em software SIG, incorporando toda a informação recolhida no terreno, com o auxílio de um gps. No campo, foram confirmadas e rectificadas as localizações dos diferentes depósitos sedimentares cartografados e, posteriormente, aperfeiçoada a sua caracterização sedimentológica. Mediante a geração de modelos digitais de terreno, modelos de iluminação oblíqua e da análise de fotografia aérea, definiram-se as formas existentes e que se destacam na paisagem, assim como as direcções dos principais lineamentos estruturais.

As idades, para os dois terraços fluviais (M4 e M5) foram determinadas por luminescência. O esboço geomorfológico de síntese, para o estuário do Mondego e vertente norte da Serra da Boa Viagem, integrou os dados resultantes da interpretação geomorfológica, dos levantamentos de cam-

po relativos à localização e características dos depósitos sedimentares, e dos lineamentos tectónicos identificados.

3. A área de estudo

A área alargada de estudo insere-se na bordadura atlântica definida pelos paralelos do Cabo Mondego e da Nazaré (figura 1A), onde afloram unidades sedimentares com idades compreendidas entre o Triásico e o Holocénico, compostas essencialmente, por rochas siliciclásticas e carbonatadas, e com afloramentos muito circunscritos de algumas rochas ígneas (figura 1B).

A faixa ocidental da região Figueira da Foz – Nazaré apresenta altitudes geralmente inferiores a 200m, sucessivamente menores para oeste. É uma planície costeira com fracos declives (figura 2) que tradicionalmente é denominada por Plataforma Litoral (Ferreira, 1978, 1983; Pereira, 1990; Araújo, 1991; Daveau, 1995; Dinis, 2004; Gomes, 2008). A interpretação corrente assume que ela representa uma superfície de agradação sedimentar que culmina uma sucessão sedimentar com idade provável pliocénica a plitocénica inicial, a partir da qual se terá realizado o encaixe da rede hidrográfica.

No relevo da área destaca-se topograficamente a Serra da Boa viagem (258m no v. g. da Bandeira) sobre a planície litoral. A sua imponente orográfica deve-se à sua constituição calcária (figura 1B), mas também como resultado de um processo de soerguimento recente. Corresponde, actualmente, a um relevo arqueado e inclinado para SE, escalo-

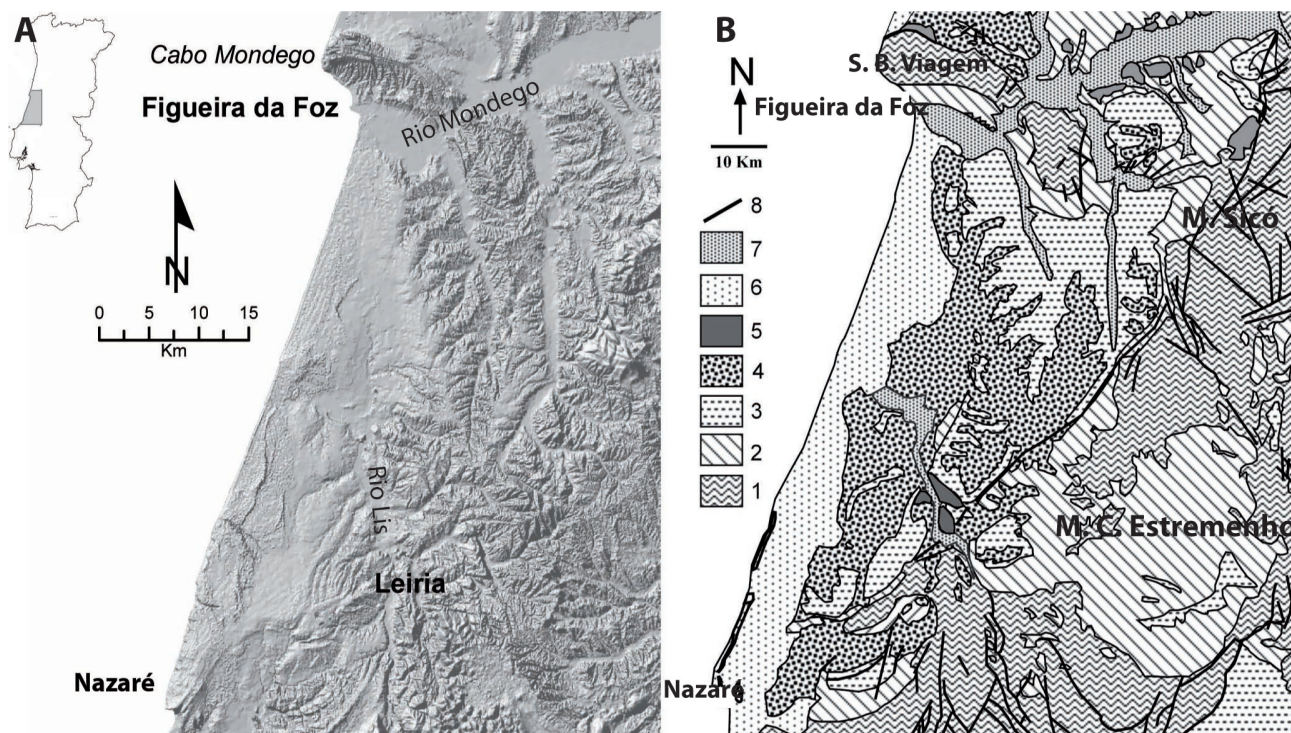


Figura 1 – A – Enquadramento da área de estudo, (modelo sombreado com sobrelevação vertical de 8x); B – Mapa geológico da região Figueira da Foz - Nazaré (adaptado da Carta Geológica de Portugal, esc. 1/500000). 1 – Triássico a Jurássico, 2- Cretácico, 3 – Paleogénico a Miocénico, 4 – Pliocénico, 5 – Plistocénico (terraços), 6 – Plistocénico sup. a Holocénico (dunas), 7 – Holocénico (aluviões), 8 – Falha.

nado por vários compartimentos tectónicos que definem um abatimento progressivo para leste (figura 3).

No sector oriental da região Figueira da Foz - Nazaré localizam-se os relevos mais elevados, com altitudes superiores a 500m e declives nos flancos, geralmente superiores a 15% (figura 2), constituídos por unidades calcárias e, minoritariamente, areníticas do Jurássico e Cretácico. Estes relevos delimitam a Plataforma Litoral a leste e a sul pelos conjuntos montanhosos que constituem o Maciço do Sicó e o Maciço Calcário Estremenho (figura 2).

Cunha (1988, 1990, 1993, 1997) definiu no Maciço do Sicó, de NE para SW, as seguintes unidades morfostruturais: 1) colinas dolomíticas, em faixa com orientação meridiana, onde os calcários dolomíticos e dolomias do Jurássico Inferior apresentam fraco pendor para oeste; 2) depressões resultantes do comportamento mais brando das formações calco-margosas do Jurássico Inferior; 3) serras calcárias que correspondem a um conjunto de serras e planaltos, modeladas em materiais do Jurássico Médio afectados por dobramentos e importantes falhas, onde o Maciço do Sicó constitui o elemento meridional do conjunto e também o relevo mais elevado (533m); 4) uma depressão marginal, a oriente das serras calcárias.

O Maciço Calcário Estremenho localiza-se um pouco mais a sul, formado por compartimentos soerguidos que culminam a altitudes moderadas (680m). A natureza predominantemente calcária das rochas que o compõem, contribui para a sua fisionomia particular, acentuando a imponência das escarpas e o desenvolvimento de uma morfologia cársica bem característica, no entanto, o fundamental da arquitectura do Maciço é devido à tectónica (Martins, 1949; Rodrigues, 2007).

Os cursos de água principais que drenam a região em estu-

do são o rio Mondego e o rio Lis.

4. Características geomorfológicas da área de estudo

São várias as formas que se individualizam na paisagem, quer as que resultam da actuação de processos fluviais, marinhos ou eólicos, quer as formas estruturais relacionadas

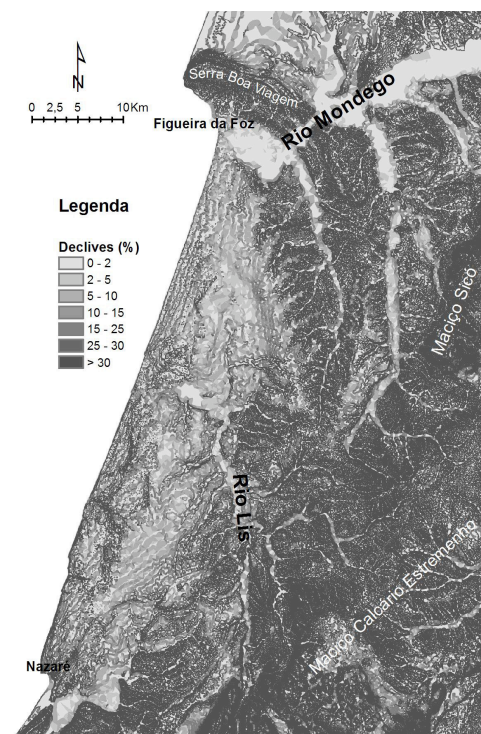


Figura 2 – Mapa de declives para a região entre a Figueira da Foz e a Nazaré.

com a litologia ou com a tectónica (Almeida, 1995, 1997; Ramos, 2000). Na figura 3 apresenta-se o esboço geomorfológico de síntese relativo à área envolvente ao estuário do rio Mondego e Serra da Boa Viagem.

4.1 - Formas estruturais

Escarpas

Ocorrem nas unidades calcárias, salientando-se a escarpa que limita a norte a Serra da Boa Viagem (figura 3). A sua imponência e desenvolvimento mantém-se graças à resistência dos calcários margosos do Bajociano que formam o topo do compartimento soerguido, e ao pendor para sul das bancadas sedimentares. Trata-se de uma escarpa mais ou menos rectilínea que alcança um maior declive na sua parte ocidental, tornando-se mais irregular e mais baixa para oriente. No lugar de Brenha esta forma dá lugar a uma vertente convexo-côncava e diminui a sua imponência orográfica.

Existem pequenas formas que, pelas suas dimensões, não têm representação do esboço geomorfológico apresentado na figura 3, das quais pequenas cornijas e cristas constituem bons exemplos. São formas de resistência, que se encontram associados aos calcários e que formam o topo das vertentes escarpadas. São constituídas por bancadas mais espessas e mais resistentes à erosão mecânica, como acontece nas bancadas de calcários margosos do Bajociano médio e do Batoniano inferior e, de grau menos acentuado, nos calcários margosos do Kimeridgiano inferior. A elevada resistência destas bancadas manifesta-se ao longo dos cursos de água, chegando mesmo a impor-lhes um padrão ortogonal.

Costeiras

Representam as formas que resultam da associação entre a estrutura monoclinial e a erosão diferencial, resultante da diferenciação litológica. É o caso das costeiras da Salmana, e de Bicanho (figura 3). Estas costeiras são cortadas por vales apertados cataclinais, simétricos e com vertentes muito abruptas.

O condicionamento estrutural nesta área está bem patente na organização da rede de drenagem que se desenvolve ortogonalmente, em relação à estrutura, particularmente, na vertente sul da Serra da Boa Viagem. Este facto será a resposta morfológica ao soerguimento tectónico que provocou a inclinação, em atitude monoclinial para sul, das unidades líticas daquela serra. No anticlinal de Verride, a sul, a rede hidrográfica surge quase toda desajustada em relação à estrutura muito fracturada do anticlinal, tendo-se desenvolvido epigenicamente (Almeida (1997). Verifica-se que as linhas de água com maior comprimento são aquelas que correm em vales de fractura.

Sobre as rochas carbonatadas os cursos de água tendem a ser em menor número e a adquirir um padrão que tende para uma disposição ortogonal ou rectangular.

Na rede hidrográfica que se desenvolveu nas unidades arenosas e argilosas (Jurássico Superior, Cretácico e Paleogénico-Miocénico) os cursos de água são, em geral, de pequeno comprimento e formam uma rede de drenagem densa, correspondente a um padrão dendrítico (Almeida, 1997).

No essencial, isto deve-se a menor resistência à erosão vertical, e em algumas litologias, também à fraca permeabilidade do substrato.

4.2 - Formas aluviais e fluviais

Superfície culminante do enchimento sedimentar

Trata-se da vasta superfície que culmina a unidade sedimentar atribuída ao Pliocénico (SLD 13 segundo Cunha *et al.*, 1993; representada na figura 3), disposta por vários retalhos aplanados. Apresenta altitudes de 80-90m na plataforma de Paião – Marinha das Ondas, 118-140m na plataforma de Abrunheira-Samuel, e cerca dos 250m no cimo da Serra da Boa Viagem.

Esta unidade de relevo corresponde à superfície de agradacção sedimentar realizada na planície costeira, a qual foi dissecada durante o processo de encaixe da rede hidrográfica e desnivelada pela movimentação tectónica.

Terraços fluviais

Nos vales associados aos principais cursos de água, identificam-se escadarias de terraços. No vale do Mondego, no troço entre a garganta de Lares (figura 3) e a foz, distinguiram-se vários níveis de aplanamento que representarão períodos de alargamento do vale e, por vezes, também de agradacção sedimentar (níveis M1, M2, M3, M4, M5 e M6; figura 3). Os terraços M5 e M4 são os que apresentam maior espessura de sedimentos. Uma amostra de areia colhida em Armazéns, no topo do nível M5, forneceu uma idade de 118 mil anos, por datação por luminescência opticamente estimulada (em quartzo); uma amostra de silte colhido no topo de M4, em Tentúgal, indicou idade ≥ 140 mil anos através de datação por termo-luminescência (medição por Nick Debenham - Quaternary TL Surveys, U.K).

No Baixo Tejo, os estudos mais recentes identificaram um máximo de seis terraços e obtiveram datações por luminescência dos quatro níveis inferiores (ex. Cunha *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2009).

Planícies aluviais

Compreendem vastos fundos aluviais estuarinos que se desenvolvem ao longo do rio Mondego (Cunha *et al.*, 1997, 2006), assim como, ao longo dos principais afluentes. Uma sondagem realizada, a cerca de 500m a SE de Lares, revelou 32m de espessura de aluviões e outra efectuada na Morraqueira, 40m (Rocha *et al.*, 1981); natureza das aluviões atravessadas mostrou ser estuarina.

Leques aluviais

Pequenos leques aluviais ocorrem, essencialmente, no extremo norte da Serra de Boa Viagem, tendo sido definidos por Almeida (1997), como “derrames torrenciais”, formando um “glacis” com um declive de 2° a 4° entre Quiaios e Murtinheira. Não são representáveis na escala do esboço da figura 3.

Vales

De acordo com Almeida (1997) os vales que sulcam a Serra da Boa Viagem, apresentam-se condicionados pelas unidades litológicas onde se desenvolvem. Nas unidades calco-

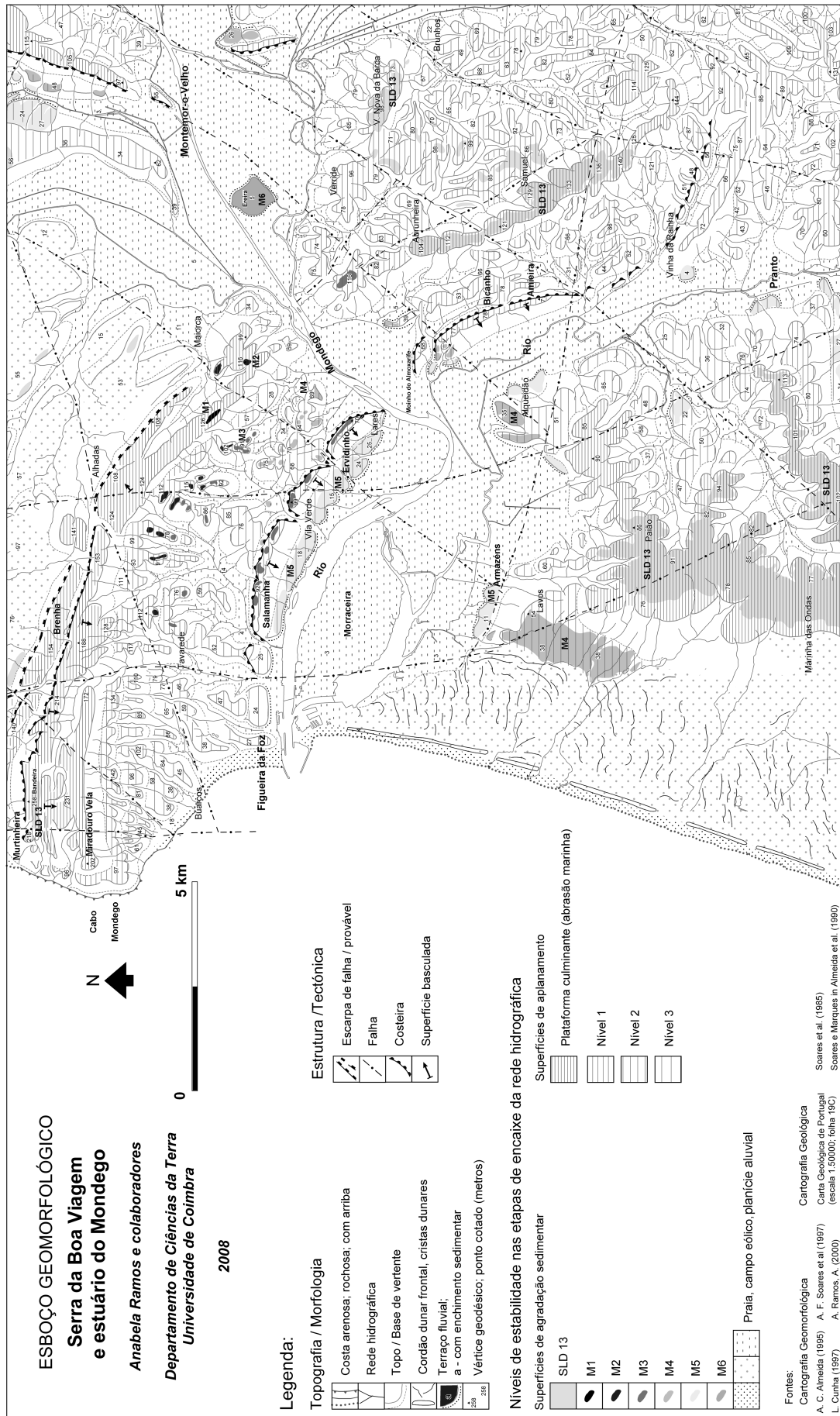


Figura 3 – Esboço geomorfológico da Serra da Boa Viagem e área envolvente da Figueira da Foz.

margosas dominam as formas transversais em berço, que são mais apertadas quando as linhas de água se encontram fortemente encaixadas. Sobre o substrato arenoso, o padrão morfológico dos vales revela alguma uniformidade. A maior parte apresenta um perfil longitudinal caracterizado por três sectores morfológicamente distintos: um sector superior, longitudinalmente côncavo e transversalmente largo; um sector intermédio, de vale em V, por vezes convexo longitudinalmente e com ressaltos na transposição de camadas mais duras; um sector inferior, com fundo plano e aluvial.

No vale do Mondego, a garganta de Lares corresponde a dois estrangulamentos do vale, respectivamente em calcários do Jurássico Médio e do Cretácico (Almeida *et al.*, 1990; Soares *et al.*, 1989; Ramos, 2000).

4.3 – Formas marinhas

Plataformas de abrasão marinha

Na área do Cabo Mondego foram identificados vários níveis de plataforma de abrasão marinha (figura 3):

- A plataforma que constitui o topo do relevo calcário, a uma altitude de 200-220m e inclinada a oriente para ESE. Nela, destaca-se uma ligeira elevação que corresponde ao vértice geodésico da Bandeira, onde a serra atinge a sua cota máxima de 258m. Esta plataforma tem sido considerada como uma forma herdada do Pliocénico (Almeida, 1995; Ramos & Cunha, 2004). De um modo geral, as colinas gresosas que se desenvolveram a partir do arrasamento marinho pliocénico, apresentam vertentes de perfil muitas vezes convexo-rectilíneo, quando o material subjacente pertence à Formação de Bom Sucesso (Manuppela *et al.*, 1976), e vertentes mais suaves e de perfil convexo-côncavo se o substrato pertence à Formação de Figueira da Foz (Dinis, 1999);

- Uma plataforma, a cerca dos 90-100m de altitude, junto ao Farol do Cabo Mondego. O depósito marinho que assinala a praia antiga desenvolve-se na base de uma arriba fóssil que materializa a posição da coeva linha de costa localizada, aproximadamente, a 190 metros para leste da linha de costa actual (Soares *et al.*, 1993, 2007).

- Uma plataforma mais baixa que no sector sul do Cabo Mondego está representada aos 8-10m, sendo apontada como o testemunho provável do nível de Praia da Murtinheira (extremo norte do Cabo Mondego), que para este local-tipo se apresenta aos 2-8m de altitude (Soares *et al.*, 1989, 1993).

Arribas

O Cabo Mondego culmina aos 202m de altitude no miradouro da Vela. Na vertente ocidental apresenta um perfil convexo, interrompido pela plataforma dos 90-100m que se liga a uma arriba fóssil já referida. Toda a frente costeira do Cabo Mondego constitui actualmente, uma arriba activa.

Praias

As praias arenosas definem uma faixa extensa ao longo do litoral, quer para norte do Cabo Mondego, quer entre o Cabo Mondego e a Figueira da Foz, que depois se prolonga para sul. Na área do Cabo Mondego as praias são mais

estreitas e apresentam sedimentos cascalhentos, intercalando-se com sectores onde dominam os afloramentos rochosos.

4.4 – Formas eólicas

Existem campos dunares, respectivamente, a norte da Serra da Boa Viagem (Carvalho, 1964; Almeida, 1995; Noivo, 1996; Danielsen, 2008) e a sul do Mondego (André, 1994, 1996, 1997; André *et al.*, 2001). Cada campo é constituído por um cordão dunar longitudinal e uma área interior com um predomínio de dunas longitudinais de orientação geral WNE-ESSE estabilizadas por vegetação.

4.5 - Formas Cársicas

As lapiás são formas cársicas superficiais que, na área, se mostram como lapiás enterradas (Cunha, 1988) ou parcialmente exumadas. O arredondamento, ou mesmo inexistência de arestas resulta da actuação prolongada e mais agressiva das águas retidas nas areias que as colmatam e dos ácidos provenientes da vegetação aí existente (Almeida, 1995, 1997). Diversas formas cársicas superficiais (dolinas, lapiás, etc.) foram identificadas em formações calcárias do Jurássico Médio (Almeida, 1995). Lapiás estão também presentes nos calcários cretácicos da Salmanha, Serras do Pessoa e Lares, Amieira e Bicanho (Ramos, 2000).

5. Interpretação do condicionamento morfológico pela tectónica

No estudo da tectónica que afectou a região, foi usada a designação de “lineamento” sempre que na superfície topográfica, curso de água ou alinhamento de nascentes se identificaram segmentos de recta com comprimento possível de serem assinalados à escala de trabalho. Os lineamentos foram identificados recorrendo a vários tipos de dados e interpretações: modelos digitais de terreno, modelos sombreados com iluminação oblíqua (315°), análise de fotografia aérea vertical, análise dos padrões de drenagem e comparação com as falhas assinaladas nas cartas geológicas. Com base nos dados obtidos obtiveram-se os seguintes sistemas de lineamentos principais:

- Sistema N-S a NNW-SSE, com inflexões do traçado, formando degraus desigualmente desnivelados como se verifica na plataforma culminante do topo da Serra da Boa Viagem;

- Sistema NNE-SSW, bem representado em Maiorca e Montemor-o-Velho e que terá provocado o desnível da plataforma da Abrunheira. Este sistema intersecta a sul um lineamento WNW-ENE que poderá ser responsável no estuário pelo desnivelamento dos terraços, particularmente evidente entre os níveis M4 e M5, em Vila Verde, Lares, Alqueidão e Armazéns.

Um lineamento NE-SW que contribuiu para a deformação da Serra da Boa Viagem, como se verifica nas imediações de Allhadás.

6. Síntese da evolução geomorfológica durante o Pliocénico e Plistocénico

Tendo em conta os traços sedimentares e geomorfológicos da região entre a Figueira da Foz e a Nazaré podem ser identificadas as seguintes fases evolutivas:

- Segundo Cunha *et al.* (1993) há cerca de 3,5Ma, com o nível do mar mais elevado do que o actual (Dowsett *et al.*, 1996), ocorreu uma importante invasão marinha que atingiu áreas tão interiores como Soure, Pombal e Leiria (a 24km da actual costa). Desenvolveu-se uma vasta plataforma de abrasão marinha, por progressiva erosão do substrato arenoso e calcário. Os relevos definidos a oriente pelo Maciço do Sicó e Maciço Calcário Estremenho, já teriam significativo desenvolvimento e constituíram uma eficaz barreira à incursão marinha.

- Ao atingir-se a situação de máxima inundaçãõ marinha, desenvolveu-se um extenso litoral arenoso abastecido por vários sistemas deltaicos definidos pelos sistemas hidrográficos precursores dos principais cursos de água actuais (Ramos & Cunha, 2004). A abundância no acarreo de sedimentos ao litoral resultou de um clima quente e húmido que promovia uma intensa meteorizaçãõ química (caulinizaçãõ) da área-mãe, bem como a sua erosãõ e transporte em vales largos drenados por cursos de água perenes e com elevado caudal. O intenso assoreamento conduziu a uma progradaçãõ, para oeste, dos sistemas siliciclásticos costeiros. A superfície culminante de agradaçãõ sedimentar, caracterizada no presente trabalho, representa a última fase de enchimento desta planície costeira.

As características morfológicas permitem inferir que se seguiu um progressivo encaixe da rede hidrográfica, que se foi hierarquizando e desenvolvendo. Ocorreram reorganizações da drenagem em funçãõ da anisotropia litológica do substrato e da simultânea actividade tectónica. Num contexto de progressivo levantamento regional, o escavamento fluvial não foi contínuo pois ocorreram períodos de alargamento dos vales fluviais, e mesmo de sedimentaçãõ (representados pelos depósitos de terraço e pelo enchimento aluvial holocénico), que devem corresponder com períodos de alto nível do mar, i.e., durante os interglaciários.

7. Conclusões

A área estudada apresenta diversificadas morfologias, com carácter estrutural (litológico e tectónico), fluvial, marinho ou eólico, cuja análise sustenta a interpretação dos processos geológicos coevos e da evoluçãõ da paisagem.

Esta região costeira é dominada por uma planície correspondente à conservaçãõ da superfície culminante do enchimento sedimentar da bacia, embora dissecada pela incisãõ da rede hidrográfica e desnivelada pela tectónica.

Nos cursos de água principais identificam-se escadarias de terraços. No sector vestibular do rio Mondego, distinguiram-se seis níveis de terraço. Atendendo a duas datações por luminescência, é provável que os dois mais espessos terraços do Mondego (níveis M4 e M5) correspondam com os períodos de alto nível do mar com máximos, respectivamente, aos 200 e 120 mil anos.

Inferese uma significativa actividade tectónica pós-pliocé-

nica, expressa por um soerguimento regional, mais elevados relevos que marginam a planície litoral. A superfície culminante do enchimento sedimentar encontra-se desnivelada em compartimentos delimitados por lineamentos ou escarpas com direcções principais N-S, NE-SW e NNW-SSE.

Referências bibliográficas

- Almeida, A. C. 1995. Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem. Uma abordagem ecológica da paisagem. Tese de doutoramento; Faculdade de Letras, Univ. Coimbra, 305p.
- Almeida, A.C. 1997. Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem. Uma abordagem ecológica da paisagem, Colecção Textos, Univ. de Ciências Sociais e Humanas, Lisboa, 321p.
- Almeida, A. C.; Soares A. F.; Cunha L. e Marques, J. F., 1990. Proémio ao estudo do Baixo Mondego. *Biblos*, LXVI, Coimbra, pp.17-47.
- André, J. N. 1994. Morfologia Dunar entre o Rio Mondego e o Ribeiro de S. Pedro de Muel – Fixaçãõ e Evoluçãõ Actual. II Cong. da Geografia Portuguesa, Actas, Coimbra, 16p.
- André J. N. 1996. Breve nota sobre o recuo da linha de costa e a intervençãõ humana a sul da Figueira da Foz. *Territorium*, pp. 57-58.
- André, J. N. 1997. Evoluçãõ Histórica da Faixa Costeira de Região de Leiria, III Colóquio sobre a História de Leiria e da sua Região, Actas, Leiria, 21p.
- André, J.N., Rebelo, F., Cunha, P.P., 2001. Morfologia dunar e movimentaçãõ de areias entre a lagoa da Ervedeira e o limite sul da Mata Nacional de Leiria. *Territorium* 8, 51-68.
- Araújo, M.A. 1991. Evoluçãõ geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto. Dissertaçãõ de Doutoramento, Faculdade de Letras da Univ. Porto, 534 pp.
- Carvalho, G. S. 1964. Areias da Gândara (Portugal) – uma formaçãõ eólica Quaternária. *Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências*, 81, 4ª sér., Porto, pp.7-32.
- Cunha, L. 1988. As Serras Calcárias de Condeixa – Sicó – Alvaiázere. Estudo de Geomorfologia. Tese de Doutoramento. Faculdade de Letras. Univ. Coimbra, 329p.
- Cunha, L. 1990. As Serras Calcárias de Condeixa-Sicó-Alvaiázere; Estudo de Geomorfologia, Col. Geografia Física, 1, Coimbra, 329 p.
- Cunha, L. 1993. A paisagem cársica das Serras Calcárias de Condeixa-Sicó-Alvaiázere. Alguns argumentos a favor da sua protecçãõ. *Algar*, 4, Lisboa, pp.3-12.
- Cunha, L. 1997. Alguns problemas geomorfológicos no sector oriental do Baixo Mondego. O confronto de morfologias nas áreas de Coimbra e de Condeixa. Actas do Seminário “O Baixo Mondego - Organizaçãõ Geosistémica e Recursos Naturais”. Coimbra, pp.41-49.
- Cunha, P.P.; Pinto, J. & Dinis, J.L., 1997. Evoluçãõ da fisiografia e ocupaçãõ antrópica na área estuarina do Rio Mondego e região envolvente (Portugal centro-oeste), desde 1947. *Territorium*, 4, pp. 99-124.
- Cunha, P.P.; Martins, A.A.; Huot, S.; Murray, A. & Raposo, L. 2008. Dating the Tejo River lower terraces in the Ródão area (Portugal) to assess the role of tectonics and uplift. *Geomorphology*, 102, 43-54.
- Cunha, P.P.; Barbosa, B.P. e Reis, R. P. 1993. Synthesis of the Piacenzian onshore record, between the Aveiro and Setúbal parallels (western portuguese margin). *Ciências da Terra, Univ. Nova de Lisboa*, 12, pp.35-43.
- Cunha, P.P.; Campar, A.; Ramos, A.; Cunha, L. & Dinis, J., 2006. Geomorphology and coastal dynamics of the Figueira da Foz region. In Portugal: coastal dynamics, Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Vol. IV, Lisboa, pp. 35-46.
- Danielsen, R., 2008. Palaeoecological development of the Quiaios-Mira dunes, northern-central littoral. Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology* 152 (1-2). 74-99.
- Daveau, S. 1995. Portugal Geográfico, Ed. J. Sá da Costa, Lisboa.
- Dinis, J. 1999. Estratigrafia e sedimentologia da Formaçãõ da Figueira Foz – Aptiano a Cenomaniano do sector norte da Bacia Lusitaniana. Dissertaçãõ de Doutoramento, Univ. Coimbra, 381 pp.
- Dinis, P. 2004. Evoluçãõ Pliocénica e Quaternária do Vale do Cértima. Dissertaçãõ de Doutoramento, Univ. Coimbra, 351p.
- Dowsett, H.J.; Barron, J.A. & Poore, R.Z. 1996. Middle Pliocene sea surface temperatures: a global reconstitution. *Marine Micropaleontology*, 27, pp.13-25.

- Ferreira, A. Brum 1978. Planaltos e Montanhas do Norte da Beira - Estudo de Geomorfologia. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 4, 379 pp.
- Ferreira, A. Brum 1983. Problemas da evolução geomorfológica quaternária do noroeste de Portugal. Cuadernos do Laboratorio Xeológico de Laxe, 5, pp. 311-332.
- Gomes, A. T. 2008. Evolução Geomorfológica da Plataforma Litoral entre Espinho e Águeda. Dissertação de Doutoramento, Univ. do Porto, 339p.
- Manuppela, G.; Rocha, R. e Soares, A. F. 1976. Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 19-C - Figueira da Foz, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Martins, A., Cunha, P., Huot, S., Murray, A., Buylaert, J., 2009. Geomorphological correlation of the tectonically displaced Tejo river terraces (Gavião-Chamusca area, Portugal) supported by luminescence dating. Quaternary International, doi:10.1016/j.quaint.2009.01.009.
- Martins, F. 1949. Maciço Calcário Estremenho. Contribuição para um estudo de Geografia Física. Dissertação de Doutoramento, Univ. Coimbra, 248p.
- Noivo, L.M., 1996. Morfologia e dinâmica sedimentar das dunas de Quiaios, Portugal. Tese de Mestrado, Univ. Aveiro, 169 p.
- Pereira, A.R. 1990. A Plataforma litoral do Alentejo e do Algarve Ocidental. Dissertação de Doutoramento, Univ. de Lisboa, 450p.
- Ramos, A. 2000. Organização e significado dos depósitos mais recentes do estuário do rio Mondego. Dissertação de Mestrado. Univ. Coimbra, 200p .
- Ramos, A. & Cunha, P.P. 2004. Facies associations and palaeogeography of the zancleanpiacenzian marine incursion in the Mondego cape-Nazaré area (onshore of Central Portugal). Abstracts book, 23rd International Meeting of IAS, Coimbra, p. 227.
- Rodrigues, M.L. 2007. O Património Geomorfológico e o Maciço Calcário Estremenho. Simp. Ibero-Am. sobre Patrim. Geol., Arqueol. e Min. em Regiões Cársicas, Batalha, 2 p.
- Soares, A.F.; Marques, J.F. & Rocha, R.B. 1985. Contribuição para o conhecimento geológico de Coimbra. Memórias e Notícias, Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, v. 100, Coimbra, pp.41-72.
- Soares, A.F.; Cunha, L.; Marques, J.F. 1989. Depósitos quaternários do Baixo Mondego. Tentativa de coordenação morfogenética. Actas II Reunião do Quaternário Ibérico, Madrid, pp. 803-812.
- Soares, A.F.; Cunha, L.; Marques, J.F.; Almeida, A.C. & Lapa, M. R. 1993. Depósitos de vertente do Cabo Mondego - Integração no modelo evolutivo do Quaternário do Baixo Mondego. Actas III Reunião do Quaternário Ibérico, Coimbra, pp.199-208.
- Soares, A.F.; Cunha, L.; Marques, J.F. 1997. Les tufs calcaires de Condeixa. Présentation générale et encadrement dans le modèle géomorphologique de l'évolution de la région du Bas Mondego (Portugal). Étude Géog. Physique, suppl. 26, pp. 55-58.
- Soares, A.F., Callapez, P.M., Marques, J.F., 2007. The Farol Deposit (Depósito do Farol) - a Pleistocene beach deposit from Cape Mondego (Figueira da Foz, West central Portugal), Ciências da Terra, 163-173.

Cartografia de apoio

- Carta Militar de Portugal, 1:25000, folhas nº 227-B, 228, 229, 238-A, 239, 240, 248-B, 249, 250, 260, 261, 262, 272, 273, 274, 284, 285, 286, 296, 297, 298, 306-B, 307, 308, 309, 316, 317, 318 e 319, Instituto Geográfico do Exército, Lisboa.
- Carta Geológica de Portugal, 1: 50000, folhas nº 19-A, 19-C, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Carta Geológica de Portugal, 1:500 000, folha nº 1, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa,1992