

## **CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA APLICADA AO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO ÁREA DA FIGUEIRA DA FOZ – NAZARÉ (PORTUGAL CENTRAL)**

Anabela Martins Ramos  
Universidade de Coimbra  
ana-baia@sapo.pt

Lúcio Cunha  
Universidade de Coimbra  
luciogeo@ci.uc.pt

Pedro Proença Cunha  
Universidade da Coimbra  
pcunha@dct.ci.uc.pt

### **EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIAS HIDROGRÁFICAS, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL**

#### **Resumo**

A plataforma litoral definida entre a Figueira da Foz e a Nazaré apresenta uma altitude inferior a 200 m com fraco declive para oeste. Constitui uma importante unidade geomorfológica delimitada respectivamente a norte, a leste e a sul, pelos relevos calcários do arco Serra da Boa Viagem - Verride e dos Maciços de Sicó e Estremenho. Estes caracterizam-se por declives elevados e altitude superior a 200 m. O encaixe quaternário da rede hidrográfica determinou a existência de importantes vales que compreendem os sectores distais das bacias hidrográficas do Mondego e do Lis. A área apresenta uma notável diversidade geomorfológica e, regionalmente, podemos distinguir seis unidades territoriais que, dadas as características dos sistemas naturais ou o modo como neles se faz a implantação e desenvolvimento das actividades antrópicas, determinam paisagens diversas, encerram distintos valores patrimoniais e configuram diferentes territórios de risco: as serras calcárias, as colinas gresosas, as planícies aluviais, a planície litoral, a linha de costa e faixa litoral e as estruturas neotectónicas. A elaboração de cartografia geomorfológica de pormenor revelou-se um importante instrumento para a identificação e localização precisa da multiplicidade de formas que se fazem realçar na paisagem, na identificação de elementos patrimoniais e de locais ricos em recursos minerais não metálicos, bem como na preparação de mapas de susceptibilidade a processos geológicos e geomorfológicos perigosos.

**Palavras chave:** Plataforma litoral; Geomorfologia; Património geomorfológico; Riscos naturais; Suscetibilidade.

#### **Abstract**

The coastal plain located between Figueira da Foz and Nazaré (western central Portugal) has a general low slope towards west, with altitudes below 200 m, and constitutes an important geomorphological unit that is usually called "Littoral Platform". At north, east and south, the platform is limited by the limestones relieves of the Serra da Boa Viagem – Verride arc, Sicó Massif and Estremenho Massif. These relieves are characterized by high slope values and altitude > 200 m. The fluvial incision produced narrow valleys, that in the study area comprise the distal sectors of the Mondego and Lis drainage basins. Regionally six territorial units were distinguished which, given the characteristics of the natural systems and the development of human activities, determine different areas of risk: the limestone hills, sandy hills, floodplains, coastal plain, littoral and the probable neotectonic structures. The limestone hills are particularly sensitive to geomorphological risks (landslides), the sandy hills are

vulnerable not only to geomorphological risks (landslides, streams, erosion by land and water) but also to forest fires, alluvial plains are vulnerable to floods and flooding, coastal plain and its field of eolian dunes vulnerable to forest fires, the coast with high vulnerability to erosion of different types according to morphology of the coast and, finally, the probably active tectonic structures, particularly those that are related to diapiric structures, are a source of seismic risk. The detailed geomorphological maps created were a very important tool for the localization and identification of the mineral resources outcrops and to improve the susceptibility maps also created.

**Keywords:** Coastal plain; Geomorphology; Natural risks; Geoheritage; Susceptibility.

## 1. Introdução e Objetivos

Com este trabalho pretende-se realizar cartografia geomorfológica numa escala que permita a sua aplicação ao ordenamento do território, tanto no que se refere à inventariação de recursos, como à identificação de diferentes unidades territoriais de risco, numa área localizada na Orla Ocidental do Portugal central, entre o Cabo Mondego e a Nazaré (figura 1). Dada a relevância crescente (científica, económica, social, mediática e política) dos riscos naturais para a sociedade, tem todo o interesse a adopção de estratégias de actuação, nomeadamente de mecanismos de precaução e medidas de prevenção, capazes de minimizar perdas e danos económicos e sociais, à escala local. É neste sentido que se pretende realizar um estudo de Geomorfologia numa perspectiva multidisciplinar, com enfoque nas implicações do ordenamento do território, usando como metodologias a análise de campo e o desenvolvimento de técnicas ligadas aos sistemas de informação geográfica (SIG) para melhorar o conhecimento do papel que os processos geomorfológicos desempenham na construção, configuração e dinâmica actual dos diferentes sectores da Plataforma Litoral e relevos adjacentes.

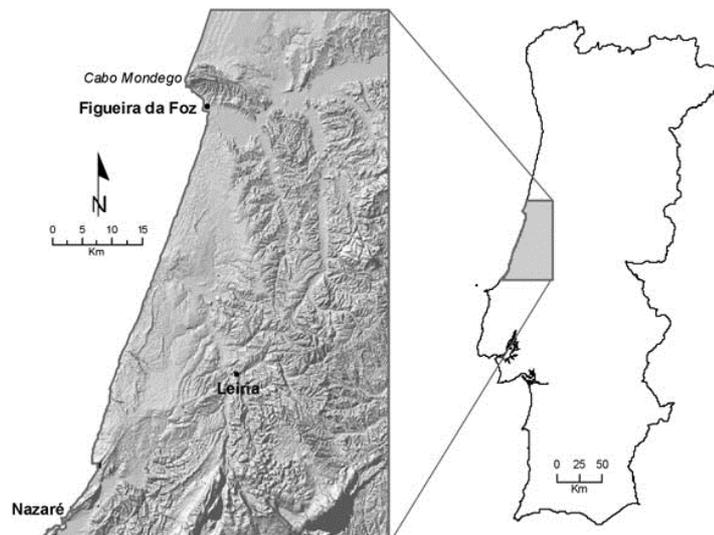


Figura 1. Localização da área de estudo.

Na área de estudo podemos distinguir duas grandes unidades morfo-estruturais: uma, a ocidente, que corresponde à plataforma litoral, uma planície costeira com suaves declives para oeste, sendo tradicionalmente denominada Plataforma Litoral (Ferreira, 1978, 1983; Pereira, 1990; Araújo, 1991; Daveau, 1995; Dinis, 2004; Gomes, 2008); a outra, em jeito de arco, compreende, respectivamente, o

alinhamento da Serra da Boa Viagem – Verride, a norte, o Maciço de Sicó, a leste, e o Maciço Calcário Estremenho, a sul. Nestes relevos calcários registam-se as maiores altitudes e os declives mais acentuados.

A área em análise é drenada por dois cursos de água principais, o rio Mondego e o rio Lis, e respectivos afluentes.

São muitos os trabalhos realizados por diferentes autores sobre a geomorfologia desta região. Almeida *et al.* (1990) apresentam um esboço geomorfológico da região do Baixo Mondego, em que definem as principais unidades geomorfológicas. Almeida (1997) apresenta as principais unidades morfo-estruturais com incidência na paisagem da Gândara, Quiaios e Serra da Boa Viagem e Alhadas. Na zona envolvente do estuário do rio Mondego, Ramos (2000) e Ramos *et al.* (2001) apresentam um esboço geomorfológico em que evidenciam a relação forma-depósito, que aplicam aos depósitos de terraço mais recentes do Mondego. Em 2002, Lúcio Cunha apresenta, nas Provas de Agregação, o Mapa Geomorfológico do Baixo Mondego. Este autor tem vindo a desenvolver trabalhos que têm contribuído para o conhecimento da geomorfologia e estrutura do Maciço de Sicó (Cunha, 1988; 1990; 1993; 1997). Cunha (1990) define o Maciço de Sicó como um dos principais maciços calcários carsificados da Orla Mesocenozóica Ocidental Portuguesa e que corresponde a um conjunto pouco elevado (Sicó, 553 m; Alvaiázere, 618 m) de serras e planaltos calcários que se estendem por cerca de 430 km<sup>2</sup> a sul de Coimbra. O Maciço Calcário Estremenho (MCE) está localizado no centro de Portugal, a cerca de 20 km do Oceano Atlântico, sendo formado por compartimentos levantados que atingem altitudes moderadas (max. 680 m); os esforços tectónicos são responsáveis pelas unidades morfoestruturais do MCE, compostas por três relevos em estrutura anticlinal: Candeeiros, Aire e Alqueidão; dois planaltos: Sto. António e S. Mamede (incluindo a Plataforma de Fátima); duas grandes depressões: Minde-Alvados e Mendiga; um alinhamento diapírico alongado entre Rio Maior e Batalha, que passa na Portela de Vale de Espinho e em Porto de Mós (Martins, 1949; Rodrigues, 2007). Foram também efectuadas por Ramos (2008) as cartas geomorfológicas de pormenor dos estuários do Rio Mondego e Lis.

Considerando a importância da tectónica na evolução morfoestrutural da área, são ainda de referir as interpretações de Ribeiro *et al.* (1996), Cabral e Ribeiro (1988) e Cabral (1995).

## 2. Modelo Conceptual

A problemática da análise do património geomorfológico e do seu significado em termos de ordenamento do território é de tratamento recente em geociências, pelo que se verifica ainda alguma ambiguidade ou pelo menos imprecisão de conceitos. Património geomorfológico, geossítios, geomorfossítios e locais de interesse geomorfológico, assim como monumentos geomorfológicos são expressões utilizados como sinónimos sem verdadeiramente o serem. Podemos definir património geomorfológico como formas de relevo ou depósitos correlativos que, pelo seu valor estético, pelas suas características de raridade, singularidade ou representatividade de determinados processos, bem

como pelo seu interesse científico, pedagógico e didático ou pelo significado cultural de que se reveste, merece ser preservado, divulgado e valorizado.

Para a criação de um modelo de análise de riscos naturais convém, antes de mais, que sejam esclarecidos, de forma breve mas clara, os conceitos que lhe servem de base, nomeadamente, os conceitos de risco, perigosidade, susceptibilidade e vulnerabilidade, entre outros. Tratando-se de uma área de desenvolvimento recente e de forte cariz interdisciplinar que, por isso, recebe contributos de diferentes áreas científicas, impõe-se esta clarificação dos conceitos envolvidos na análise dos diferentes tipos de riscos, que está também bem patente, por exemplo, em Bachmann e Allgöwer (1999), Zêzere (2000), Cunha e Dimuccio (2002).

Aceitamos, assim, que o conceito de **risco** envolve a relação entre a **perigosidade**, que corresponde à probabilidade de ocorrência temporal (eventualidade) e espacial (susceptibilidade) de um fenómeno potencialmente danoso, e a **vulnerabilidade** que, num sentido muito lato, corresponde ao nível de consequências previsíveis sobre a sociedade desse fenómeno e que pode ser decomposto em três componentes principais: população exposta, valor dos bens potencialmente afectados e vulnerabilidade social.

De seguida define-se cada um dos conceitos utilizados no modelo conceptual que seguimos, de acordo com as propostas de Julião *et al.* (2009):

Susceptibilidade – Representa a propensão para uma área ser afectada por um determinado processo perigoso, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos factores de predisposição para a ocorrência dos processos ou acções, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência.

Perigosidade – Corresponde à probabilidade de ocorrência de um processo ou acção com potencial destruidor (ou para provocar danos) com uma determinada severidade, numa dada área e num dado período de tempo.

Vulnerabilidade – Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo perigoso.

Risco – Probabilidade de ocorrência de um processo perigoso (Perigosidade) e respectiva estimativa das suas consequências sobre pessoas e bens ou sobre o ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, directos ou indirectos (Vulnerabilidade).

### 3- Metodologia

Dar-se-á ênfase a uma abordagem multidisciplinar nos domínios da geomorfologia costeira, geomorfologia cársica, geomorfologia de vertentes, da hidroclimatologia, da cartografia geomorfológica aplicada (na óptica do ordenamento do território e com forte recurso à detecção remota e aos SIG) e de técnicas de campo/laboratório correntemente utilizadas em Geomorfologia, Sedimentologia e Estratigrafia.

Com base em trabalho de campo, dados de fotografias aéreas, imagens de satélite, cartas topográficas e geológicas, recolher-se-á informação que será integrada, através de SIG, em layers: hipsometria, declives, litologia, hidrografia (figura 2), as quais contribuirão para o estabelecimento de Cartografia Geomorfológica Detalhada com representação às escalas 1/120.000, a partir da qual será elaborada uma Carta Geomorfológica Derivada com aplicação ao Ordenamento do Território, tendo em conta a aptidão e os condicionamentos dos territórios *versus* os seus usos actuais e potenciais. Esta estratégia compreenderá dois aspectos: os recursos patrimoniais geomorfológicos (Gray, 2003; Brilha, 2005); e os riscos geomorfológicos de erosão litoral, erosão hídrica e movimentos de vertente (Zêzere *et al.* 2004; Carrara, 1995).

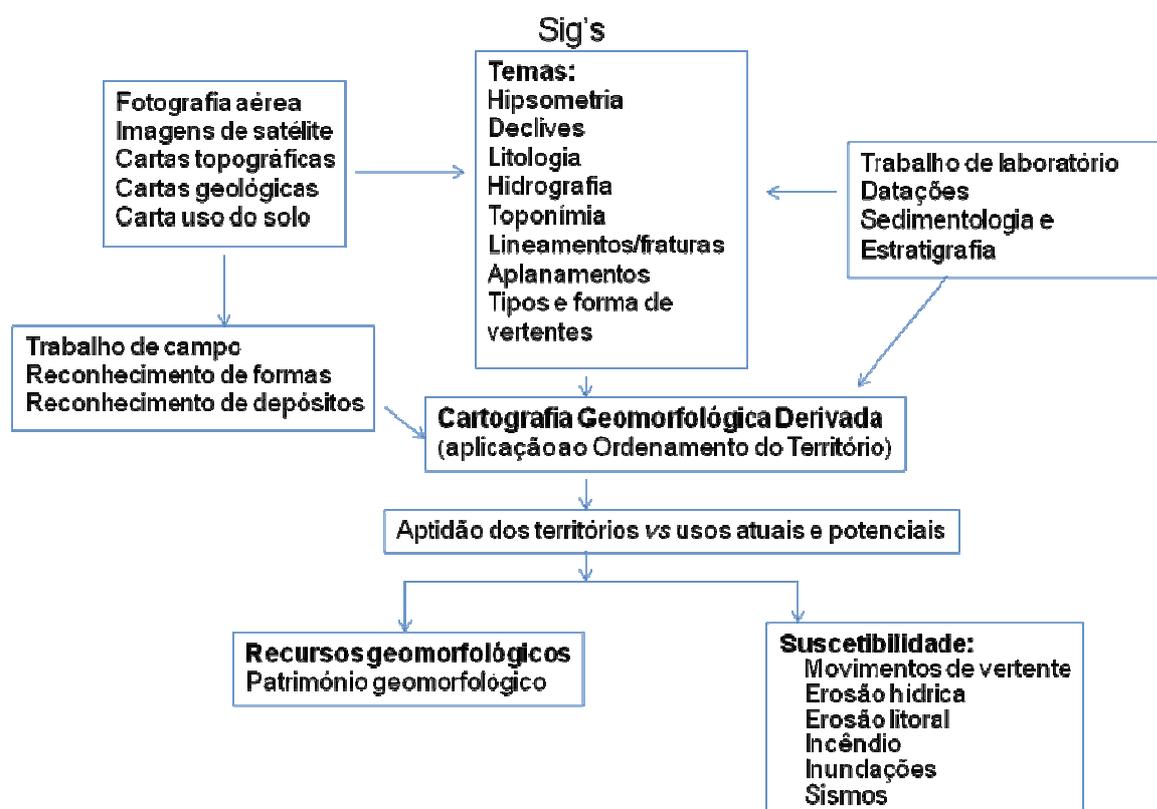


Figura 2. Organograma do plano de elaboração da cartografia geomorfológica de pormenor e suas aplicações ao Ordenamento do Território na Plataforma Litoral e relevos adjacentes entre a Serra da Boa Viagem e a Nazaré.

## 4 - Caracterização da Área

### 4.1- Litostratigrafia

Como foi dito, a área de estudo insere-se na bordadura atlântica definida pelos paralelos do Cabo Mondego e da Nazaré (figura 3A), onde afloram unidades sedimentares com idades compreendidas entre o Triásico e o Holocénico, compostas essencialmente, por rochas siliciclásticas e carbonatadas, e com algumas rochas ígneas em afloramentos muito circunscritos (figura 3B).

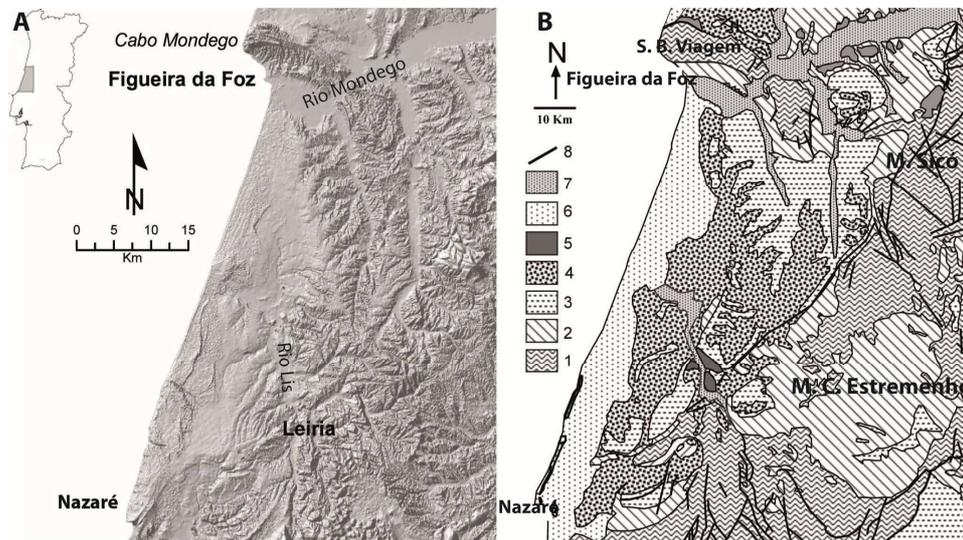


Figura 3 A – Enquadramento da área de estudo, (modelo sombreado com sobrelevação vertical de 8x); B – Mapa geológico da região Figueira da Foz - Nazaré (adaptado da Carta Geológica de Portugal, esc. 1/500000, Instituto Geológico e Mineiro). 1 – Triásico a Jurássico, 2- Cretácico, 3 – Paleogénico a Miocénico,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

#### 4.2- Geomorfologia e património geomorfológico

A área em análise apresenta uma multiplicidade de formas que resultam da ação de vários processos responsáveis pela sua génese: fluviais, marinhos, eólicos, periglaciares e cársicos, entre outros. Existem também formas estruturais relacionadas com a ação, sobretudo, da neotectónica (Almeida, 1997; Ramos, 2000, 2008, Ramos *et al.* 2009).

De um modo geral, um pouco por toda área, dependendo da litologia, da ação da tectónica e da evolução climática existem formas que se impõem na paisagem e que indicamos de seguida:

##### Escarpas

Ocorrem nas unidades calcárias, salientando-se a escarpa que limita a norte a Serra da Boa Viagem. 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.

##### Costeiras

Representam as formas que resultam da associação entre a estrutura monoclinial e a erosão diferencial, resultante da diferenciação litológica.

### **Superfície culminante do enchimento sedimentar**

Esta unidade de relevo corresponde à superfície de agradacão sedimentar realizada na planície costeira pliocénica, hoje com cotas entre os 100 e os 200m, a qual foi dissecada durante o processo de encaixe quaternário 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, na área do estuário, distinguiram-se cinco níveis de terraços.

### **Planícies aluviais**

Compreendem vastos fundos aluviais estuarinos que se desenvolvem ao longo do rio Mondego (Cunha *et al.*, 1997, 2006), do rio Lis, assim como dos principais afluentes.

### **Leques aluviais**

Pequenos leques aluviais ocorrem, essencialmente, no extremo norte da Serra de Boa Viagem, tendo sido definidos por Almeida (1997), como resultantes de “*derrames torrenciais*”, formando um “glacis” com um declive de 2° a 4°.

### **Vales**

De acordo com Almeida (1997) a forma dos vales que sulcam a área apresentam-se condicionados pelas unidades litológicas onde se desenvolvem. Nas unidades calco-margosas dominam as formas transversais em berço. Sobre o substrato arenoso, o padrão morfológico dos vales revela alguma uniformidade.

### **Plataformas de abrasão marinha**

Na área do Cabo Mondego foram identificados vários níveis de plataforma de abrasão marinha:

- A plataforma que constitui o topo do relevo calcário, a uma altitude de 200-220m e inclinada a oriente para ESE.
- Uma plataforma, a cerca dos 90-100m de altitude, junto ao Farol do Cabo Mondego.
- Uma plataforma mais baixa que no sector sul do Cabo Mondego está representada aos 8-10m.

### **Arribas**

Encontram-se definidas ao longo do litoral, tanto em material rochoso como arenoso.

Toda a frente costeira do Cabo Mondego constitui, actualmente, uma arriba activa. São de referir também as da Nazaré, são Pedro de Moel e Vale Furado.

### **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.

### **Formas eólicas**

Existem campos dunares, respectivamente, a norte da Serra da Boa Viagem e a sul do Mondego.

### Formas cársticas

Podem enunciar-se lapíás, dolinas, uvalas, grutas, algares. Estudadas na Serra da Boa Viagem, Serra de Sicó e Maciço Calcário Estremenho, respetivamente, por Almeida, 1997; Cunha, 1988 e Rodrigues (2007).

Algumas formas, pelo modo como se impõem e realçam na paisagem, nalguns casos pela sua raridade, singularidade, representatividade, bem como pelo seu interesse pedagógico e científico, podem ser consideradas, ou sugeridas, como elementos do património geomorfológico.

Dada a sua localização geográfica e as linhas gerais das suas principais unidades geomorfológicas (plataforma litoral a oeste e relevos calcários a leste) podemos considerar duas áreas de distribuição dos principais elementos patrimoniais geomorfológicos: Litoral, podendo aqui destacar-se a Serra da Boa Viagem e Cabo Mondego, o estuário do rio Mondego e a paisagem cultural envolvente (salinas e aquacultura), a escarpa da praia da Nazaré e as arribas areníticas da praia de Vale Furado; os relevos calcários, ricos em formas cársticas e fluviocársticas, bem como de depósitos periglaciares e flúvio-periglaciares resultantes da evolução que sofreram as vertentes durante os períodos frios do Plistocénico (Cunha e Ramos, 2010; figura 4).

Pela sua espetacularidade são de destacar, como formas fluviocársticas, na Serra de Sicó, os vales das Buracas (Cunha *et al.*, 2006) e do Poio (Cunha, 1988), bem como o sítio da Senhora da Estrela. A leste de Leiria, associado à deformação por dobramento do sinclinal de Pousos (figura 5), na localidade de Lapedo, encontra-se um importante canhão fluviocárstico, não só pelas características geomorfológicas (Teles, 1992; Ramos e Cunha, 2010), mas pela singularidade, raridade e exclusividade, no território português, do espólio arqueológico que forneceu.

No Maciço Calcário Estremenho destacam-se as grutas (Mira de Aire, Santo António e da Moeda), o *Polje* de Minde com a chamada Pincha de Minde, não podendo deixar de serem referidas as múltiplas exurgências e a fórnica de Alvados.

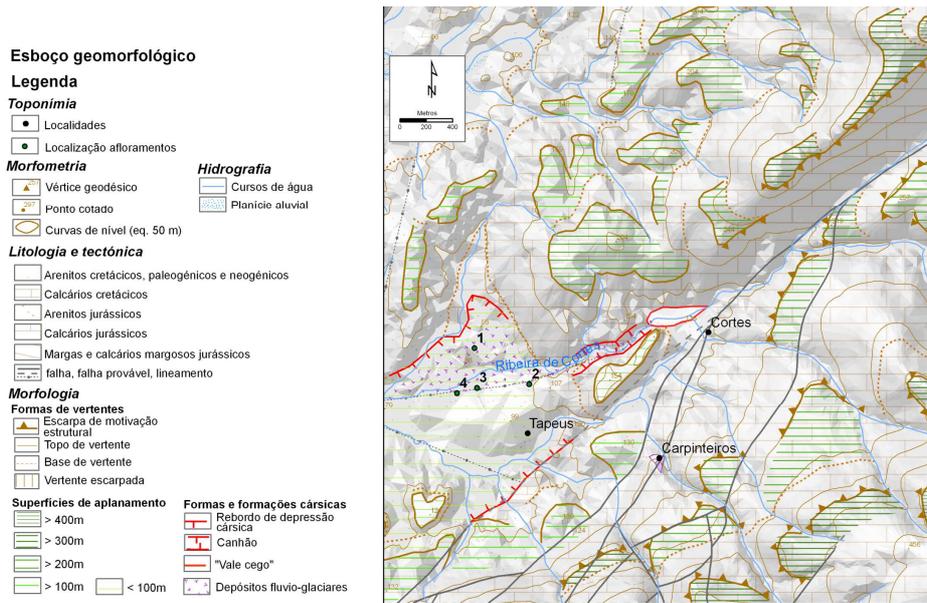


Figura 4 – Esboço geomorfológico da depressão de Tapeus (Cunha e Ramos, 2010).

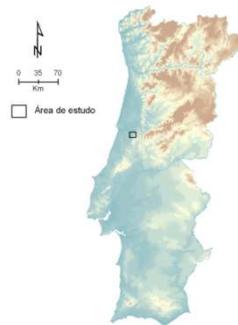


Figura 5 – Esboço geomorfológico do sinclinal de Pousos (Ramos e Cunha, 2010)

Junto da localidade de Souto da Carpalhosa, nas unidades argilosas pliocénicas encontram-se fossilizados, por silicificação, troncos completos de árvores.

Na transição entre as áreas atrás definidas como litoral e relevos calcários, estabelece-se uma série de colinas de cimo aplanado e baixas altitudes (~100m), cuja litologia é composta por conglomerados, areias e argilas, nalguns casos com características especiais, tornando-as muito importantes como recurso mineral não metálico, para a indústria cerâmica e construção civil (Areias e Argilas do Barracão). Ocorrem também margas, associadas a processos de diapirismo, que são um importante recurso económico, dada a sua composição rica em gesso.

### 4.3 – Unidades Territoriais de Risco Natural

Podemos distinguir seis unidades geomorfológicas diferenciadas em termos dos riscos naturais a que estão sujeitas (figura 6, quadro I):

**Serras calcárias** – envolvendo o conjunto da área de estudo distinguimos, a norte, o arco Serra da Boa Viagem (257 m) – Verride (140 m), a leste o Maciço de Sicó e a sul o Maciço Calcário Estremenho. Trata-se de relevos salientes no contexto regional, impostos pela litologia e pela actividade tectónica recente. No caso do arco da Serra da Boa Viagem – Verride, a posição mais litoral e as cotas mais baixas permitiram o seu arrasamento pelo mar pliocénico. Os maciços de Sicó e Estremenho, mais afastados e mais elevados terão funcionado como a barreira interior desse mar. A natureza litológica calcária, os fortes declives saídos da actividade tectónica, bem como os processos de carsificação são responsáveis por processos geomorfológicos actuais configuradores de situação de risco com destaque para os desabamentos e as subsidências/abatimentos. As coberturas arenosas cretácicas e pliocénicas proporcionam um carso coberto em que a vegetação de pinheiros e eucaliptos que se acrescenta à vegetação autóctone, vai constituir um importante risco a nível dos incêndios florestais.

**Colinas gresosas** – Quase toda a Plataforma Litoral da região Figueira da Foz – Nazaré apresenta altitudes geralmente inferiores a 200 m, sucessivamente menores para oeste, bem como fracos declives. A interpretação corrente assume que ela representa uma superfície de agradação que culmina uma sucessão sedimentar com idade provável pliocénica a plistocénica inicial, a partir da qual se terá realizado o encaixe da rede hidrográfica actual. A constituição essencialmente arenosa dos terrenos é responsável por uma topografia de colinas suaves com topos aplanados e dá origem a uma mancha florestal, em regra desordenada, com risco de incêndio. Nas vertentes mais declivosas podem ocorrer deslizamentos e fluxos de terras, enquanto, um pouco por todo o lado, e sobretudo na sequência de incêndios florestais, a fraca resistência dos terrenos é responsável por manifestações importantes de erosão hídrica.

**Planícies aluviais** – O progressivo encaixe quaternário da rede hidrográfica, condicionado pelas variações eustáticas e pela resistência dos materiais, foi seguido nos últimos ~10 ka por uma subida do nível do mar que levou à existência de amplas planícies aluviais no sector terminal do Mondego

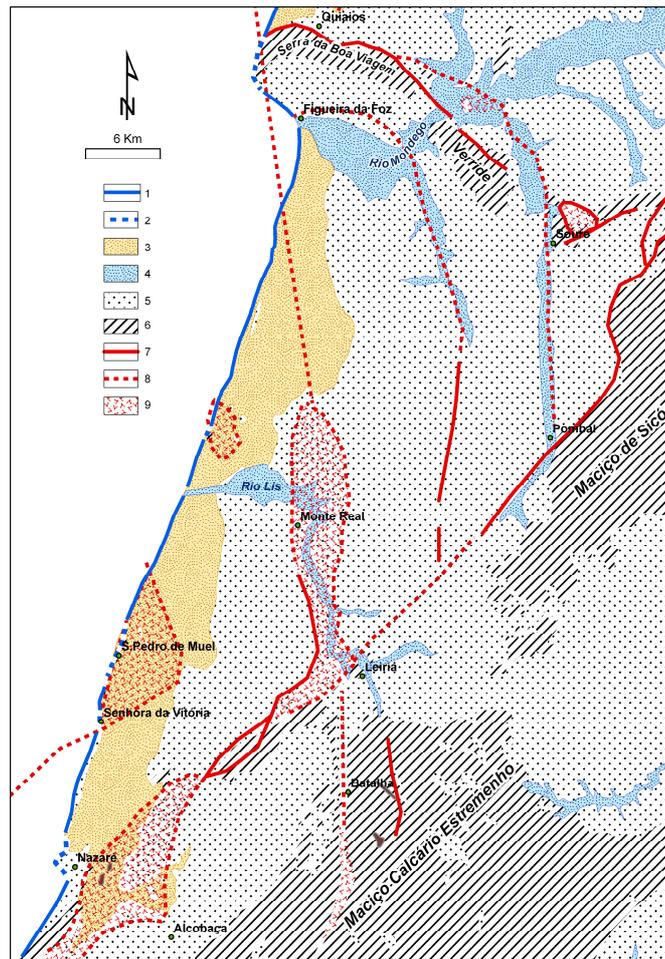


Figura 6 - Distribuição dos diferentes domínios territoriais de risco natural. 1 – Costa arenosa, 2 – Costa rochosa, 3 – Campo dunar, 4 – Planície aluvial, 5 – Colinas gresosas, 6 – Serras calcárias, 7 – Falhas, 8 – Falhas prováveis, 8 – Núcleos diapíricos. Fontes: Carta Geológica de Portugal, Instituto Geológico e Mineiro esc.1:500000; Carta Neotectónica de Portugal, esc. 1000 000 (Cabral e Ribeiro, 1988).

Quadro I – Unidades territoriais de riscos associados

Designação	Altitudes	Declives	Litologia	Uso do solo	Riscos principais
Serras calcárias	>400 m	Médios e elevados	Calcários	Uso agrícola e florestal; pastos; incultos	Desabamento; Subsidência/abatimento; Incêndios florestais
Colinas gresosas	20-200 m	Baixos e médios	Grés	Uso agrícola e florestal	Deslizamentos, Fluxos, Erosão hídrica; Incêndios florestais
Planícies aluviais	<20 m	Baixos	Aluviões	Uso agrícola	Inundação
Planície litoral	<20 m	Baixos	Dunas	Uso florestal	Incêndios Florestais
Linha de costa/tipo de costa	0 m	Baixos e elevados	Areias e Calcários	Actividades de lazer	Erosão costeira; Galgamentos
Alinhamentos tectónicos activos	Várias	Vários	Várias	Vários	Sismos

(incluindo os seus afluentes Arunca e Pranto) e do rio Lis. Em todos estes casos as planícies aluviais correspondem basicamente a um processo de enchimento de vales significativamente mais profundos talhados no último período frio, quando o mar se posicionava cerca de 130 m abaixo do nível actual (Dias *et al.*, 1997). O processo rápido de enchimento foi comandado pelas características semi-torrenciais de um regime hidrológico baseado no clima mediterrânico e terá sido favorecido por algumas intervenções antrópicas realizadas, quer nos tempos medievais e modernos, quer mesmo na actualidade (Almeida *et al.*, 1990). Ainda hoje, e apesar de regularizada parcialmente a bacia do Mondego, permanece o risco de inundação, não só no curso do rio principal (Cunha, 2002), mas também nos afluentes atrás referidos (Santos, 2009), bem como no próprio rio Lis.

**Campo dunar eólico** – A leste da faixa de praia, estende-se um campo dunar de baixa altitude, composto fundamentalmente de dunas longitudinais, com cerca de 3 a 4 km de largura (André, 1994, 1996, 1997; André *et al.*, 2001; Almeida *et al.*, 1990). Em função da cobertura de pinhal, o risco principal desta área é o risco de incêndio florestal, ainda que tratando-se de matas nacionais, geridas por organismos estatais, em que existe algum cuidado de ordenamento e de gestão, o risco seja, em regra, significativamente mais reduzido que noutras áreas florestais contíguas.

**Faixa litoral** - Com excepção do Cabo Mondego e dos pequenos esporões rochosos de Pedrógão, S. Pedro de Moel e Nazaré, associados ao afloramento de rochas calcárias, trata-se de uma costa baixa e arenosa em que se intercalam os estuários do Mondego e do Lis. A dinâmica actual de recuo da linha de costa, relacionada em grande parte com ações antrópicas, sejam as que resultam do *deficit* alimentar provocado pela retenção dos sedimentos fluviais nas barragens do Douro e do Mondego, extracções de sedimentos e obras portuárias ou de defesa costeira. Assim, imediatamente a sul da Figueira da Foz, na sequência da construção dos molhes do porto nos anos 70 do século passado iniciou-se um processo

erosivo que conduziu ao recuo acentuado da linha de costa. A construção de esporões e paredes aceleraram a sul o processo erosivo. Ainda que de modo diferenciado, toda a área de costa arenosa baixa, a sul da Figueira da Foz está em risco de erosão, risco que é menor a norte dos promontórios rochosos de Pedrógão, de S. Pedro e da Nazaré. Contudo, mesmo as áreas de costa rochosa estão em risco, como muito recentemente ficou demonstrado na área de S. Pedro de Muel em que o risco de desabamento de arribas levou ao corte de estradas.

**Alinhamentos tectónicos** – Ainda que não se possa, neste caso específico, falar verdadeiramente de uma unidade geomorfológica, a tectónica de fraturação presente na área e, particularmente, os alinhamentos tectónicos que, pelas suas características, podem ser considerados provavelmente activos, representam um importante papel na consideração do risco sísmico. Não obstante, os sismos históricos com epicentro na área em estudo podem ser considerados como sismos de baixa magnitude. Com maior actividade são tanto as falhas de orientação Este-Oeste, como as de orientação NNE-SSW que balizam muitos dos acidentes diapíricos regionais.

#### 4.4 – Cartografia de suscetibilidade a riscos naturais

Para a área em questão, apesar de estar prevista a realização de mapas de suscetibilidade a deslizamento, desabamento, sismos, inundações, erosão hídrica, galgamentos costeiros e incêndios, está feita com fiabilidade a carta de suscetibilidade sísmica e de suscetibilidade a deslizamentos (figura 7). A carta de suscetibilidade a sismos foi obtida através da álgebra de mapas usando o software Arcgis9.3, com mapas em formato raster com a informação da: localização de epicentros e respetivas magnitudes registadas nos últimos 30 anos; mapas de alinhamentos neotectónicos e litologia. Os resultados mostram, tal como esperado, dado os valores da magnitude não ultrapassarem valores de 4.4, para toda a área, uma suscetibilidade baixa a sismos, nota-se no entanto um aumento dessa suscetibilidade nas aluviões, que contêm o maior número de epicentros e constituem corredores tectónicos. Na carta de suscetibilidade a deslizamentos (figura 7), podem-se identificar dois grandes conjuntos com elevada suscetibilidade: um, de certa forma, circunscrito aos núcleos diapíricos com associação aos grandes acidentes tectónicos. De facto, nestes locais a litologia aflorante corresponde à **Formação de Margas de Dagorda**, de idade hetangiana, que devido à sua composição (margas gipsíferas) apresenta um comportamento plástico, deslizando facilmente quando em plano inclinado; outro, localiza-se ao longo da costa arenosa, onde a associação de litologia arenosa, mesmo consolidada, aos elevados declives constituem os fatores determinantes do deslizamento.

Tanto num caso, como noutro, houve oportunidade de validação do modelo no terreno. No caso das **Margas de Dagorda**, registámos os seus deslizamentos ao longo da Circular externa

de Monte Real. No segundo caso, foi registado um deslizamento translacional na praia de Vale Furado.

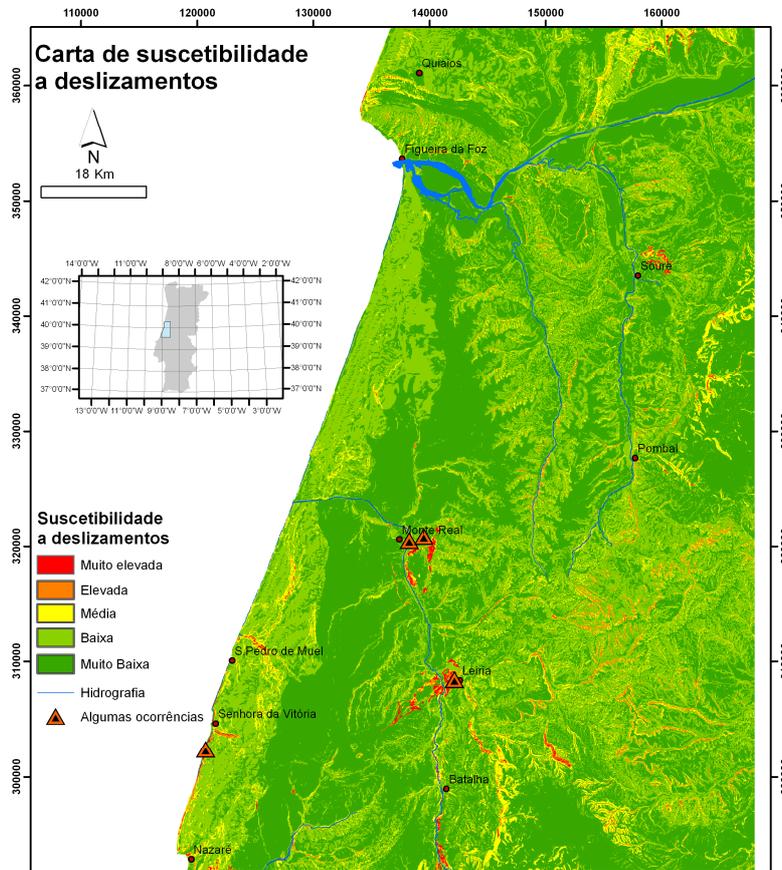


Figura 7 – Carta de suscetibilidade a deslizamentos na área entre a Figueira da Foz e a Nazaré.

### 5-Discussão e Conclusões

A área apresenta uma grande diversidade geomorfológica e a elaboração de cartografia geomorfológica de pormenor, utilizando ambiente SIG, revelou-se muito fiável na identificação e localização precisa da multiplicidade de formas que se fazem realçar na paisagem, bem como na identificação de geossítios e de locais ricos em recursos minerais não metálicos.

Por outro lado o modelo SIG que estamos a construir permitirá uma análise conjunta de todos os dados gerados (geológicos, geomorfológicos, de uso e ocupação do solo), com o objectivo de obter um conhecimento da geomorfologia aplicada aos territórios em estudo. A área apresenta uma diversidade significativa, tanto do ponto de vista geomorfológico, como dos usos a que está sujeita. Conhecer com rigor essa diversidade, bem como os riscos naturais que lhe estão inerentes é, sem dúvida, um primeiro contributo para o ordenamento do território dos sectores da plataforma litoral e relevos enquadrantes.

Apresentam-se seis unidades que, pelas suas características geomorfológicas distintas, para além de encerrarem diferentes patrimónios e recursos naturais, implicam diferentes tipos de riscos naturais. Poder-se-á falar, porventura, de seis diferentes territórios de risco ou até mesmo, se tivermos em conta que as diferentes dinâmicas naturais e antrópicas se materializam em diferentes tipos de paisagem, em seis tipos de paisagens de risco. Estudá-las e conhecê-las, nas características internas de cada uma e nas articulações e interfaces entre todas elas, organizar e gerir bases de dados georreferenciadas que traduzam espacialmente as condições e as manifestações do risco, poderá vir a revelar-se um importante instrumento para a definição de estratégias de ordenamento do território e da gestão da prevenção e socorro de riscos naturais.

### Referências

- Almeida, A.C. 1997. Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem. Uma abordagem ecológica da paisagem, Coleção 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 – Fixação e Evolução Actual. II Cong. da Geografia Portuguesa, Actas, Coimbra, 16p.
- André J. N. 1996. Breve nota sobre o recuo da linha de costa e a intervenção humana a sul da Figueira da Foz. *Territorium*, pp. 57-58.
- André, J. N. 1997. Evolução 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 movimentação de areias entre a lagoa da Ervedeira e o limite sul da Mata Nacional de Leiria. *Territorium* 8, 51-68.
- Araújo, M.A. 1991. Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Letras da Univ. Porto, 534 pp.
- Bachmann, A., Allgöwer, B., 1999. The need for a consistent wildfire risk terminology, in Proceedings from the Joint Fire Science Conference and Workshop, Boise, Idaho, June pp.15-17
- Brilha, J.B.R. 2005. Património Geológico e Geoconservação. Palimage Editores.
- Cabral, J. (1995) – Neotectónica em Portugal Continental. *Mem. Instituto Geológico e Mineiro*, nº 31, 265p.
- Cabral, J. e Ribeiro, A. (1988) – Carta Neotectónica de Portugal. *Serv. Geol. Portugal*.
- Carrara, A. L. 1993. Uncertainty in evaluating landslide hazard and risk. In Nemeč, J.; Nigg, J. M.; Siccardi, F. (eds.) *Predictions and Perception of Natural Hazards*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. p. 101-109.
- 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 protecção. *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 - Organização Geossistémica e Recursos Naturais”. Coimbra, pp.41-49.
- Cunha, L.; Dimuccio, L., 2002. Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a sul de Coimbra. *Territorium*, Coimbra, 9, pp. 37-51.
- Cunha, L.; Ramos, A. 2010. Depósitos fluvio-crionivais da depressão de Tapeus (vertente NW da Serra do Rabaçal – Maciço de Sicó; Portugal Central) – análise sedimentar e morfo-estrutural. *Revista da Associação Portuguesa de Geomorfólogos-in press*.

Cunha, L.; Almeida, M.; Neves, M. J.; Aubry, T.; Moura, H., 2006. Contributo da sequência cultural pleistocénico final e Holocénico: breve síntese da investigação e estado actual do registo. *Revista da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*. Vol.3, pp. 69-75.

Daveau, S. 1995. *Portugal Geográfico*, Ed. J. Sá da Costa, Lisboa, 224 p.

Dias, J.A.; Rodrigues, A.; Magalhães, F., 1997. Evolução da linha de costa, em Portugal, desde o último máximo glaciário: Síntese dos conhecimentos. *Estudos do Quaternário*, 1:53-66, Lisboa, Portugal. ISSN: 0874-0801

Dinis, P. 2004. Evolução Pliocénica e Quaternária do Vale do Cértima. Dissertação de Doutoramento, Univ. Coimbra, 351p.

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 Laboratório Xeológico de Laxe*, 5, pp. 311-332.

Gomes, A. T. 2008. Evolução Geomorfológica da Plataforma Litoral entre Espinho e Águeda. Dissertação de Doutoramento, Universidade do Porto, 339 p.

Gray, M. 2003. *Geodiversity – Valuing and Conserving Abiotic Nature*. John Wiley & Sons. 1ª Ed. 448p.

Julião, P. R.; Nery, F.; Ribeiro, J.L.; Branco, M.C.; Zêzere, J.L., 2009. Guia metodológico para a produção de cartografia Municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal.

Lopes, F.C., 2006. Reflexões sobre a vulnerabilidade sísmica da Figueira da Foz. In: *As Ciências da Terra ao serviço do ensino e do desenvolvimento - o exemplo da Figueira da Foz*. Lopes e Callapez (Coord.). *Kiwanis C. Figueira da Foz*, pp.3-10.

Martins, A. F., 1949. O maciço calcário Estremenho. Contribuição para um estudo de Geografia Física. Dissert. Dout. Univ. Coimbra. 248p.

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, 200 p.

Ramos, A.; Cunha, L.; Soares, A. F e Almeida A. C. (2001). Análise geomorfológica e estrutural da área envolvente do estuário do rio Mondego. *Actas da V Reunião do Quaternário Ibérico*. Lisboa.

Ramos, A. 2008. O Pliocénico e o Plistocénico da plataforma litoral entre os palarelos do Cabo Mondego e da Nazaré. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Coimbra. 329 p.

Ramos, A. e Cunha, P. 2010. Interpretação dos blocos litorais ocorrentes no Pliocénico a leste de Leiria (Portugal central). Livro de resumos do VIII Congresso Nacional de Geologia, XIV-2. 4p.

Ramos, A.; Cunha, P.; Gomes, A. 2009. Os traços geomorfológicos da área envolvente da Figueira da Foz e a evolução da paisagem durante o Pliocénico e o Plistocénico. *Publ. da Assoc. Port. de Geomorfólogos*. Vol. VI, pp. 9-16.

Rebelo, F., 2001. Riscos naturais e acção antrópica. *Imprensa da Universidade de Coimbra*. 274p. ISBN972-98225-7-3.

Ribeiro, A.; Cabral, J.; Baptista, R. e Matias, L. (1996) – Stress pattern in Portugal mainland and the adjacent Atlantic region, West Iberia. *Tectonics 15*, pp. 641-659.

Rodrigues, M. L. 2007. O Património Geomorfológico e o Maciço Calcário Estremenho. *Simp. Ibero-Am. sobre Patrim. Geol., Arqueol. e Min. em Regiões Cársicas*, 28Jun.a 1Jul., Batalha, 2 p.

Santos, P. M. P., 2009. Cartografia de áreas inundáveis a partir do método de reconstituição hidrogeomorfológica e do método hidrológico-hidráulico. Estudo comparativo na bacia hidrográfica do rio Arunca. Dissertação de mestrado. Universidade de Coimbra. 145p.

Teles, V. 1992. Erosão fluvial em áreas cársicas: os vales do Lapedo, da Quebrada e da Fonte Nova (Bordadura setentrional do Maciço Calcáreo Estremenho). *Diss. Mestrado*, Coimbra, 168 p.

Zêzere, J.L., 2000. A Classificação dos movimentos de vertente: Tipologia, Actividade e Morfologia. *Apontamentos de Geografia-série investigação:6*. CEG. Fac. Letras. Univ. Lisboa. 27p.

Zêzere, J. L.; Reis, E; Garcia, R.; Oliveira, S.; Rodrigues, M.L.; Gonçalo, V.; Ferreira, A. B. 2004. Integration of spatial and temporal data for the definition of different landslide hazard scenarios in the

área north of Lisbon (Portugal). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 4, European geosciences Union, p. 133-146.

Zêzere, J.L.; Pereira, A.R.; Morgado, P., 2006. Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal Continental. *Apontamentos de Geografia - Série Investigação*, 19. Centro de Estudos Geográficos. Universidade de Lisboa. 17p.

**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.