

# PERIGOS NATURAIS E TECNOLÓGICOS NO TERRITÓRIO DE PORTUGAL CONTINENTAL

J.L. Zêzere; A.R. Pereira; P. Morgado

Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa

Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Alameda da Universidade, 1600-214 Lisboa, Tel.: 217940218, Fax: 217938690; jlzezere@fl.ul.pt; anarp@fl.ul.pt; pms@fl.ul.pt.

Palavras chave: Perigos naturais, Perigos tecnológicos, Distribuição espacial, Portugal Continental.

## 1. Introdução

Até os anos de 1970, as catástrofes naturais e tecnológicas foram entendidas pela comunidade internacional como circunstâncias excepcionais, às quais era geralmente necessário responder através de ajuda externa de emergência. O conceito de “gestão de risco” era considerado como equivalente de “resposta à catástrofe” e fazia parte da competência quase exclusiva de instituições nacionais de defesa e protecção civil e ONGs como a Cruz Vermelha e o Crescente Vermelho.

A década de 1990 foi declarada pelas Nações Unidas como a *Década Internacional para a Redução das Catástrofes Naturais* (IDNDR). As iniciativas e actividades desenvolvidas no quadro da IDNDR culminaram no Mandato de Genebra sobre Redução de Catástrofes, adoptado em 1999, que considera a redução das catástrofes e a gestão dos riscos elementos essenciais a incluir nas políticas governamentais, no sentido de assegurar um desenvolvimento e investimento sustentáveis. O tema da redução dos riscos foi, assim, introduzido com sucesso na agenda política e um número crescente de governos e organizações internacionais passaram a promover a redução de riscos como a única solução sustentável para minimizar os impactos sociais, económicos e ambientais das catástrofes naturais, tecnológicas e ambientais. Ao contrário do que acontece noutros países da UE, a legislação portuguesa contempla a prevenção dos riscos naturais e tecnológicos de forma muito limitada. No âmbito da Protecção Civil, a respectiva Lei de Bases (Lei n.º 113/91 de 29 de Agosto) revela alguma preocupação pela prevenção dos riscos, no enunciado dos domínios sobre os quais a respectiva actividade deverá ser exercida (por exemplo, levantamento, previsão, avaliação e prevenção dos riscos colectivos de origem natural ou tecnológica; análise permanente das vulnerabilidades perante

situações de risco devidas à acção do homem ou da natureza). No entanto, as políticas e as operações de protecção civil são praticamente omissas sobre o assunto, preocupando-se mais com medidas reactivas, que culminam com a criação dos Planos de Emergência (nacionais, regionais, distritais ou municipais; gerais ou especiais).

O direito a uma maior segurança e melhor qualidade do ambiente é uma crescente expectativa das populações, pelo que, nas áreas de risco, é necessário o conhecimento detalhado do funcionamento dos fenómenos perigosos e a avaliação das suas consequências potenciais, de modo a minimizar os prejuízos, através da recolocação das populações e actividades económicas, implementação de medidas de mitigação e uma correcta gestão do território no que respeita às futuras intervenções humanas. Deste modo, a identificação e delimitação das áreas de perigo e de risco, no quadro do ordenamento e da gestão do território, constituem condições indispensáveis para a prevenção e minimização dos prejuízos decorrentes dos fenómenos e actividades perigosos.

Neste trabalho é apresentada, de forma integrada, a distribuição espacial dos perigos naturais com maior relevância para o planeamento urbano em Portugal Continental, nomeadamente os decorrentes da actividade sísmica, maremotos, movimentos de vertente, erosão marinha, cheias e inundações. É ainda considerada a exposição a perigos tecnológicos, a partir da localização dos estabelecimentos de parque industrial que têm maior potencial para gerar acidentes industriais graves e das infra-estruturas de transporte de substâncias perigosas, nomeadamente oleoduto e gasodutos.

## **2. Modelo conceptual do risco**

A definição oficial dos termos utilizados na avaliação de riscos foi estabelecida numa convenção internacional organizada pela *United Nations Disaster Relief Co-ordinator* (UNDRO, 1979). A Figura 1 sistematiza o modelo conceptual do risco, de onde se destacam alguns elementos fundamentais: a *Perigosidade*, entendida como a probabilidade de ocorrência (avaliada qualitativa ou quantitativamente) de um fenómeno com uma determinada magnitude (a que está associado um potencial de destruição), num determinado período de tempo e numa dada área; os *Elementos em risco* (ou *Elementos vulneráveis*), representados pela população, equipamentos, propriedades e actividades económicas vulneráveis num território; e a *Vulnerabilidade*, correspondente ao grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos vulneráveis, resultante da ocorrência de um fenómeno (natural ou induzido pelo Homem) com determinada magnitude ou intensidade. Neste contexto, o risco é entendido como a

probabilidade de ocorrência de um efeito específico causador de danos graves à Humanidade e/ou ao ambiente, num determinado período e em circunstâncias determinadas. Por outras palavras, o risco exprime a possibilidade de ocorrência, e a respectiva quantificação em termos de custos, de consequências gravosas, económicas ou mesmo para a segurança das pessoas, em resultado do desencadeamento de um fenómeno natural ou induzido pela actividade antrópica.

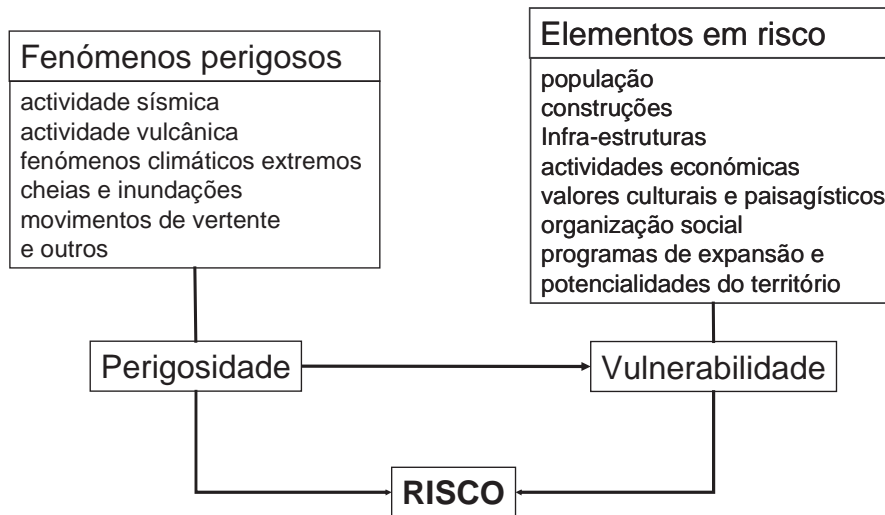


Figura 1 – Modelo conceptual do Risco (adaptado de Panizza, 1990).

A avaliação quantitativa do risco é obtida através do produto da perigosidade pela vulnerabilidade e pelo valor dos elementos em risco ( $R = P * V * E$ ). Deste modo, verifica-se que o risco pode ser mitigado a partir da intervenção em qualquer um dos seus componentes (perigosidade, vulnerabilidade, valor dos elementos expostos), sendo nulo se um deles for eliminado.

A classificação clássica dos riscos estabelece uma separação fundamental entre os riscos naturais, que correspondem a ocorrências associadas ao funcionamento dos sistemas naturais, e os riscos tecnológicos que correspondem a acidentes, frequentemente súbitos e não planeados, que decorrem da actividade humana. A interacção, cada vez mais acentuada e complexa, das actividades humanas com o funcionamento dos sistemas naturais, conduziu à introdução do conceito de Risco Ambiental, onde se integram fenómenos como a desertificação, poluição ambiental e os incêndios florestais.

### 3. Perigosidade em Portugal Continental

A base de dados EM-DAT (*Emergency Events Database*), criada e gerida pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (Universidade Católica de Lovaina), reporta 49 catástrofes (naturais, tecnológicas e/ou ambientais) em Portugal (regiões autónomas incluídas) para o período 1900-2004<sup>1</sup>, incluindo situações de cheias, tempestades de vento, sismos, fogos florestais, movimentos de vertente, secas, temperaturas extremas e acidentes tecnológicos. O número de ocorrências catastróficas cresceu de forma significativa em Portugal nas últimas 5 décadas, tendo atingido os valores mais elevados desde 1980 até à actualidade (Fig. 2). O número total de 3411 mortes, que se encontra claramente avaliado por defeito, foi devido essencialmente à vaga de calor verificada em 2003 (59% do total das ocorrências) e, em menor grau, às cheias, com destaque para o episódio de cheia rápida que afectou a região da Grande Lisboa em Novembro de 1967 (Amaral, 1968). Os prejuízos materiais das catástrofes encontram-se, igualmente, avaliados por defeito (nomeadamente no caso dos sismos), ultrapassando, ainda assim, 2,4 mil milhões de dólares. Os fogos florestais, as cheias, os incêndios urbanos, as secas e as tempestades de vento foram os eventos que, de acordo com a informação disponível, provocaram danos económicos mais elevados.

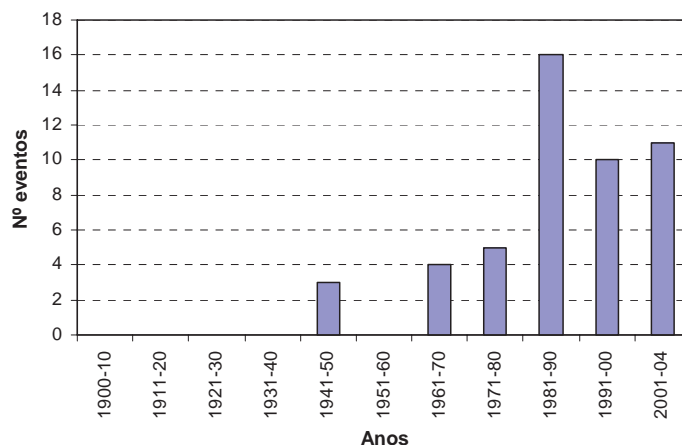


Figura 2 – Evolução do número de catástrofes naturais, tecnológicas e ambientais em Portugal (Fonte: <http://www.cred.be>).

<sup>1</sup> A definição de catástrofe é um assunto controverso. No caso da EM-DAT são considerados 4 critérios alternativos para a inclusão de um evento particular: (i) relato de 10 ou mais mortes; (ii) relato de 100 ou mais pessoas afectadas; (iii) pedido de assistência internacional; e (iv) declaração de estado de emergência. Deste modo, eventos como o temporal marítimo que provocou a destruição parcial do porto de Sines em 1979 não são considerados nesta base de dados.

A Figura 3 sistematiza os tipos de riscos naturais, tecnológicos e ambientais que apresentam uma incidência significativa em Portugal Continental. De entre estes destacam-se, pela sua importância para o Ordenamento do Território e, em particular, para o planeamento urbano, a perigosidade associada à actividade sísmica, maremotos, movimentos de vertente, erosão marinha, cheias e inundações, acidentes industriais e acidentes no transporte de substâncias perigosas.

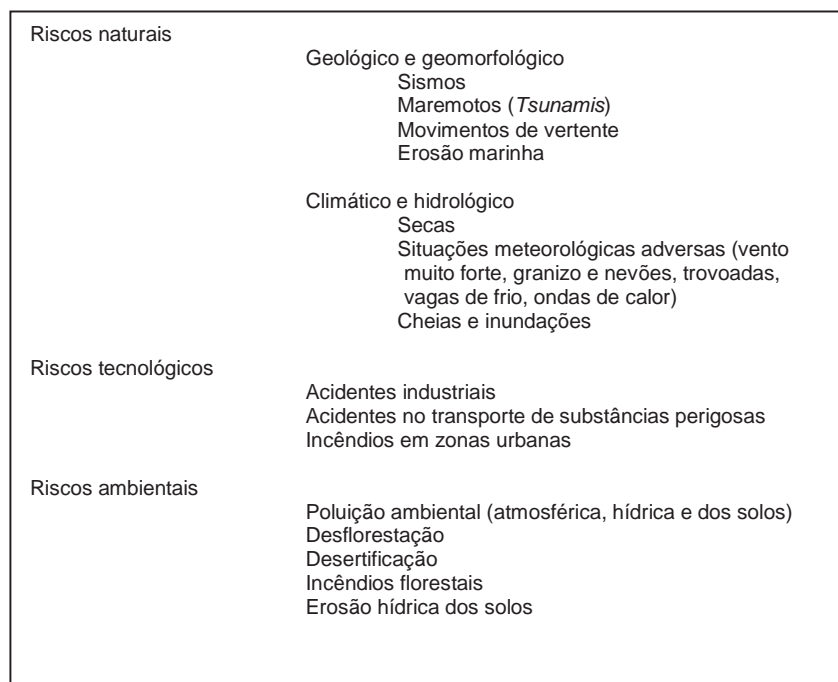


Figura 3 – Tipologia dos riscos com incidência significativa em Portugal Continental (Fonte: Gaspar (coord.), 2004).

### 3.1. Sismos e maremotos

O território de Portugal Continental é caracterizado por uma actividade sísmica histórica significativa, marcada por um número relativamente pequeno de eventos muito energéticos (Quadro 1). As consequências desta actividade, com a destruição total ou parcial de povoações e elevado número de mortes, têm sido particularmente relevantes na Região de Lisboa e Vale do Tejo e no Algarve, como aconteceu, por exemplo, em 1344, 1531 e, principalmente, no dia 1 de Novembro de 1755.

Do conjunto das zonas sísmicas regionais, ou províncias sismotectónicas relevantes para o território de Portugal Continental (DGA, 1998), destacam-se: (i) o Banco de Gorringe, próximo

do contacto entre as placas africana e eurasiática, a SW de Portugal; (ii) a terminação oriental da Zona de Fractura Açores-Gibraltar, a sul de Portugal, a que se associam as falhas de Portimão e Loulé; (iii) as estruturas tectónicas activas de direcção geral N-S, na margem continental entre Setúbal e Cabo de S. Vicente, que incluem a falha Marquês de Pombal; e (iv) a falha (ou zona de falhas) do vale inferior do Tejo.

A distribuição espacial das intensidades sísmicas máximas, com base tanto na sismicidade histórica como na sismicidade instrumental, mostra que os valores mais elevados são atingidos no Sudoeste de Portugal, nomeadamente no Algarve e na região de Lisboa e Vale do Tejo. Essa distribuição geral está de acordo com as condições geotectónicas em que Portugal está inserido. O ambiente dominante intraplaca sugere que os sismos máximos localizados no território emerso tenham uma magnitude máxima próxima de 6,5, com um longo período de recorrência (Cabral, 2003). No entanto, a proximidade à fronteira de placas Açores-Gibraltar e a possível inversão tectónica na margem continental, iniciada no Quaternário (Ribeiro, 2002), justificam a ocorrência de eventos sísmicos de magnitude extremamente elevada com epicentro no Oceano Atlântico, como aconteceu em 1755. Deste modo, serão as estruturas activas submarinas que marginam o território continental português a SW e a S, que têm o potencial de gerar os sismos máximos regionais (Grácia *et al.*, 2003).

Ano	Mês	Dia	M	I	I <sub>0</sub>	Zona sísmica
63 AC	--	--	8.5	9.0		(i)
382	--	--	7.5	8.5		(i)
1344	--	--	6.0		7.5	(iv)
1353	--	--	6.0		7.5	(ii)
1356	08	24	7.5		8.5	(i)
1512	01	28	6.3		8.0	(iv)
1531	01	26	7.0		8.5	(iv)
1719	03	06	7.0	7.0		(ii)
1722	12	27	7.0	8.0		(ii)
1755	11	01	8.5	9.0		(iii)
1761	03	31	7.5	7.0		(iii)
1856	01	12			7.5	(ii)
1858	11	11	7.2	8.0		(iii)
1909	04	23	6.7		8.5	(iv)
1964	03	15	6.2	7.0		(ii)
1969	02	28	7,5	8.0		(i)

Quadro 1 - Principais macrossismos que afectaram Portugal Continental (baseado em Oliveira, 1986); M – magnitude; I – Intensidade máxima observada em terra (epicentro em área oceânica); I<sub>0</sub> – Intensidade epicentral (epicentro em área continental).

A geração de maremotos (*tsunamis*) associados a eventos sísmicos com epicentro no mar, mas também a movimentos de vertente e erupções vulcânicas submarinas, pode ter consequências devastadoras nas áreas costeiras. Nos registos históricos, destaca-se o maremoto verificado na sequência do sismo de 1755, com vagas de altura superior a 10 m no Cabo de S. Vicente e de 5 m em Lisboa. Os principais potenciais focos genéticos de maremotos correspondem às províncias sismogénicas (i), (ii) e (iii), referidas anteriormente. Deste modo, a faixa costeira mais susceptível à ocorrência de maremotos corresponde a todo o litoral meridional e à faixa litoral ocidental a sul de Peniche, particularmente nos troços de costa baixa arenosa. Refira-se que o segmento litoral em questão corresponde à área mais fortemente afectada na simulação modelística do maremoto gerado pelo sismo de 1755 (Baptista *et al.*, 2003).

### **3.2. Movimentos de vertente**

As tipologias de movimentos de vertente, factores condicionantes e riscos associados são distintos nas 3 unidades morfoestruturais de Portugal Continental: Maciço Antigo, Orlas Mesocenozóicas Ocidental e Meridional, e Bacia Cenozóica do Tejo e Sado.

#### *a) Maciço Antigo*

O Maciço Antigo é constituído essencialmente por granitos e por vários metassedimentos, com predomínio de xistos. Os granitos afloram predominantemente na parte norte do território. Os metassedimentos estão bem representados no norte e são dominantes na parte sul do país.

Nas rochas graníticas e solos residuais, a instabilidade das vertentes é, em regra, apenas relevante em terrenos com declive forte a muito forte (>25°), nomeadamente nas áreas montanhosas e nos vales fortemente encaixados que retalham os relevos aplanados. As vertentes muito declivosas e os escarpados são susceptíveis a movimentos de desabamento rochoso, particularmente em zonas muito fracturadas. Os mantos de alteração de granitóides com espessuras até 2-3 metros são muito susceptíveis à ocorrência de movimentos de tipo escoada (fluxo) de detritos, particularmente quando existem junto ao topo das vertentes bacias de recepção que canalizam o escoamento para as ravinas.

As vertentes montanhosas talhadas em metassedimentos (particularmente em xistos) na Cordilheira Central e no Norte do País são afectadas por movimentos de massa que afectam depósitos de vertente e a camada superficial do substrato rochoso que se encontra mais alterada. As múltiplas discontinuidades presentes nestas rochas (estratificação, xistosidade e planos de fractura) favorecem movimentos de deslizamento planar, mesmo em vertentes com

declives moderados ( $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ). Quando o declive da vertente é forte, o movimento inicial de deslizamento pode evoluir rapidamente para escoada lamacenta ou de detritos, caracterizada por velocidades bastante elevadas e um grande poder destrutivo. Movimentos deste tipo ocorreram, por exemplo, no vale do Douro em Janeiro de 2001.

#### *b) Orlas Mesocenozóicas Ocidental e Meridional*

Nesta unidade morfoestrutural, os movimentos de massa são controlados fundamentalmente pela litologia, estrutura geológica e condições hidrogeológicas, enquanto o declive é um factor secundário. Os calcários do Jurássico inferior e médio são relativamente estáveis. No entanto, podem originar desabamentos nos escarpados e nas vertentes com declive forte ( $>25^{\circ}$ ). No contacto entre as anteriores formações e o complexo evaporítico do Triásico-Hetangiano os movimentos de vertente podem evidenciar maior expressão, como acontece ao longo da depressão periférica ao Maciço Antigo no Algarve. A partir do Jurássico superior, a litologia das Orlas é mais variada e alternam rochas com distinta plasticidade e permeabilidade, facto que tende a acentuar as condições de instabilidade geomorfológica. Estas, por seu turno, são frequentemente agravadas por intervenções antrópicas desajustadas, associadas a uma utilização intensiva do solo.

No contexto das Orlas Mesocenozóicas destacam-se 3 unidades litológicas mais susceptíveis a movimentos de massa, incluindo deslizamentos rotacionais, deslizamentos translacionais, escoadas e movimentos complexos (Rodrigues e Coelho, 1989; Ferreira e Zêzere, 1997): (i) Sequências de margas, argilas, areias e arenitos do Cretácico superior, particularmente na área de Pombal – Condeixa – Soure – Aveiro; (ii) Sequências de calcários e margas do Cretácico médio, nomeadamente nas regiões de Lisboa – Cascais – Ericeira e de Nazaré – Leiria – Vila Nova de Ourém; e (iii) Sequências margo-calcárias do Jurássico superior, principalmente na Estremadura meridional, a norte de Lisboa e a sul da Serra de Montejuento.

#### *c) Bacia Cenozóica do Tejo e Sado*

Os movimentos de massa nesta unidade morfoestrutural incluem deslizamentos translacionais superficiais, deslizamentos lamacentos, desabamentos e balançamentos. A sua distribuição, condicionada predominantemente pelo declive e pela litologia, está relativamente circunscrita às argilas sobreconsolidadas miocénicas da região de Lisboa e às formações continentais com a mesma idade que afloram na região de Santarém (Rodrigues e Coelho, 1989).

### **3.3. Erosão marinha**

A erosão marinha no litoral português é um problema conhecido desde o final do século XIX, nomeadamente com o caso de Espinho, onde se construíram as primeiras defesas costeiras, que, no entanto, não foram suficientes para impedir o desaparecimento de uma faixa com mais de 1000 metros de largura, com diversas habitações, igreja e ruas (Valle, 1989).

Os fenómenos de erosão litoral no último século têm fundamentalmente três causas (Pereira, 2004): (i) a diminuição do afluxo de sedimentos, sobretudo a partir dos anos 1950, na sequência da construção de barragens que, ao reterem as aluviões, impedem a sua chegada à foz e posterior redistribuição pelas correntes longitudinais (deriva litoral); (ii) a ocupação desregrada da faixa litoral, que conduziu à perturbação do normal funcionamento autoregulador dos sistemas biofísicos litorais, tendo por vezes conduzido ao seu desaparecimento; e (iii) a subida eustática do nível do mar em consequência da expansão térmica oceânica. De entre as causas apontadas, a diminuição do afluxo de sedimentos e o desordenamento do litoral serão responsáveis por cerca de 90% dos problemas de erosão (Ferreira *et al.*, 1990).

Os troços de litoral submetidos a erosão marinha mais intensa no território continental correspondem às áreas de costa baixa arenosa. Com efeito, os sistemas de praia-duna são os sistemas costeiros mais vulneráveis à subida do nível do mar e aos galgamentos oceânicos na sequência de tempestades. Estes sistemas naturais migram em função da variação do nível do mar, que terá subido cerca de 15 centímetros nos últimos cem anos, de acordo com os registos maregráficos obtidos em Cascais. Este valor, aparentemente pouco espectacular, quando acompanhado por situações de subida do nível do mar de origem meteorológica (*storm surge*), determina que a rebentação das ondas ocorra mais para o interior, favorecendo o galgamento das praias e mesmo das dunas (Pereira, 2004).

Os sistemas costeiros de arriba e de praia-arriba são, à partida, menos susceptíveis à erosão marinha do que os anteriores. No entanto, dependendo da natureza e da disposição estrutural dos materiais em que a arriba é talhada, estes sistemas podem ser sujeitos a movimentos de vertente de tipo desabamento e deslizamento, como acontece por exemplo, na faixa entre S. Martinho do Porto e Nazaré, no litoral ocidental, e no Carvoeiro, no litoral meridional.

### **3.4. Cheias e inundações**

As cheias são fenómenos naturais extremos e temporários, provocados por precipitações excessivas que fazem aumentar o caudal dos cursos de água, originando o extravase do leito

menor e a inundação das margens e áreas circunvizinhas, que se encontram frequentemente ocupadas por actividades humanas.

O perigo de inundação no território de Portugal continental verifica-se nas planícies aluviais dos principais rios do país (por exemplo, Tejo, Douro, Mondego, Sado e Guadiana), mas também em pequenas bacias hidrográficas sujeitas a cheias rápidas ou repentinas (por exemplo, ribeiras na  rea Metropolitana de Lisboa, Oeste, Alentejo e Algarve). Estas últimas são potencialmente mais perigosas que as cheias nos grandes rios, principalmente quando ocorrem em áreas densamente urbanizadas, devido ao reduzido tempo de concentração das bacias e   violência do escoamento (geralmente com elevada carga sólida) que as caracteriza. As cheias podem ainda ser induzidas por ruptura de barragens, associada ou não a situações meteorológicas adversas. As ondas de cheia induzidas por estes acidentes são de propagação rápida e têm um potencial destruidor muito elevado.

As cheias dos grandes organismos fluviais, como é o caso dos rios Tejo e Douro, são de tipo progressivo e ocorrem em resultado de períodos chuvosos que se prolongam por várias semanas. As albufeiras, que se encontram geralmente com níveis baixos no final da época estival, vão sendo progressivamente abastecidas no decurso destes períodos pluviosos, contribuindo para a regularização dos caudais dos cursos de  gua. No entanto, quando a capacidade de armazenamento das albufeiras é atingida, este efeito regulador diminui drasticamente, podendo assistir-se a um aumento dos picos de cheia pelas descargas efectuadas nas barragens (Ramos e Reis, 2002).

As cheias rápidas são motivadas por episódios de precipitação muito intensa e concentrada em algumas horas, e ocorrem mais frequentemente nas estações de transição, particularmente no Outono.

O levantamento das vulnerabilidades às cheias, com base nos efeitos das inundações verificadas no continente no passado, foi efectuado no âmbito da preparação do Plano Nacional da  gua (INAG, 2001), tendo permitido a identificação dos principais pontos críticos nas bacias hidrográficas nacionais.

### **3.5. Acidentes industriais**

De acordo com o Decreto-Lei 164/2001, de 23 de Maio, considera-se Acidente Grave qualquer acontecimento, tal como emissão de substâncias, um incêndio ou uma explosão de proporções graves, resultante de desenvolvimentos incontrolados ocorridos durante o funcionamento de um estabelecimento, que constitua perigo grave, imediato ou retardado, para

a saúde humana (no interior ou no exterior do estabelecimento) e/ou para o ambiente, e que envolva uma ou mais substâncias perigosas.

O Plano Nacional de Emergência (SNPC, 1994) identifica os estabelecimentos do parque industrial português que têm maior potencialidade para gerar acidentes industriais graves. Estes incluem as indústrias que produzem gás de cidade, petróleo e seus derivados, pasta de papel, vidro, pesticidas, adubos, resinas sintéticas, negro de fumo, isocianatos, colas, azoto, amoníaco, oxigénio, anidrido carbónico, cloro e peróxido de hidrogénio. São consideradas também as empresas que armazenam gases e líquidos inflamáveis, acrilonitrilo, amoníaco, cloro, dióxido e trióxido de enxofre, nitrato de amónia, clorato de sódio e oxigénio líquido. De acordo com o referido Decreto-Lei, estes estabelecimentos industriais estão obrigados ao dever de notificação e à apresentação de um Relatório de Segurança, demonstrando a aplicação de uma política de prevenção de acidentes graves e a existência de um sistema de gestão de segurança.

A distribuição geográfica das empresas em questão no território de Portugal Continental evidencia acentuadas dissimetrias regionais, com predomínio para a localização nas regiões do litoral, particularmente nas áreas metropolitanas de Lisboa e Porto e nos complexos industriais de Estarreja, Barreiro e Sines.

### **3.6. Acidentes no transporte de substâncias perigosas**

A possibilidade de ocorrência de acidentes é uma realidade no transporte de substâncias perigosas por vias rodoviária, ferroviária ou marítima. No entanto, a expressão espacial dessa possibilidade não é de fácil realização, atendendo à limitação dos dados disponíveis. A susceptibilidade à ocorrência de acidentes no transporte de substâncias perigosas é mais facilmente delimitável no caso das infra-estruturas de transporte de tipo oleoduto e gasoduto.

Os acidentes potenciais no oleoduto consistem em derrames de produtos resultantes de uma fuga numa válvula de seccionamento ou de uma falha de um componente estrutural, com consequentes libertações de gases inflamáveis, derrame de combustíveis líquidos (com contaminação dos solos e da água) e, eventualmente, incêndios e explosões. Os possíveis acidentes no gasoduto estão associados a fugas de gás (decorrentes de perfuração em escavações, interferências de dragagens, arrastamentos de terrenos e/ou amarrações, corrosão, acidentes rodoviários ou ferroviários, movimentos de vertente, sismos, etc.), que podem ser responsáveis por: (i) asfixia provocada pelo gás na ausência de ignição; (ii) incêndio originado pela ignição do gás e sua regressão ao ponto de fuga; (iii) elevados níveis de

radiação térmica associados a uma chama ancorada no orifício da fuga; e (iv) sobrepressão resultante da explosão, se esta ocorrer ([www.snbpc.pt](http://www.snbpc.pt)).

O Oleoduto português liga a refinaria de Sines ao Parque de Aveiras, numa extensão total de 147 km. O oleoduto atravessa os distritos de Setúbal, Évora, Lisboa e Santarém, estando identificados 9 municípios com áreas potencialmente afectadas por um eventual acidente verificado no *pipeline* (Vendas Novas, Azambuja, Benavente, Alcácer do Sal, Grândola, Montijo, Palmela, Santiago do Cacém e Sines).

O transporte de gás natural em estado gasoso é feito por um gasoduto em alta pressão. O centro de despacho localiza-se em Bucelas e a infra-estrutura que opera é actualmente constituída por cerca de 1069 km de gasoduto e ramais de alta pressão, e cerca de 95 km de ramais de média pressão. O ramal principal situa-se na faixa litoral do país, entre Setúbal e Valença.

#### **4. O mapa da perigosidade natural e tecnológica de Portugal Continental**

O mapa da perigosidade de Portugal Continental que se propõe (Fig. 4) resulta da informação disponível e do conhecimento actual do território. Porém, não pode deixar de referir-se que existem diversas falhas de informação, que não permitiram a realização de um mapa mais detalhado, a uma escala mais pormenorizada. Por este motivo, a informação contida neste documento deve ser lida à escala a que foi produzido, sendo absolutamente desaconselhável a sua ampliação mecânica e transposição da informação para escalas regionais ou locais.

No que respeita ao perigo sísmico, foi utilizada a Carta de isossistas de intensidades máximas do Instituto de Meteorologia, que tem por base os efeitos da sismicidade histórica e instrumental. Este documento revela a importância do sismo de 1755, para a generalidade do território, e do sismo de Benavente em 1909, com efeitos assinaláveis no Baixo Vale do Tejo e na região Oeste. Do documento de base foram extraídas apenas as áreas correspondentes às intensidades IX e X de Mercalli, ajustadas no litoral do Alentejo, por se considerar a informação disponibilizada no século XVIII limitada devido à reduzida ocupação deste território à data.

A localização das províncias sismogénicas com maior potencial para gerar maremotos, associada à modelação probabilística proposta por Baptista *et al.* (2003) para o maremoto de 1755, permitiu a definição da faixa litoral com maior perigosidade relativamente a este fenómeno.

Os movimentos de vertente constituem outro fenómeno causador de perigo. O seu conhecimento é ainda incompleto e parcelar à escala do país. Acresce, ainda, que a repartição

especial destes fenómenos é marcadamente descontínua, o que dificulta a sua sistematização. Deste modo, para obviar a estas dificuldades, a identificação das áreas de maior susceptibilidade aos movimentos de vertente foi efectuada a partir do cruzamento daqueles que são internacionalmente considerados como os principais factores condicionantes da instabilidade geomorfológica: declive e litologia. Numa primeira fase procedeu-se à agregação da informação litológica contida no Mapa Geológico de Portugal na escala de 1:500.000 do INETI, tendo-se obtido as sete classes referidas no Quadro 2. Paralelamente, foi produzido um mapa de declives (em graus) para o território de Portugal Continental, a partir da altimetria na escala de 1:200.000 do IGP. Estes dois documentos foram posteriormente convertidos numa estrutura de dados matricial, com uma resolução espacial de 100 metros (1000 m<sup>2</sup>), por forma a produzir expressões analíticas retiradas do cruzamento da matriz. Estas expressões decorrem de uma linguagem *if, then, and, else (conditional statements)*, embutido na plataforma *Spatial Analyst* do ArcGis. Os limiares críticos de declive considerados para a definição das áreas mais susceptíveis à ocorrência de movimentos de vertente, apresentados no Quadro 2, variam em função do tipo de unidade litológica e foram estabelecidos a partir do conhecimento empírico da dinâmica geomorfológica em Portugal Continental.

<b>Unidades litológicas</b>	<b>Limiar crítico de declive (°)</b>
Depósitos superficiais	10
Rochas carbonatas	25
Rochas graníticas e afins	25
Rochas quartzíticas	25
Rochas sedimentares e vulcânicas estratificadas	10
Outras rochas vulcânicas	20
Rochas xistentas	15

Quadro 2 – Matriz de unidades litológicas e limiares de declive utilizada para a determinação das áreas susceptíveis a movimentos de vertente.

A cartografia da faixa submetida a erosão litoral baseou-se na ocorrência de eventos passados e documentados e, sobretudo, nas características físicas do litoral, no conhecimento da sua dinâmica e dos elementos forçadores, bem como dos factores que nela intervêm.

A definição das áreas sujeitas a inundações e dos troços e pontos críticos baseou-se na informação fornecida pelo Instituto da Água (INAG), suportada no registo de ocorrências. Da mesma fonte provém o essencial da informação que permitiu a definição dos troços susceptíveis a inundação por ruptura de barragens. Neste caso, apenas se acrescentou o troço referente ao Rio Guadiana a jusante da barragem de Alqueva.

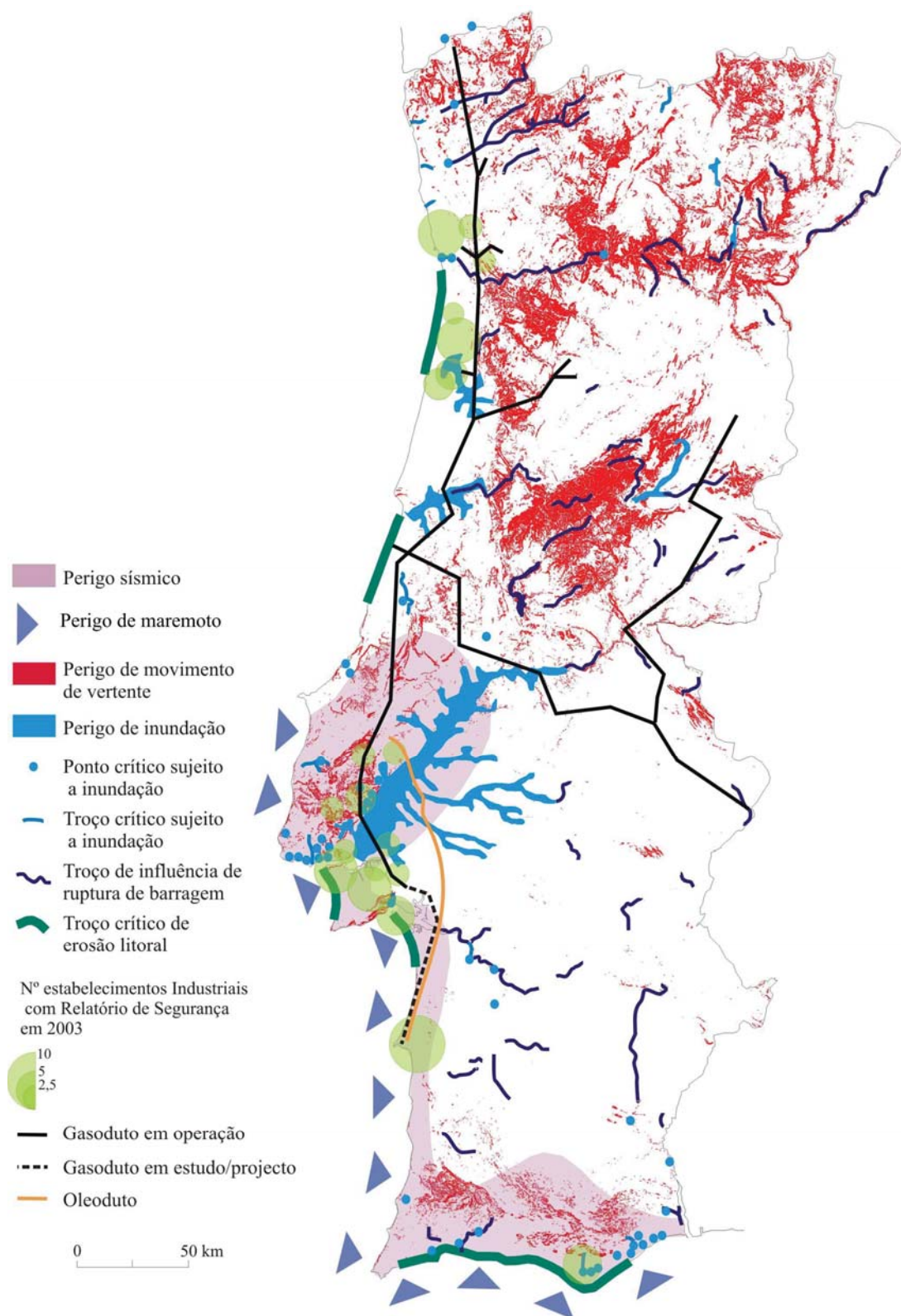


Figura 4 – Perigos naturais e tecnológicos com relevância para o planeamento urbano em Portugal Continental (modificado de Gaspar (coord.), 2005).

A distribuição do perigo de ocorrência de acidentes industriais é sugerida pelo número de estabelecimentos industriais com relatório de segurança em 2003, expressa à escala do concelho.

Em função das limitações já assinaladas, a espacialização do perigo de acidente no transporte de substâncias perigosas foi efectuada apenas com base nos traçados do oleoduto e do gasoduto.

O mapa resultante (Fig. 4) evidencia uma distribuição de perigos naturais e tecnológicos marcadamente desigual no território de Portugal. As fachadas litorais ocidental e meridional estão expostas a um maior número de perigos, enquanto o interior é essencialmente susceptível aos movimentos de vertente e ao perigo de ruptura de barragens. No interior do país, deverá destacar-se a região do Alentejo, enquanto a mais segura aos perigos considerados. Em situação oposta encontram-se as regiões de Lisboa e Vale do Tejo e o Algarve. Esta constatação é particularmente preocupante, visto que estas regiões se incluem nas mais populosas do país (Fig. 5) e apresentam uma grande concentração de actividades económicas e infra-estruturas fundamentais. Assim, existem nestas áreas situações de risco elevado, pela exposição dos elementos em risco através da respectiva vulnerabilidade. São, portanto, áreas cujo ordenamento do território e planos de emergência devem merecer uma atenção especial por parte das entidades responsáveis.

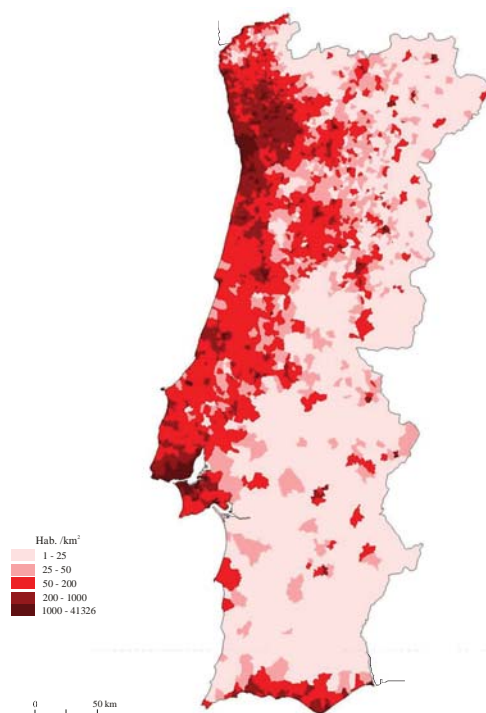


Figura 5 - Densidade populacional por freguesia em 2001 (Fonte: INE).

## Nota Final

Este trabalho foi produzido no âmbito da preparação do Programa Nacional de Políticas de Ordenamento do Território (PNPOT), efectuado para a DGOTDU, sob coordenação do Prof. Doutor Jorge Gaspar da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

## Bibliografia

Amaral, I. (1968) - As inundações de 25-26 de Novembro de 1967 na Região de Lisboa. *Finisterra*, III, 5, Lisboa, p.79-84.

Baptista, M.A.; Miranda, J.M.; Chiericci, F.; Zitellini, N. (2003) - New Study of the 1755 Earthquake Source Based on Multi-channel Seismic Survey Data and Tsunami Modeling. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3, p. 333–340.

Cabral, J. (2003) – *A Geologia na avaliação da perigosidade sísmica*. Seminário “Riscos Geológicos”, Associação Portuguesa de Geólogos, Póvoa do Varzim.

DGA — Direcção Geral do Ambiente (1998) - *Estudos de Localização do Novo Aeroporto*. Ministério do Ambiente.

ESRI (2002) – *Using ArcGIS – Spatial Analyst*. ESRI, USA.

Ferreira, A.B.; Zêzere, J.L. (1997) - Portugal and the Portuguese Atlantic Islands. In Embleton, C.; Embleton-Hamann, C. (Eds.), *Geomorphological Hazards of Europe*, Developments in Earth Surface Processes 5, Elsevier, Amsterdam, p.391-407.

Ferreira, O.; Dias, J.A.; Taborda, R. (1990) – Sea level rise, sediment input and shoreline retreat. The case of Aveiro-Cap Mondego, Portugal. *Comptes-rendus du 1<sup>er</sup> Symposium de l'Association EUROCOAST*, p. 214-219.

Gaspar, J. (coord.) (2004) – *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, 3<sup>o</sup> Relatório – Transformações na ocupação do território: retrospectiva e tendências. Vol. III. Recursos naturais, Ambiente, Património e Riscos*, MCOTA, DGOTDU, Lisboa.

Gaspar, J. (coord.) (2005) – *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, Relatório. 2<sup>a</sup> Versão, Fevereiro 2005*, MAOT, DGOTDU, Lisboa.

Grácia, E., Dañoibeitia, J.J., Vergés J., Córdoba, D., and Parsifal Cruise PARTY (2003) - Mapping active faults at the SW Iberia Margin (38°-36°) from high-resolution swath-bathymetry data. Implications for earthquake hazard assessment, *Geology*, 31,1, p. 83-86.

INAG (2001) – *Plano Nacional da Água*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa.

Oliveira, C.S. (1986) - *A Sismicidade Histórica e a Revisão do Catálogo Sísmico*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.

Panizza, M. (1990) – *Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla Valutazione d'Impatto Ambientale*. La Nuova Italia Scientifica, Roma.

Pereira, A.R. (2004) – O espaço litoral e a sua vulnerabilidade. *Geoinova*, 9, Lisboa, p.33-43.

Ramos, C.; Reis, E. (2002) – Floods in Southern Portugal: Their Physical and Human Causes, Impacts and Human Response. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7, Kluwer Academic Publishers, p.267-284.

Ribeiro, A. (2002) – *Soft Plate and Impact Tectonics*. Springer Verlag.

Rodrigues, L.F.; Coelho, A.G. (1989) - Landslides in Portugal - Extent and economic significance. In Brabb & Harrod (Eds.), *Landslides: Extent and Economic Significance*, Balkema, Rotterdam, p.179-189.

SNPC (1994) – *Plano Nacional de Emergência*. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

UNDRO (1979) – *Natural Disasters and Vulnerability Analysis, Report of Expert Group Meeting 9-12 July 1979*, Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator, Geneva.

Valle, A.S. (1989) – As obras de protecção e de reconstituição das praias de Espinho (Tema IV). *Recursos Hídricos*, 9, 3, Lisboa, p. 57-67.