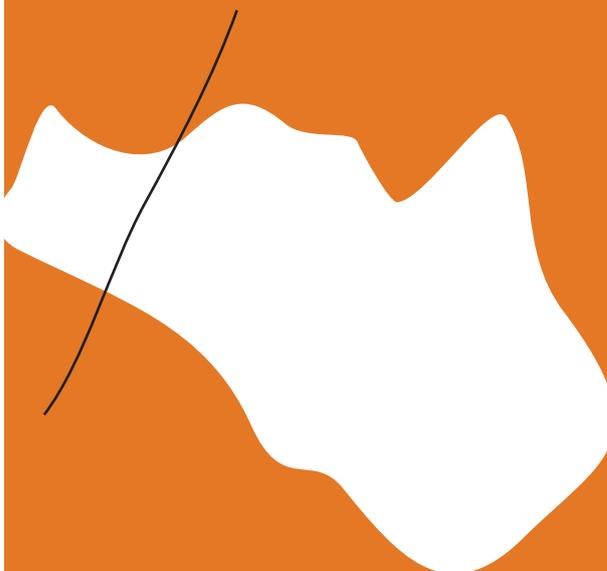


1ª REVISÃO DO
PLANO DIRETOR MUNICIPAL
DE POMBAL



ESTUDOS DE
CARACTERIZAÇÃO

VOL. IX
RISCOS

	DESCRIÇÃO TÉCNICA
COORDENAÇÃO GERAL	Michäel da Mota António - Vereador
	Celestino Mota - Arquitetura
COORDENAÇÃO TÉCNICA	Sílvia Ferreira - Planeamento Regional e Urbano
EQUIPA TÉCNICA	Ana Cardoso - Geografia - Planeamento e Gestão do Território
	Ana Rita Freire - Engenharia Civil
	Nélia Fragoso - Arquitetura Paisagista
	Nelson Mendes - Arquitetura
	Paula Vieira - Geografia Física e Ordenamento do Território / SIG
COLABORAÇÃO	Lisete Vieira - Geografia -Cartografia e SIG
	Túlia Paiva - Engenharia Geológica
CONSULTADORIA	Fernanda Paula Oliveira - Jurista
OUTRAS COLABORAÇÕES TÉCNICAS	Armando Ferreira - Geografia
	Helena Moura e Thierry Aubry - Arqueologia
	Nelson Pedrosa - História da Arte
OUTRAS COLABORAÇÕES	Anabela Silva - Administrativa
	Santelmo Oliveira - Desenhador

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	6
2 ENQUADRAMENTO	7
2.1 PNPOT	7
2.2 PROT-Centro	8
2.3 REN	15
2.4 Proteção Civil	15
3 CONCEITOS	18
4 METODOLOGIA	20
5 RISCOS NATURAIS, TECNOLÓGICOS E MISTOS NO CONCELHO DE POMBAL	22
5.1 Riscos Naturais	23
5.1.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS ADVERSAS	23
5.1.1.1 Nevoeiros	23
5.1.1.2 Ondas de calor	26
5.1.1.3 Vagas de frio	28
5.1.1.4 Seca	30
5.1.2 HIDROLOGIA	31
5.1.2.1 Cheias e inundações	31
5.1.3 GEODINÂMICA INTERNA	56
5.1.3.1 Sismos	56
5.1.3.2 Radioatividade natural	63
5.1.4 GEODINÂMICA EXTERNA	66
5.1.4.1 Movimentos de vertentes	66
5.1.4.2 Erosão costeira	77
5.1.4.3 Colapso de cavidades subterrâneas naturais	79
5.2 Riscos Tecnológicos	82
5.2.1 TRANSPORTES	82
5.2.1.1 Acidentes Rodoviários	82
5.2.1.2 Acidentes Ferroviários	84
5.2.1.3 Acidentes aéreos	86
5.2.1.4 Acidentes com Transporte Terrestre de Mercadorias Perigosas	87
5.2.1.5 Acidentes com transporte marítimo de produtos perigosos	90
5.2.2 VIAS DE COMUNICAÇÃO E INFRAESTRUTURAS	91

5.2.2.1	Colapso de pontes	91
5.2.2.2	Acidentes em infraestruturas fixas de transporte de produtos perigosos	93
5.2.2.3	Colapso de galerias e cavidades de minas	97
5.2.3	ATIVIDADE INDUSTRIAL E COMERCIAL	98
5.2.3.1	Acidentes em áreas e parques industriais	100
5.2.3.2	Acidentes que envolvam substâncias perigosas (Diretiva Seveso II)	102
5.2.3.3	Acidentes em instalações combustíveis	105
5.2.3.4	Acidentes em armazenagem de produtos explosivos	106
5.2.3.5	Acidentes em estabelecimentos de atividades sujeitas a licença ambiental	108
5.2.3.6	Incêndios e colapsos em centros históricos	110
5.2.3.7	Poluição atmosférica grave com partículas e gases	114
5.2.3.8	Emergência radiológica	117
5.3	Riscos Mistos	119
5.3.1	RELACIONADOS COM A ATMOSFERA	119
5.3.1.1	Incêndios florestais	119
5.3.2	RELACIONADOS COM A ÁGUA	135
5.3.2.1	Degradação e contaminação de aquíferos	135
5.3.2.2	Degradação e contaminação de águas superficiais	139
5.3.3	RELACIONADOS COM O SOLO	142
5.3.3.1	Erosão hídrica dos solos	142
5.3.3.2	Degradação e contaminação dos solos	145
6	SÍNTESE CONCLUSIVA	147
	ÍNDICE DE GRÁFICOS	149
	ÍNDICE DE FIGURAS	149
	ÍNDICE DE QUADROS	150
	BIBLIOGRAFIA	151

“ A ideia de risco tem acompanhado desde sempre o homem. No princípio os riscos eram exclusivamente naturais, a pouco e pouco, além desses apareceram outros como consequência das suas próprias atividades”

(F. Rebelo, 2003)

“O Homem assume-se não só como um influente fator sobre os processos morfogénéticos mas também como um agente primordial da morfeéenesse”

(F. Rebelo,1977, 2001; R. Neboit, 1979; H. Bückner, 1986; A. Goudie, 1990; A. Pedrosa, 1994,1997 in Pedrosa, A. 2006)

1 INTRODUÇÃO

A análise dos riscos reveste-se da máxima relevância quando analisamos a sociedade atual e a sua relação com o meio que a rodeia. Cada vez mais, vivemos numa sociedade do risco na qual o ser humano pensa cada vez mais o risco como algo futuro que influencia o presente. O medo associado à existência de uma ameaça latente poderá provocar na sociedade um sentimento de prevenção e aceitação, ou não, da perigosidade do mesmo, da sua suscetibilidade, uma vez que estas só ganham expressão quando estão associadas à vulnerabilidade.

De acordo com a republicação do Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro, nomeadamente o artigo 85.º, ponto 1 alínea n) que estabelece o conteúdo material dos planos diretores municipais, o PDM define um modelo de organização municipal do território identificando, entre outros aspetos, as “condicionantes, designadamente reservas e zonas de proteção, bem como das necessárias à concretização dos planos de proteção civil de carácter permanente” e estabelecendo, segundo a alínea o) “as condições de atuação sobre áreas críticas, situações de emergência ou exceção, bem como sobre áreas degradadas em geral”.

O PDM Pombal é pois o instrumento de gestão territorial privilegiado para operar o interface entre ordenamento do território e gestão de riscos no âmbito local, uma vez que abrange a totalidade do município, sendo uma referência para a elaboração dos demais planos municipais de ordenamento do território, assumindo um carácter vinculativo para os particulares e é um instrumento estratégico e programático através do qual o município afirma a sua estratégia de desenvolvimento territorial, define a sua política de ordenamento do território e de urbanismo e a respetiva articulação com as demais políticas urbanas. Este plano integra e articula as orientações estabelecidas pelos instrumentos de gestão territorial de âmbito nacional e regional com as suas próprias opções de ordenamento e estabelece o modelo de organização espacial do território municipal.

2 ENQUADRAMENTO

2.1 PNPOT

A política de ordenamento do território, regulada pela Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, encontra-se organizada em três âmbitos, nacional, regional e municipal e concretiza-se através de um conjunto instrumentos de gestão territorial, sendo o PNPOT o instrumento que define o modelo de desenvolvimento territorial nacional para o horizonte de 2025, fixando objetivos estratégicos e específicos nos vários domínios de política sectorial com impacte territorial, identificando medidas prioritárias para atingir esses objetivos e fornecendo orientações para a elaboração dos restantes instrumentos de gestão territorial.

Neste contexto, o PNPOT faz um diagnóstico sobre a organização, tendências e desempenho do território, identificando no domínio no ordenamento do território um conjunto de problemas, dos quais se destacam os relativos ao domínio dos recursos naturais e gestão de riscos, nomeadamente, degradação do solo e riscos de desertificação, agravados por fenómenos climáticos e pela dimensão dos incêndios florestais, degradação da qualidade da água e deficiente gestão dos recursos hídricos, insuficiente desenvolvimento dos instrumentos de ordenamento e de gestão das áreas classificadas integradas na Rede Fundamental de Conservação da Natureza, insuficiente consideração dos perigos nas ações de ocupação e transformação do território, com particular ênfase para os sismos, os incêndios florestais, as cheias e inundações e a erosão das zonas costeiras.

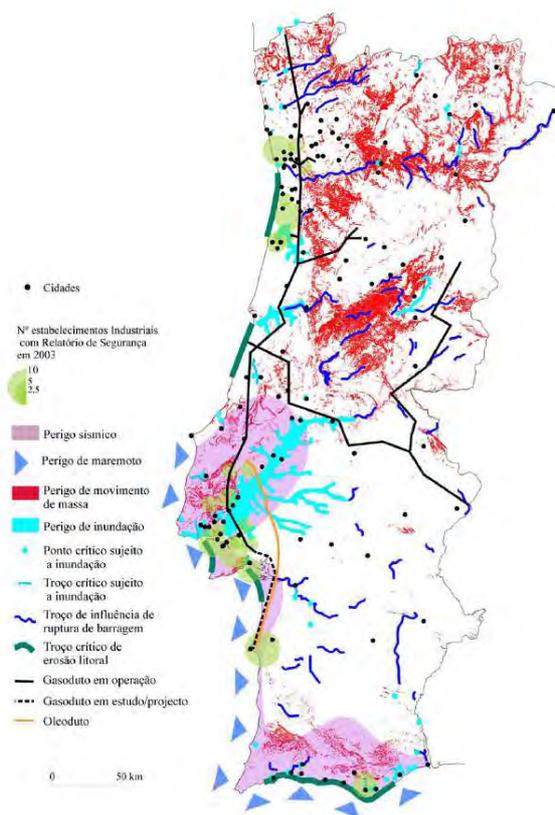


Figura 1: Riscos em Portugal continental
Fonte: http://www.dgotdu.pt/PNPOT/Storage/pdfs/PNPOT_RELATORIO.pdf

Este instrumento de gestão territorial foi o primeiro instrumento de gestão territorial que considerou os riscos e as vulnerabilidades territoriais na definição do modelo territorial, sendo que um dos quatro grandes vetores de identificação espacial do território é o sistema de prevenção de riscos. Esta inclusão assume-se, como uma clara preocupação no âmbito da

gestão preventiva de riscos, como uma prioridade de primeira linha da política de ordenamento do território.

As conclusões da análise e a consideração dos riscos no modelo territorial têm tradução no Programa de Ação, onde foram estabelecidos objetivos estratégicos e medidas prioritárias, dos quais se destacam conservar e valorizar a biodiversidade, os recursos e o património natural, paisagístico e cultural, utilizar de modo sustentável os recursos energéticos e geológicos, e monitorizar, prevenir e minimizar os riscos; avaliar e prevenir os fatores e as situações de risco, e desenvolver dispositivos e medidas de minimização dos respetivos efeitos definir para os diferentes tipos de riscos naturais, ambientais e tecnológicos, em sede de PROT, PMOT e PEOT, e consoante os objetivos e critérios de cada tipo de plano, as áreas de perigosidade, os usos compatíveis nessas áreas e as medidas de prevenção e mitigação dos riscos identificados.

2.2 PROT-Centro

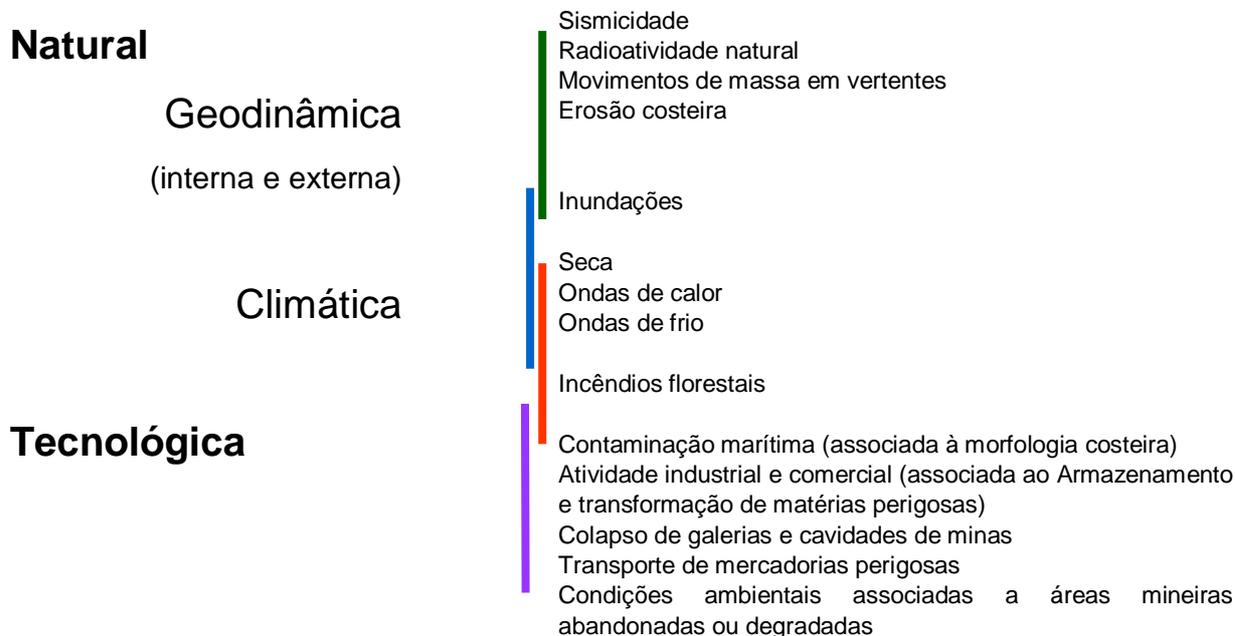
O PROT-C estabelece um quadro orientador que assume uma natureza indicativa e estratégica, propondo um modelo de organização e estruturação do território, vinculando as entidades públicas, nomeadamente a administração local e neste caso o município de Pombal.

Neste contexto, as normas orientadoras do PROT-C constituem orientações com incidência nos diferentes domínios do ordenamento territorial e urbano. Assim, os critérios de ordenamento e gestão territorial têm em consideração os diferentes modelos de afirmação da urbanidade na região.

No âmbito do sistema de riscos naturais e tecnológicos, o PROT-C considerou um conjunto de dinâmicas e perigos, organizados em função do domínio da componente natural, ambiental ou tecnológica.

Assim, foram considerados os seguintes perigos como vetores de expressão territorial:

Gráfico 1: Esquema síntese da avaliação da perigosidade para o PROT-C
 Fonte: PROT- C,2007



Neste âmbito, o PROT-C procurou ainda elaborar uma visão estratégica territorializada da Região Centro. Para tal considerou a implementação de políticas de prevenção e mitigação de riscos que passam por:

- Reforçar a análise e a interpretação dos riscos naturais e tecnológicos na Região Centro, numa lógica de prevenção e mitigação, promovendo a resistência e a resiliência das populações e territórios.
- Os riscos naturais e tecnológicos devem estrategicamente ser tidos em conta nas opções de qualificação ambiental, na definição dos fluxos urbanos, no suporte da inovação, e na definição e na hierarquização da rede de acessibilidades;
- As fragilidades e potencialidades da orla costeira, função dos valores ambientais e da dinâmica de transformação, devem impor uma monitorização e gestão integrada dos riscos naturais e tecnológicos e uma atuação preventiva;
- As condições de ondas de calor estão associadas a outros riscos sumativos como sejam as secas e os incêndios, nomeadamente os florestais os quais exigem o desenvolvimento de sistemas eficazes de prevenção e alerta, a salvaguarda e exploração de recursos hídricos subterrâneos e políticas de ordenamento e gestão florestal;
- A gestão e qualificação de áreas protegidas e de conservação da natureza devem incorporar medidas de prevenção e mitigação de riscos naturais e tecnológicos;

- A materialização dos riscos naturais e tecnológicos devem impor constrangimentos e limitações nos fluxos e dinâmicas nacionais e transnacionais que se cruzam na Região Centro nos domínios, por exemplo, da circulação rodoviária e ferroviária, na exploração e distribuição energética, na captação e abastecimento de recursos hídricos;
- A territorialização e cenarização dos riscos tecnológicos devem condicionar as opções de desenvolvimento e espacialização dos setores industriais e infraestruturação energética e de acessibilidades;
- Os modelos de desenvolvimento rural e de proteção da floresta e dos espaços naturais condicionam os setores produtivos, como por exemplo o turismo, e devem refletir a magnitude e severidade dos índices de perigosidade natural;
- quadro regional de qualificação ambiental e de segurança das pessoas e bens está dependente das estratégias de remediação e monitorização em áreas mineiras abandonadas ou degradadas;
- A diversificação e adequação das estratégias de uso e transformação do território devem promover a mitigação dos riscos;
- policentrismo da Região Centro apresenta-se como potenciador de uma estrutura territorial que pode contribuir para diminuir ou mitigar a vulnerabilidade social aos riscos naturais e tecnológicos;
- A tendência para a macrocefalia urbana deve ser contrariada por políticas de ordenamento do território porque uma estrutura polinucleada melhora os níveis da prevenção e mitigação dos riscos e da emergência e socorro, dada a efetiva desconcentração espacial;
- A perceção e sensibilização aos riscos, bem como a adoção de comportamentos de segurança, exigem o desenvolvimento de competências no âmbito da educação, nomeadamente para o ambiente, sustentabilidade e cidadania;
- Articulação entre os objetivos e instrumentos de ordenamento do território e as políticas de prevenção e redução dos riscos às escalas transnacional, nacional, regional, intermunicipal e municipal.

Assente nesta visão o modelo territorial definiu um conjunto de sistemas estruturantes que refletem as dinâmicas instaladas, nomeadamente o sistema de riscos naturais e tecnológicos.

Neste sistema, elaborou-se uma projeção compósita da suscetibilidade, vulnerabilidade social e densidade da população exposta, obtendo cinco espaços heterogéneos de risco, que representam espaços de associação tipológica e de grau de incidência semelhantes, sendo que o concelho de Pombal se pode integrar em duas destas regiões, nomeadamente:

- Espaço Litoral, com elevada suscetibilidade relacionada com a erosão costeira, as inundações e, com menor incidência, a sismicidade. Este espaço é diferenciado por baixos graus de suscetibilidade relacionados com condições meteorológicas extremas e por elevados níveis de suscetibilidade relacionados com as atividades industriais e comerciais com matérias perigosas e as decorrentes do transporte e manuseamento de mercadorias perigosas. Em termos de vulnerabilidade esta apresenta evidentes contrastes municipais, correspondendo os valores mais elevados a uma maior densidade da população exposta.
- Espaço de interface Litoral/Interior, com elevada suscetibilidade relacionada com movimentos de massa, cheias/inundações, e com menor incidência com a sismicidade. Neste espaço as condições meteorológicas extremas refletem índices elevados de suscetibilidade relacionados com as ondas de calor e frio. Este espaço apresenta ainda uma expressão elevada a muito elevada da suscetibilidade relacionada com o transporte mercadorias perigosas, distribuição energética, bem como da decorrente das atividades industriais e comerciais com matérias perigosas. Reflete ainda pontualmente a perigosidade relacionada com áreas mineiras abandonadas ou degradadas.

Os vetores estratégicos que assegurem a compatibilidade entre o ordenamento do território, uma cultura de segurança e o desenvolvimento físico-urbanístico e socioeconómico são:

1. Prevenção e redução da perigosidade
2. Redução da vulnerabilidade e mitigação dos riscos
3. Operações de socorro e emergência
4. Promoção técnica/científica e da resistência social dos cidadãos

O município de Pombal, tendo em consideração as normas específicas do sistema de riscos naturais e tecnológicos estabelecidas no PROT-C, procurará promover uma cultura de segurança e de gestão do risco suportada por políticas sectoriais, de abordagem multidisciplinar, visando o desenvolvimento sustentável e a segurança de pessoas e bens, criar um quadro referencial de suscetibilidade e vulnerabilidade social aos riscos naturais e tecnológicos, reconhecido e aceite às escalas nacionais e regionais.

São ainda fulcrais a implementação de políticas públicas de recolha, cartografia, monitorização, cadastro e tratamento de dados relevantes para a análise dos perigos, a definição da probabilidade de ocorrência e expressão territorial; discriminação positiva, na perspetiva de mobilização de mecanismos perequativos a nível municipal, dos territórios com elevada suscetibilidade aos processos naturais, bem como das infraestruturas produtivas ou de circulação expostas, atendendo à relevância a escalas nacionais e regionais.

Os vetores estratégicos que estruturam o modelo territorial, traduzem-se nas seguintes orientações:

- Identificação e delimitação das áreas sujeitas a risco sísmico, radioatividade natural, movimentos de massas de vertentes e cheias, inundações e galgamentos marinhos.
- Inclusão da análise dos diversos riscos, cartografando a escalas adequadas, as áreas de risco, e estabelecer na respetiva regulamentação os usos compatíveis.
- As restrições de uso ou a definição de usos compatíveis para cada uma das áreas e para as diversas tipologias de risco aplicáveis ao concelho de Pombal, são:
 - a. Risco sísmico: nos solos suscetíveis de ampliação do sinal sísmico ou de liquefação deve ser proibida ou condicionada a ocupação de solo assim como estabelecer uma distância mínima de segurança relativamente a falhas consideradas potencialmente ativas sob ação sísmica;
 - b. Movimentos de massa em vertentes: nas áreas com perigosidade elevada a muito elevada, deve ser condicionada a qualificação do solo e os volumes de escavação e aterro, bem como proibir ou condicionar as alterações da cobertura vegetal e da drenagem.
 - c. Cheias, inundações e galgamentos marinhos:
 - i. condicionar a qualificação do solo e os volumes de escavação e aterro, bem como proibir ou condicionar as alterações da cobertura vegetal e da drenagem;
 - ii. Em espaço urbano, as áreas ameaçadas por cheias, inundações e galgamentos marinhos devem ser geridas como espaços abertos vocacionados para atividades ou estruturas de recreio, lazer ou de valorização ecológica;
 - iii. Fora dos espaços urbanos, as áreas ameaçadas por cheias, inundações e galgamentos marinhos devem ser geridos como espaços abertos vocacionados para atividades agrícolas, estruturas de recreio, lazer ou de valorização ecológica;
 - iv. Restringir a construção de novas edificações e interditar a criação de novas áreas urbanas.
 - d. Incêndios florestais:
 - i. Incorporar o zonamento e a regulamentação dos espaços florestais de acordo com os Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF),respeitando as indicações previstas no Plano Municipal de Defesa

- da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI), relativas às ações compatíveis com o mapeamento da suscetibilidade;
- ii. Em zonas com elevada suscetibilidade a incêndios, devem interditar a construção de edificações destinadas a habitação permanente ou temporária, turismo ou outras atividades, que pelo seu isolamento, dificuldade de acesso ou valor patrimonial, torne a defesa, face ao perigo de incêndio florestal, uma tarefa de elevado risco para as populações ou forças de proteção. Em casos de manifesta incompatibilidade entre a localização e a segurança operacional, devem ser estabelecidos programas e ações específicas de realocização;
 - iii. Restringir a localização de infraestruturas ou equipamentos de utilização coletivas/outros que limitem ou condicionem a movimentação segura e eficiente dos meios aéreos, destinados ao combate dos incêndios florestais, nomeadamente linhas de transporte e distribuição de energia elétrica, postos de transmissão de comunicações, aéro-geradores ou outros. Em casos de manifesta incompatibilidade entre a localização e a segurança operacional, devem ser estabelecidos programas e ações específicas de realocização;
 - iv. Identificar, delimitar e regulamentar faixas de gestão de combustíveis à volta dos aglomerados populacionais, à volta de infraestruturas estratégicas e de equipamentos públicos de utilização coletiva, nomeadamente os de elevada concentração populacional e os equipamentos de gestão de emergência e socorro. Estas faixas de descontinuidade da carga combustível devem apresentar uma largura mínima definida, dependente das condições orográficas e de coberto vegetal, e ser identificadas cartograficamente nas condicionantes do PMOT;
 - v. Identificar, delimitar e regulamentar uma largura mínima definida de descontinuidade da carga combustível, envolvendo os pontos de captação e extração de água e os perímetro das unidades ou estabelecimentos industriais e comerciais que efetuam o manuseamento, armazenamento ou transformação de matérias perigosas, nomeadamente as que estejam obrigadas ao dever de notificação e apresentação de um relatório de segurança.
- e. Matérias perigosas: identificar as áreas de proteção e faixas de segurança das unidades e estabelecimentos comerciais e industriais com manuseamento, armazenamento ou transformação de matérias perigosas, assim como das redes de gasoduto e oleoduto;
 - f. Interditar, nas áreas de suscetibilidade a movimentos de massa, cheias, inundações e galgamentos marinhos, novos equipamentos hospitalares e de saúde, escolares, de reclusão, de gestão de emergência e socorro, edifícios

com elevada concentração populacional, ou indústrias perigosas, nomeadamente as abrangidas pelo D.L 254/2007, de 12 de julho, e de outras estruturas que ponham em perigo pessoas, bens e ambiente.

- Nas áreas ameaçadas pelas cheias, inundações e galgamentos marinhos discriminar intervalos de recorrência e assinalar cartograficamente as áreas afetadas nomeadamente no caso das cheias e inundações, indicar as áreas sujeitas a cheias rápidas, cheias progressivas e processos conjugados com fluxos de materiais sólidos.
- Adotar políticas de ordenamento e instrumentos que valorizem a prevenção e minimização dos processos associados aos movimentos de massa e a processos de colapso, abatimento ou instabilidade de zonas cársicas, de explorações minerais e de recursos geológicos (pedreiras).
- Testar a articulação e operacionalização da partilha de meios e recursos para situações generalizadas de distúrbio com movimentos de massa em vertentes, afetando infraestruturas com incidência supramunicipal a nacional.
- Avaliar, monitorizar e concretizar, nomeadamente no quadro de alterações climáticas a modelação topo-hidrográfica da linha da orla costeira para horizontes temporais abrangentes.
- Adotar uma visão preventiva baseada no princípio da precaução na ocupação e gestão da orla costeira, conjugando a limitação à ocupação humana com os perigos associados aos processos erosivos, subida do nível médio das águas do mar e alterações climáticas.
- Adotar programas e ações, estruturais e não estruturais, ao nível da prevenção e mitigação do risco de cheias, inundações e galgamentos marinhos, envolvendo a dimensão urbana e rural, bem como a avaliação da eficiência das estruturas de defesa e regularização.
- Avaliar, monitorizar e concretizar nomeadamente no quadro de alterações climáticas a modelação dos regimes fluviais associados a cheias rápidas e progressivas.
- Avaliar a sobrecarga dos sistemas de distribuição de eletricidade e falha consequente, potenciando de forma significativa os efeitos na saúde pública de extremos termo-higrométricos, associadas a ondas de calor e de frio.
- Reflorestar as áreas ardidas e aumentar os espaços com espécies autóctones, bem como sensibilizar as populações para os perigos e para as práticas de autoproteção.
- Articular as políticas de gestão e ordenamento florestal com as políticas energéticas.

2.3 REN

O Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto estabeleceu o regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN) definida como *“uma estrutura biofísica que integra o conjunto das áreas que, pelo valor e sensibilidade ecológica ou pela exposição e sensibilidade perante riscos naturais, são objeto de proteção especial”*.

Em termos de gestão de riscos naturais, a REN define dois objetivos: 1) prevenir e reduzir os efeitos da degradação da recarga de aquíferos, dos perigos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica do solo e de movimentos de massa em vertentes, contribuindo para a adaptação aos efeitos das alterações climáticas e acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens; 2) contribuir para a concretização, a nível nacional, das prioridades da Agenda Territorial da União Europeia nos domínios ecológico e da gestão transeuropeia de riscos naturais.

A delimitação da REN decorre e forma articulada com a revisão do PDM de Pombal e com a elaboração da cartografia municipal de risco, conferindo uma atempada ponderação da perigosidade, suscetibilidade e vulnerabilidade na ótica da prevenção e mitigação dos riscos.

2.4 Proteção Civil

A política do ordenamento do território tem como fim acautelar a proteção da população, através de uma ocupação, utilização e transformação do solo que tenham em conta a segurança de pessoas, prevenindo os efeitos decorrentes de catástrofes naturais ou da ação humana (adaptado da Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo, Artigo 3º - Lei n.º 54/2007 de 31 de agosto).

Neste contexto são objetivos da proteção civil a prevenção e atenuação de riscos coletivos e a ocorrência de acidentes graves ou catástrofes, limitando os seus efeitos, assim como, socorrer e assistir pessoas e outros seres vivos, proteger bens e valores culturais, ambientais e de elevado interesse público, apoiar a reposição da normalidade em áreas afetadas (Lei de bases da proteção civil, artigo 4.º- Lei n.º 27/2006, de 3 de julho).

Tendo em conta os riscos para o interesse público nos domínios da construção de infraestruturas, da realização de medidas de ordenamento e da sujeição a programas de

fiscalização (LBPC, artigo 26), o PDM deverá estabelecer os comportamentos suscetíveis de imposição aos utilizadores do solo, identificar o conjunto de equipamentos, infraestruturas e sistemas que asseguram a segurança e proteção civil (RJIGT Artigo 11º), identificar as condicionantes, designadamente reservas e zonas de proteção (RJIGT Artigo 85º), assim como conter condições de atuação sobre as áreas críticas, situações de emergência ou de exceção, bem como sobre áreas degradadas em geral (RJIGT Artigo 85º).

A Lei n.º 65/2007, de 12 de novembro, que enquadra a proteção civil de âmbito municipal, define como objetivos gerais prevenir e atenuar a ocorrência de acidentes graves ou catástrofes na área de cada município. Simultaneamente, determina os domínios da atividade de proteção civil municipal, nomeadamente o levantamento, previsão, avaliação e prevenção dos riscos coletivos do município, a análise permanente das vulnerabilidades municipais perante situações de risco, o estudo e divulgação de formas adequadas de proteção de edifícios em geral, de monumentos e de outros bens culturais, de infraestruturas, do património arquivístico, de instalações de serviços essenciais, bem como do ambiente e dos recursos naturais existentes no município, e a previsão e planeamento de ações atinentes à eventualidade de isolamento de áreas afetadas por riscos no território municipal.

Neste sentido, e como forma de operacionalizar o disposto anteriormente, foi elaborado um documento pela Autoridade Nacional de Proteção Civil denominado “Manual para a elaboração, revisão e análise de planos municipais de ordenamento do território na vertente de proteção civil” que tem como objetivo auxiliar a elaboração de pareceres neste domínio.

Este documento define uma checklist de fatores a ter em consideração na revisão de um PDM, nomeadamente no PDM de Pombal, sendo estes:

- Identificação cartográfica na planta de condicionantes, dos riscos naturais e tecnológicos, assim como das distâncias e faixas de segurança relativas aos mesmos;
- Caracterização da magnitude dos riscos identificados e estimativas de impactos nas pessoas, bens e ambiente, assim como a elaboração de medidas restritivas ou mitigadoras de modo a salvaguardar a segurança de pessoas, bens e ambiente e posterior aplicação em regulamento;
- Verificação de situações que poderão ser agravadas pela introdução do novo plano;
- Verificação da conformidade dos normativos dos PROT-C e as opções do plano no que concerne à segurança de pessoas e bens vs riscos naturais e tecnológicos;
- Consideração de condições de atuação em situações de emergência ou de exceção;

- Identificação de áreas afetadas à proteção civil;



Figura 2: Fatores a ter em consideração na revisão do PDM Pombal
Fonte: Caderno técnico PROCIV 6, ANPC, 2009

3 CONCEITOS

O estudo dos fatores de risco no concelho de Pombal e os conceitos subjacentes têm por base o Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal, editado pela ANPC e com coedição pela Direção Geral do Ordenamento do Território e desenvolvimento urbano e pelo Instituto Geográfico Português de setembro de 2009.

Desta forma, e no que concerne aos conceitos que serão utilizados, uma vez que não existe uma uniformidade dos mesmos, sendo estes objetos de estudo e discussão científica, serão utilizados os conceitos selecionados e referenciados no referido guia, nomeadamente:

Quadro 1: Conceitos fundamentais

Fonte: Guia Metodológico para a produção de cartografia municipal de risco, ANPC, 2009

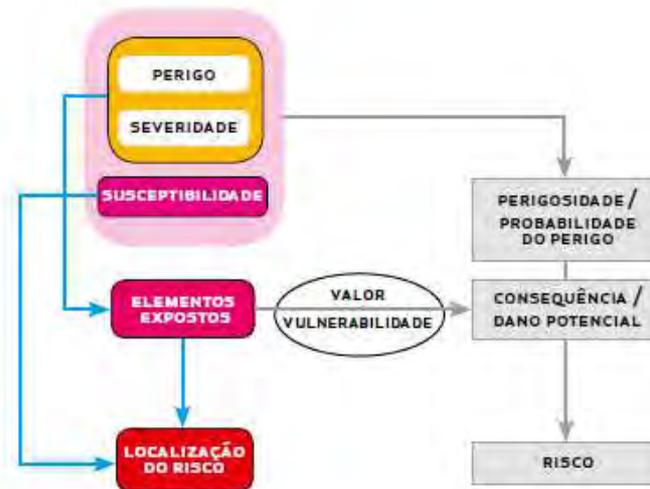
Conceito	Definição	Observações
Perigo Hazard	Processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto suscetível de produzir perdas e danos identificados.	O conceito aplica-se à totalidade dos processos e ações naturais, tecnológicos e mistos
Severidade (Sv) Severity	Capacidade do processo ou ação para danos em função da sua magnitude, intensidade, grau, velocidade ou outro parâmetro que melhor expresse o seu potencial destruidor.	O conceito reporta, exclusivamente, a grandeza física do processo ou ação e não as suas consequências (estas dependem também da exposição).
Suscetibilidade (S) Susceptibility	Incidência espacial do perigo. Representa a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência dos processos ou ações, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência.	Representável cartograficamente através de mapas de zonamento, sobretudo nos casos dos processos naturais e mistos identificados.
Perigosidade ou Probabilidade do Perigo (P) Probability of the Hazard	Probabilidade de ocorrência de um processo ou ação (natural, tecnológico ou misto) com potencial destruidor (ou para provocar danos) com uma determinada severidade, numa dada área e num dado período é de tempo.	Representável cartograficamente de mapas de zonamento, nos casos dos processos naturais e mistos identificados. A probabilidade de ocorrência quantificada e sustentada cientificamente
Exposição (E) Elementos expostos Elementos em risco Exposure Exposed elements Elements at risk	População, propriedades, estruturas, infraestruturas, atividades económicas, etc., expostos (potencialmente afetáveis) a um processo perigoso natural, tecnológico ou misto, num determinado território.	Expressão cartográfica com representação pontual, linear e zonal.
Elementos expostos estratégicos, vitais e/ou sensíveis (EEEVS) Critical and strategic exposed elements	Conjunto de elementos expostos de importância vital e estratégica, fundamentais para a resposta à emergência (rede hospitalar e de saúde, rede escolar, quartéis de bombeiros e instalações de outros agentes de proteção civil e autoridades civis e militares) e de suporte básico às populações (origens e redes principais de abastecimento de água, rede elétrica, centrais e retransmissores de telecomunicações).	Expressão cartográfica com representação pontual, linear e zonal.
Vulnerabilidade (V) Vulnerability	Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade. Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total).	Reporta-se aos elementos expostos. Pressupõe a definição de funções ou matrizes de vulnerabilidade reportadas leque de severidades de cada perigo considerado.

Valor (dos elementos expostos) (VE) Value	Valor monetário (também pode ser estratégico) de um elemento ou conjunto de elementos em risco que deverá corresponder ao custo de mercado da respetiva recuperação, tendo em conta o tipo de construção ou outros fatores que possam influenciar esse custo. Deve incluir a estimativa das perdas económicas diretas e indiretas por cessação ou interrupção de funcionalidade, atividade ou laboração.	Reporta-se aos elementos expostos.
Consequência ou Dano Potencial (C) Consequence / Potential loss	Prejuízo ou perda expectável num elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado do impacto de um processo (ou ação) perigoso natural, tecnológico ou misto, de determinada severidade ($C = V \cdot VE$).	Reporta-se aos elementos expostos.
Risco (R) Risk	Probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, diretos ou indiretos. ($R = P \cdot C$).	Produto da perigosidade pela consequência

4 METODOLOGIA

Os conceitos anteriormente apresentados, imprescindíveis para produção de cartografia municipal de risco, encontram-se relacionados, sendo que a figura seguinte apresenta essa mesma articulação.

Figura 3: Articulação dos conceitos fundamentais associados à análise dos riscos
Fonte: Guia Metodológico para a produção de cartografia municipal de risco, ANPC, 2009



Tendo em conta o esquema anterior foi necessário avaliar a suscetibilidade para cada um dos perigos identificados e cruzar esta com a localização dos elementos expostos (identificados na cartografia 10K).

Para a elaboração das cartas de suscetibilidade a metodologia a utilizar passou pela definição de variáveis de análise, sendo que esta informação foi convertida do formato vetorial para raster. Seguidamente, foi atribuída a cada uma destas variáveis uma ponderação média, de acordo com o seu grau de importância. A carta final de suscetibilidade resultou assim da soma de todas as cartas, referentes a cada variável.

A localização final do risco resultará da sobreposição de cada carta de suscetibilidade com a carta de elementos expostos, o que possibilita a espacialização do território identificado como suscetível, assim como os elementos vulneráveis a esse perigo.

De uma forma geral as cartas de suscetibilidade possibilitaram a representação da propensão do território ser afetado por um determinado perigo, ou seja, identificaram as áreas perigosas do território, por forma a, ponderar as vantagens comparativas de ocupação das diferentes áreas e o tipo de ocupação compatível ou mais apropriado às condições de cada área.

Já as cartas de elementos expostos consideraram os elementos construídos, a ocupação humana e os sistemas produtivos que serão mais afetados pelos perigos identificados, nomeadamente elementos estratégicos, vitais e/ou sensíveis, elementos humanos, que na prática correspondem à identificação da rede hospitalar e de saúde, rede escolar, quartéis de bombeiros e instalações de outros agentes de proteção civil e autoridades civis e militares, sistemas de suporte básico às populações (abastecimento de água, rede elétrica, centrais e retransmissores de telecomunicações); as concentrações populacionais e as situações de povoamento disperso e isolado, sobretudo quando envolve populações idosas ou de mobilidade reduzida. De uma forma geral podemos afirmar que esta carta permite observar situações específicas de exposição ao perigo que merecem medidas prioritárias de mitigação, nomeadamente do ponto de vista das acessibilidades ou resiliência do território.

Os resultados destas ponderações serão traduzidos no modelo de organização espacial do território municipal e na classificação e qualificação do solo adotados no PDM, nos regimes de uso estabelecidos para cada categoria e sub-categoria de solo no regulamento do plano, no programa da execução do plano, em particular nos casos em que são previstas medidas de melhoria dos sistemas de acessibilidade e do abastecimento energético e medidas de realocação de elementos expostos e no relatório do plano.

5 RISCOS NATURAIS, TECNOLÓGICOS E MISTOS NO CONCELHO DE POMBAL

Para a análise de riscos/perigos no concelho de Pombal, foram tidas em consideração diversas fontes de informação. Por um lado, ao nível do PROT-C foi determinado um conjunto de riscos aplicáveis à região Centro e sobre os quais foi elaborada cartografia de risco. No entanto, para a elaboração das nossas cartas de localização de riscos/perigos irão ser tidos em consideração não só estes riscos, mas também os identificados no guia metodológico. Desta forma foram identificados para o concelho de Pombal os seguintes riscos/perigos, agrupados em naturais¹, tecnológicos² e mistos³.

Quadro 2: Riscos naturais, tecnológicos e mistos no concelho de Pombal

Riscos		
Naturais	Condições meteorológicas adversas	Nevoeiros Ondas de calor Vagas de frio Secas
	Hidrologia	Cheias e inundações (rápidas e progressivas)
	Geodinâmica interna	Sismos Radioactividade natural
	Geodinâmica externa	Movimentos de massa em vertentes Erosão costeira Colapso de cavidades subterrâneas naturais
Tecnológicos	Transportes	Acidentes rodoviários, ferroviários, aéreos Acidentes no transporte terrestre de mercadorias perigosas Acidente com transporte marítimo de produtos perigosos
	Vias de comunicação e infra-estruturas	Colapso de pontes Acidentes em infra-estruturas fixas de transporte de produtos perigosos Colapso de galerias e cavidades de minas
	Actividade industrial e comercial	Acidentes em áreas e parques industriais Acidentes que envolvam substâncias perigosas (Directiva Seveso II) Acidentes em instalações combustíveis Acidentes em estabelecimentos de armazenagem de produtos explosivos Acidentes em estabelecimentos de actividades sujeitas a licença ambiental Incêndios e colapsos em centros históricos Poluição atmosférica grave com partículas e gases Emergência radiológica
Mistos	Relacionados com a atmosfera	Incêndios florestais
	Relacionados com a água	Degradação e contaminação de aquíferos Degradação e contaminação de águas superficiais
	Relacionados com o solo	Erosão hídrica dos solos Degradação e contaminação dos solos

1 Riscos naturais – resultam do funcionamento dos sistemas naturais (ANPC, 2009)

2 Riscos tecnológicos – resultam de acidentes, súbitos e não planeados decorrentes da atividade humana (ANPC, 2009)

3 Riscos mistos – resultam da combinação de ações continuadas da atividade humana com o funcionamento dos sistemas naturais (ANPC, 2009)

5.1 Riscos Naturais

5.1.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS ADVERSAS

5.1.1.1 Nevoeiros

O nevoeiro é constituído por um conjunto de partículas de água em suspensão em resultado da condensação de vapor de água nas camadas mais baixas da atmosfera. A sua formação a baixa altitude leva a uma diminuição do campo de visão com consequências negativas em diversas atividades humanas, assim como algumas dificuldades respiratórias.

A formação de nevoeiro está associada a situações de precipitação, distância ao oceano, altitude, exposição de vertentes e proximidade de cursos de água. Assim sendo, para a definição de áreas de maior incidência de nevoeiro consideram-se variáveis centradas no elemento climático precipitação, bem como em características geomorfológicas regionais, quer ao nível de altitude quer na configuração dos vales principais do concelho.

O fenómeno analisado aponta para uma representação cartográfica supra municipal, no entanto, uma vez que este risco não se encontra considerado no PROT-C e não foi possível a obtenção de dados a este nível de análise, foi elaborada a carta de suscetibilidade a nevoeiros para o concelho de Pombal.

Para a elaboração da mesma foram consideradas as seguintes variáveis, ou seja, fatores condicionantes aos quais foram atribuídos ponderações em função do grau de importância dos mesmos para a ocorrência de nevoeiros.

Quadro 3: Variáveis e respetivas ponderações: Nevoeiros

Variável	Ponderação (%)
Distância ao mar	0,25
Altitude	0,30
Exposição de vertentes	0,15
Planos de água (cursos de água e pontos de água)	0,30

A célula considerada para aplicação das variáveis anteriores foi de 100m, e as quatro cartas obtidas em formato raster, foram multiplicadas obtendo-se a carta final de suscetibilidade expressa, segundo o método de natural breaks, numa escala qualitativa com 3 classes, tendo como referência a realidade de todo o concelho:

1 - Suscetibilidade Elevada; 2 - Suscetibilidade Moderada; 3 - Suscetibilidade Baixa.

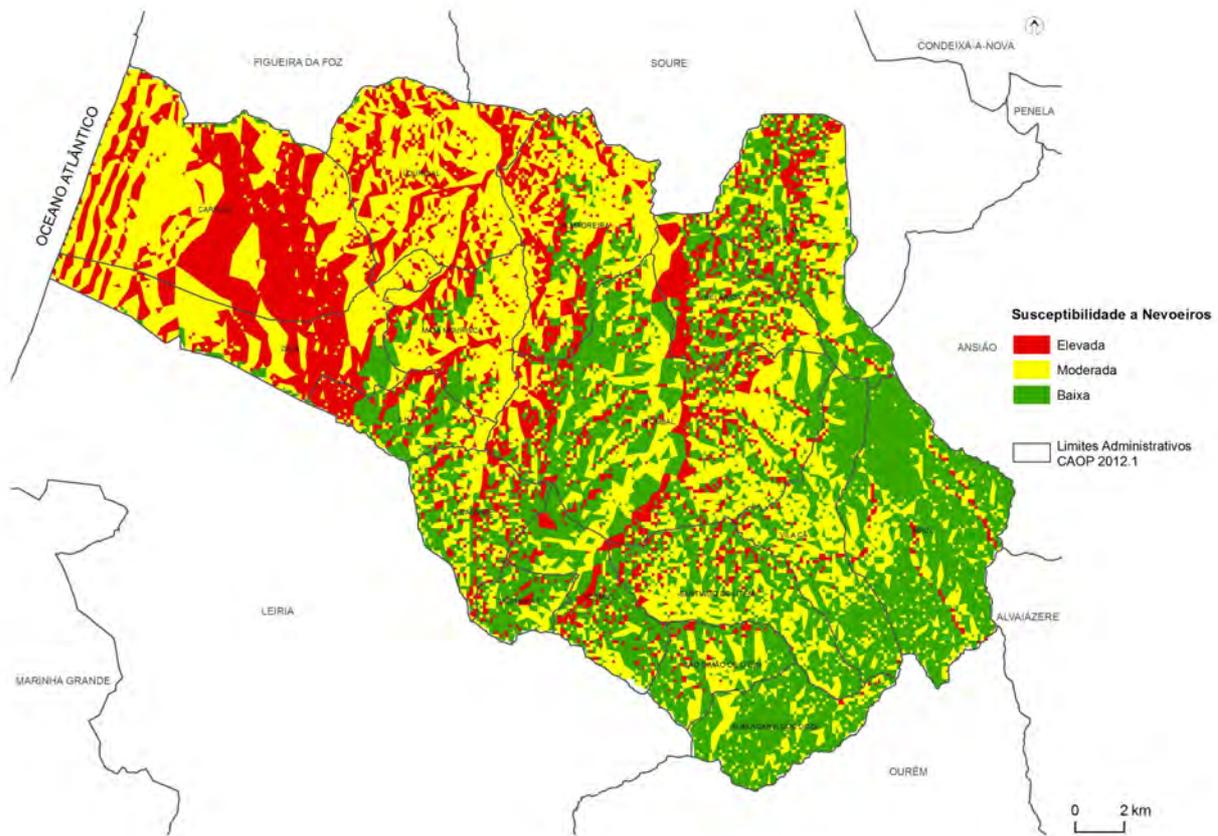


Figura 4: Carta de susceptibilidade a nevoeiros

Atendendo à figura anterior podemos aferir que as áreas com maior susceptibilidade à ocorrência de nevoeiros encontram-se próximo dos cursos de água, fundos de vales e são progressivamente superiores à medida que nos deslocamos do interior para o litoral. De uma forma geral o concelho apresenta baixa e moderada susceptibilidade a nevoeiros (77,5%), sendo que as áreas com susceptibilidade elevada representam 22,5% do total.

Quadro 4: Susceptibilidade a nevoeiros por classes

Carta de Nevoeiros (Concelho)		
Descrição	Área (ha)	%
Susceptibilidade Baixa	21424.71	34,46
Susceptibilidade Moderada	26752.36	43,04
Susceptibilidade Elevada	13986.60	22,50

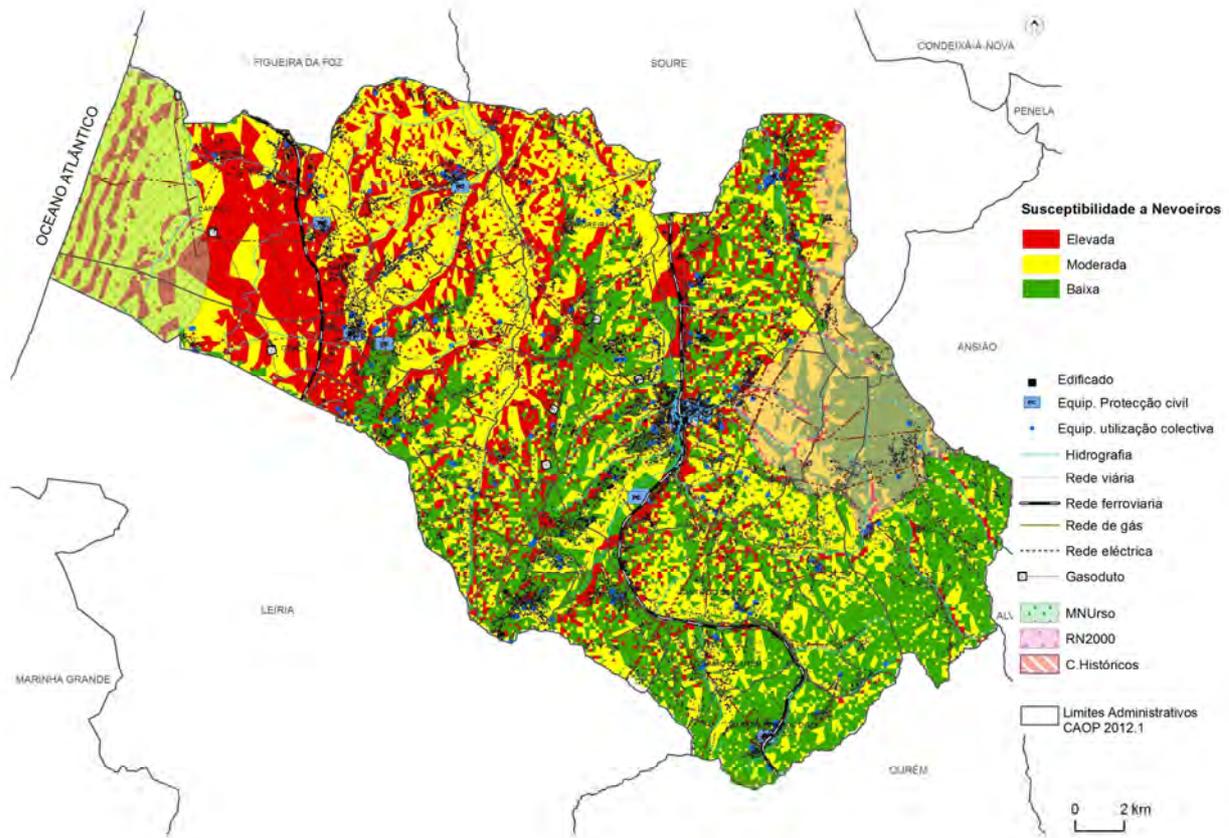


Figura 5: Carta de susceptibilidade a neveiros e elementos expostos

No que concerne aos elementos expostos a neveiros podemos verificar que a vulnerabilidade é média e elevada em torno das principais vias de comunicação e da ligação da sede de concelho com as sedes de freguesia, pelo que é necessário ter especial atenção à circulação rodoviária.

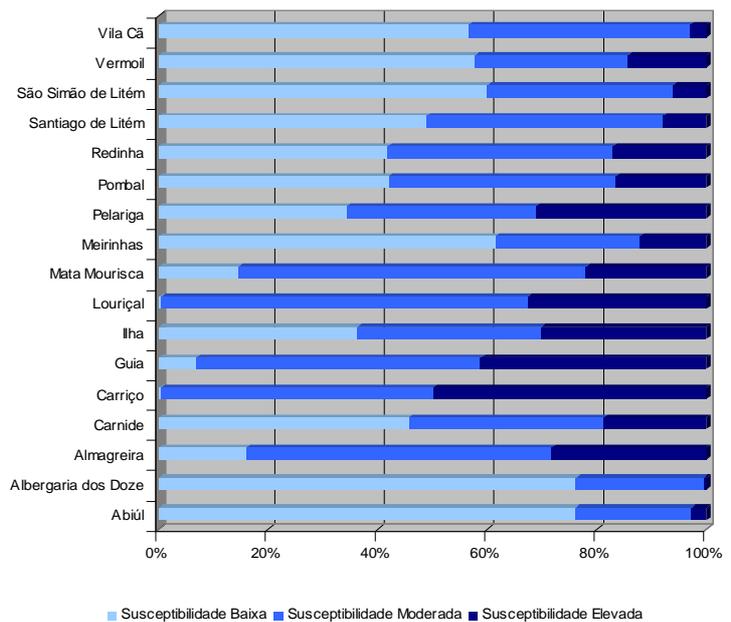


Gráfico 2: Suscetibilidade a neveiros, por freguesia

Ao nível de freguesia, aquela que apresenta maior suscetibilidade a nevoeiros é, pela sua localização geográfica, o Carriço, com 49,97% da sua área com suscetibilidade elevada. Este valor é potenciado pela proximidade ao oceano, uma vez que esta freguesia se encontra delimitada a Oeste pelo Oceano Atlântico. Situação similar é aquela registada na freguesia da Guia que apresenta uma elevada suscetibilidade na ordem dos 41%. É pertinente destacar ainda a elevada suscetibilidade a nevoeiros existente na cidade de Pombal, a qual poderá potenciar várias ocorrências, com destaque para perturbações na circulação rodoviária.

As freguesias que apresentam uma menor suscetibilidade a nevoeiros encontram-se sobretudo a Sudeste do Concelho, nomeadamente nas freguesias de Albergaria dos Doze, com apenas 0,5% do território com elevada incidência, Abiúl com 2,7 %, Vila Cã com 3%, São Simão de Litém com 6,1% e por último Santiago de Litém com 8%.

5.1.1.2 Ondas de calor

As ondas de calor correspondem a 6 dias consecutivos com temperaturas 5°C superiores à temperatura média máxima para a altura do ano e mês no qual ocorrem. Segundo o Instituto de Meteorologia a onda de calor com maior duração registada em Portugal desde 1941, variou entre 16 e 17 dias em julho/agosto de 2003, e provocou 2000 óbitos logo seguida da onda de calor registada no verão de 1981 no qual houve um excedente de 1900 mortes atribuídas aos efeitos do calor extremo. Para além destes períodos, registaram-se ainda no último decénio, ondas de calor, entre 15 a 23 de junho de 2005 e 30 de maio a 11 de junho de 2005.

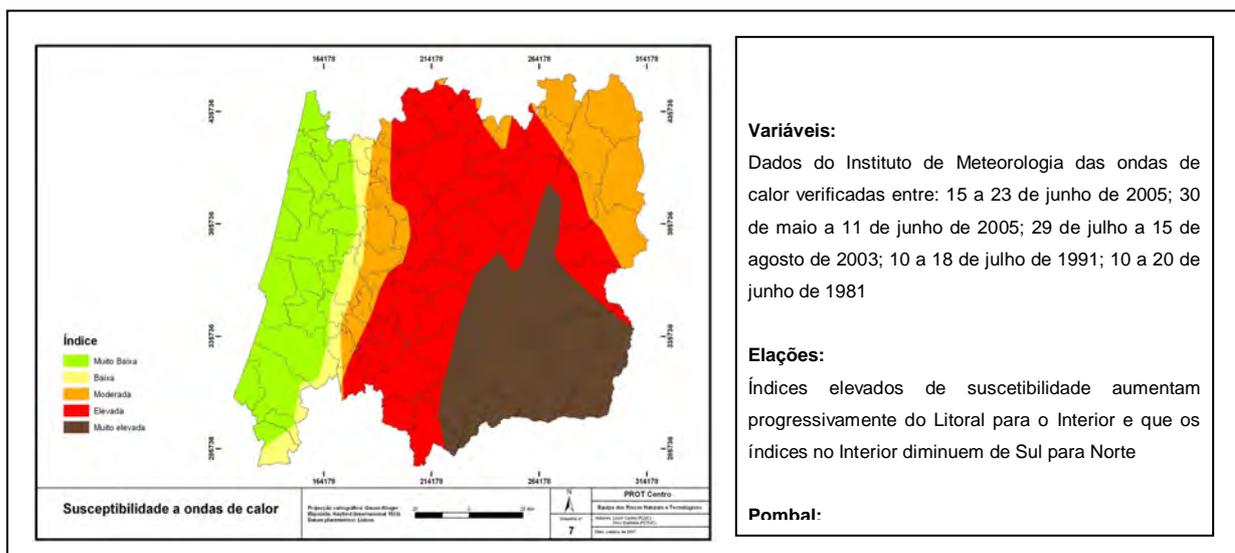


Figura 6: Suscetibilidade a ondas de calor segundo o PROT-C
Fonte: PROT-C, 2007

Atendendo ao facto deste fenómeno apontar para uma representação cartográfica a uma escala supramunicipal, a nossa análise recairá na carta apresentada no PROT-C relativa à suscetibilidade a ondas de calor.

De forma geral podemos verificar que o concelho, quando comparado com os concelhos que fazem parte da NUTII - Centro, tem uma diminuta incidência das ondas de calor, assumindo a quase totalidade do concelho a classificação de muito baixa suscetibilidade, com exceção das freguesias de Abiúl e Albergaria dos Doze com baixa suscetibilidade.

No entanto, para além da escala supra municipal é pertinente analisar a dinâmica interna do concelho, nomeadamente ao nível da vulnerabilidade da população exposta. Desta forma as ondas de calor assumem especial importância quando estamos perante grupos de risco, nomeadamente crianças, idosos, portadores de doenças crónicas (cardiovasculares, respiratórias, renais, diabetes), pessoas acamadas, não descurando, pessoas com problemas de saúde mental, trabalhadores expostos ao sol e/ou calor e pessoas que vivem em más condições de habitação.

Em termos espaciais é necessário ter em consideração o levantamento dos locais onde se encontram idosos, lares, santa casa da misericórdia e centros de dia, e os infantários, escolas, entre outros, referenciados no Volume 5 - Equipamentos coletivos do presente plano.

É ainda imprescindível que se proceda à identificação da população idosa que habita, quer no centro histórico da cidade de Pombal, quer nas sedes de freguesias como Abiúl, Louriçal ou Redinha, uma vez que o parque habitacional no qual habitam é antigo, alguns edifícios são devolutos e na maioria dos casos não têm qualquer sistema de refrigeração.

Atendendo ao disposto no PROT-C, é necessário avaliar a sobrecarga dos sistemas de distribuição de eletricidade e falhas consequentes, potenciando de forma significativos efeitos na saúde pública de extremos termo-higrométricos, associados a ondas de calor. Assim, sugere-se que se avaliem e monitorizem as infraestruturas elétricas existentes essencialmente nos principais núcleos urbanos, assim como nas instituições ligadas a crianças e idosos, por forma a determinar lacunas e carências, elaborando planos de emergência internos, apoiados numa política de alertas e de autoproteção das populações.

Falamos de medidas simples, mas que poderão significar uma maior preparação face a este perigo, nomeadamente: aumentar a ingestão de água, mesmo sem ter sede, evitar bebidas alcoólicas e bebidas com elevados teores de açúcar, devem fazer-se refeições leves e mais frequentes, permanecer duas a três horas por dia num ambiente fresco, ou com ar

condicionado, tomar um duche de água tépida, evitar a exposição direta ao sol, usar roupas e algodão, usar chapéu, diminuir os esforços físicos, correr as persianas ou portadas e manter o ar circulante dentro de casa, informar-se sobre o estado de saúde das pessoas isoladas, idosas, frágeis ou com dependência que vivam perto de si e ajudá-las a protegerem-se do calor.

Por último, no que concerne, à vigilância e monitorização de ondas de calor com potenciais efeitos na saúde humana implementa-se, sazonalmente, o Sistema de Vigilância Ícaro. Este projeto nacional que engloba atividades de investigação, vigilância e monitorização, fundamentalmente, do efeito de ondas de calor na mortalidade e morbidade humanas, teve início em 1999, numa parceria com o Instituto de Meteorologia e com a participação da Direção Geral da Saúde e da Autoridade Nacional de Proteção Civil. Desde 2004 faz parte integrante do Plano de Contingência de Ondas de Calor.

Genericamente o índice Ícaro é um valor que relaciona o calor com a mortalidade. O objetivo deste índice é refletir a mortalidade estimada possivelmente associada aos fatores climáticos previstos.

5.1.1.3 Vagas de frio

Segundo a definição da Organização Meteorológica Mundial ocorre uma vaga de frio quando, num período de 5 dias consecutivos, a temperatura mínima do ar é inferior em 5°C ao valor médio das temperaturas mínimas diárias no período de referência (Instituto de Meteorologia, 2007).

Em termos sinópticos, uma vaga de frio resulta da existência de uma massa de ar frio e geralmente seco que se desenvolve sobre uma área continental. Durante estes fenómenos ocorrem reduções significativas, por vezes repentinas, das temperaturas diárias, descendo os valores mínimos abaixo dos 0°C no inverno. Estas situações estão geralmente associadas a ventos moderados ou fortes, que ampliam os efeitos do frio, queda de neve e formação de gelo.

As consequências associadas a este fenómeno podem ser de diversos níveis, nomeadamente a prolongada exposição ao frio pode causar hipotermia e queimaduras, tornando-se ameaçador para a vida humana, sendo as crianças e os idosos os grupos mais vulneráveis. As vagas de frio conduzem ao encerramento de escolas e à paralisação de diversas atividades, induzindo

também uma maior pressão sobre a produção de energia, devido às maiores solicitações à rede elétrica. Por outro lado, durante uma vaga de frio a formação de gelo nas estradas é comum, originando uma condução rodoviária perigosa que muitas vezes conduz a acidentes de viação.

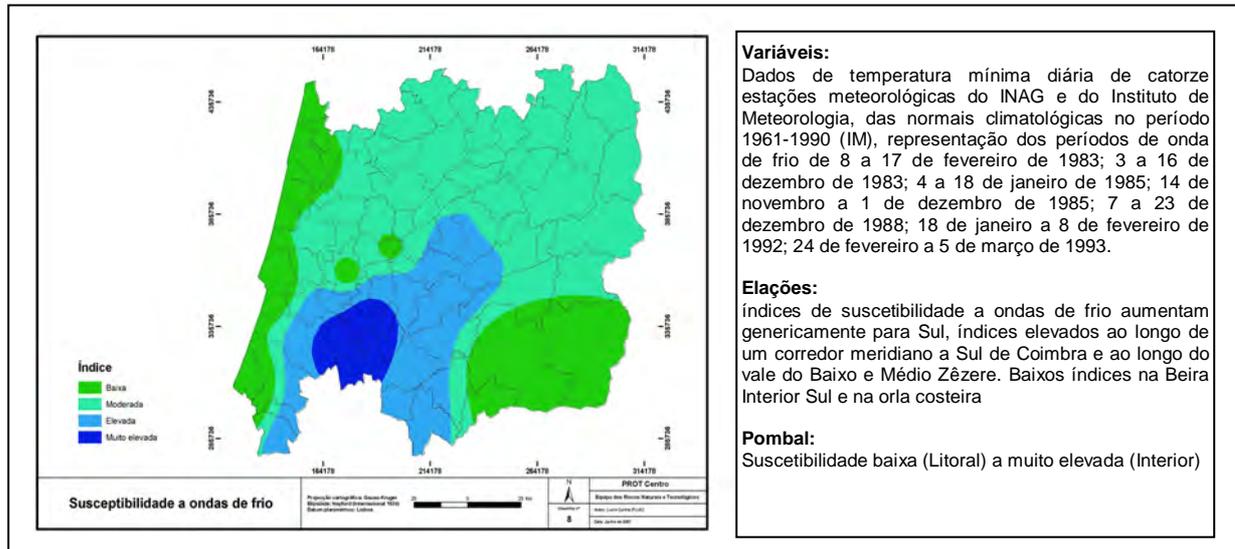


Figura 7: Suscetibilidade a vagas de frio segundo o PROT-C
Fonte: PROT-C,2007

Ao nível regional, segundo o PROT-C o concelho de Pombal apresenta uma realidade muito distinta, sendo que no litoral a susceptibilidade é muito baixa aumentando progressivamente quando nos deslocamos para o interior do concelho. As freguesias de Abiúl e Vila Cã apresentam assim uma susceptibilidade muito elevada em oposição às freguesias do Carriço e Guia que registam valores de susceptibilidade muito baixos.

Contudo, em termos históricos, e segundo os registos existentes, ocorreu apenas uma única vaga de frio em Pombal, no ano de 1982, durante o período de Carnaval que culminou com a queda de neve nesse mesmo dia. Contudo, é fulcral ter em consideração os resultados desta carta, por forma a prevenir a população e minimizar possíveis efeitos da ocorrência deste fenómeno no futuro.

Em termos de vulnerabilidade, e à semelhança das ondas de calor, as pessoas idosas constituem um grupo especialmente vulnerável, quando apresentam deficiência do sistema termoregulador ou quando ficam sujeitas a uma agressão térmica muito intensa. Para além dos idosos, são grupos vulneráveis as pessoas com doenças crónicas, com redução da mobilidade, isoladas e em situação de exclusão social

Atendendo ao disposto no PROT-C, e tal como nas ondas de calor, é necessário avaliar a sobrecarga dos sistemas de distribuição de eletricidade e falha consequente, potenciando de

forma significativa efeitos na saúde pública de extremos termo-higrométricos, associados a ondas de calor. Assim, sugere-se que se avaliem e monitorizem as infraestruturas elétricas existentes, essencialmente nos principais núcleos urbanos, assim como nas edificações ligadas aos grupos mencionados, por forma a, determinar lacunas e carências, elaborando planos de emergência internos (caso seja necessário, no caso de lares e outras instituições), apoiados numa política de alertas e de autoproteção das populações.

As recomendações do ministério da saúde⁴ passam pela utilização de roupa quente suplementar, cobertura da cabeça, utilizando chapéu ou gorro, proteção de mãos com luvas e utilização de calçado adequado para evitar perdas de calor, manter-se ativo, para ativar a circulação sanguínea, ingestão de bebidas e refeições quentes e vedação de portas e janela.

5.1.1.4 Seca

A seca é entendida como uma condição física transitória caracterizada pela escassez de água, associada a períodos extremos de reduzida precipitação mais ou menos longos, com repercussões negativas significativas nos ecossistemas e nas atividades sócio-económicas.

Segundo a United Nations - International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction, 2000, a seca pode ser:

- Agrícola: Défice significativo da humidade do solo, em que se esgota a capacidade de suporte dos ecossistemas agrícolas.
- Climática: Caracterizada através de uma variável climática: período de precipitação anormalmente reduzida.
- Hidrológica: Caracterizada por uma componente do ramo terrestre do ciclo hidrológico (escoamento, humidade do solo, níveis piezométricos, entre outros) ser anormalmente reduzido.
- Urbana: Défice significativo relativo às disponibilidades hídricas nos sistemas de captação de água para abastecimento.

As condições para que uma seca se instale estão também relacionadas com diversos fatores, como por exemplo o incorreto ordenamento do território, insuficientes infraestruturas de armazenamento de água, a sobre utilização das reservas hídricas subterrâneas, uma gestão incorreta do consumo de água e até a desflorestação das áreas florestais.

⁴ <http://www.portaldasaude.pt/portal/conteudos/enciclopedia+da+saude/saude+publica/frio/proteger+frio.htm>, consultado a 13/09/2010

Segundo Rebelo (2003) a seca é um risco climático típico do domínio mediterrâneo no qual Portugal se encontra, assim como a área em estudo, caracterizado por períodos estivais quentes e secos, por vezes excessivamente prolongados, e por outro lado caracterizado por períodos de bom tempo associado a anticiclones que ocorrem durante o inverno.

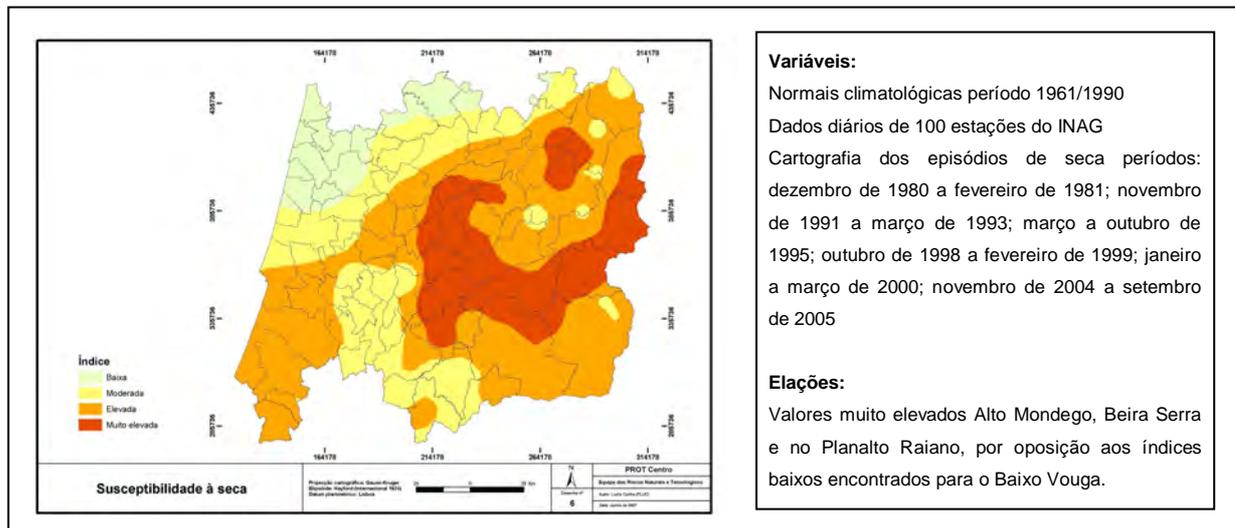


Figura 8: Suscetibilidade à seca segundo o PROT-C
 Fonte: PROT-C, 2007

Pela análise da carta anterior, e tendo em consideração a escala de análise supra municipal para a região Centro, podemos verificar que Pombal apresenta uma suscetibilidade à seca elevada, em resultado do registo de ocorrências de secas anteriores, precipitação, temperatura do ar.

Em termos de vulnerabilidade e elementos expostos, quando estudamos a severidade de uma seca esta assume maiores repercussões nos setores industrial e habitacional, com a falta de abastecimento de água e indiretamente a degradação da qualidade da água e a erosão do solo.

5.1.2 HIDROLOGIA

5.1.2.1 Cheias e inundações

O risco de cheia e inundação será analisado, tendo por base a tese de Mestrado “Caracterização Morfométrica das Bacias Hidrográficas e Áreas Inundáveis do Concelho de Pombal” de Ferreira, A. (2010).

O risco de inundação num determinado lugar corresponde ao número expectável de perdas de vidas, de ocorrência de feridos, de danos e perda de equipamentos coletivos e individuais, bem

como da rutura da atividade económica (Rocha, 1993). O risco de inundação depende da perigosidade de ocorrência de cheias e inundações e da vulnerabilidade dos grupos humanos numa determinada área ou região.

O domínio público hídrico, segundo o artigo 2º da Lei n.º 54/2005, compreende o domínio público marítimo, o domínio público lacustre e fluvial e o domínio público das restantes águas, podendo pertencer ao Estado, às regiões autónomas, municípios e freguesias. De facto a titularidade dos recursos hídricos, decorre dos recursos hídricos em causa e aplica-se aos cursos de água, respetivos leitos e margens, zonas adjacentes, zonas de infiltração máxima e zonas protegidas, sendo os mesmos delimitados, segundo o artigo 17º pelo Estado, através de uma comissão de delimitação constituída por representantes do Ministério do Ambiente, do Ministério da Defesa, dos municípios afetados, assim como representantes dos proprietários de terrenos confinantes. Esta delimitação para produzir efeitos terá de ser homologada por Resolução do Conselho de Ministros e publica em Diário da Republica.

Para efeitos de delimitação de zonas ameaçadas pelas cheias e zonas adjacentes, aplica-se o disposto no artigo 23º da Lei 54/2005, apoiado pelas medidas de proteção constantes no artigo 40º da Lei 58/2005 de 29 de dezembro. Desta forma, segundo o artigo 23.º da Lei n.º54/2005 no que concerne às zonas ameaçadas pelas cheias, estas podem ser classificadas (por iniciativa do Governo ou Instituto da Água, ou ICNB ou os Municípios e feita por portaria) como zona adjacente quando a área contígua à margem do curso de água se encontra ameaçada por cheias. A delimitação destas áreas e a aplicação de medidas de proteção contra cheias e inundações, encontra-se prevista no artigo 40.º da Lei 58/2005, conforme se pode constatar pela análise das disposições seguintes:

“1 - Constituem zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias as áreas contíguas à margem dos cursos de água ou do mar que se estendam até à linha alcançada pela maior cheia com probabilidade de ocorrência num período de retorno de um século.

2 - As zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias devem ser objeto de classificação específica e de medidas especiais de prevenção e proteção, delimitando-se graficamente as áreas em que é proibida a edificação e aquelas em que a edificação é condicionada, para segurança de pessoas e bens.

3 - Uma vez classificadas, as zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias ficam sujeitas às interdições e restrições previstas na lei para as zonas adjacentes.

4 - Os instrumentos de planeamento de recursos hídricos e de gestão territorial devem demarcar as zonas inundáveis ou ameaçadas por cheias e identificar as normas que procederam à sua criação.

5 - Na ausência da delimitação e classificação das zonas inundáveis ou ameaçadas por cheias, devem os instrumentos de planeamento territorial estabelecer as restrições necessárias para reduzir o risco e os efeitos das cheias, devendo estabelecer designadamente que as cotas dos pisos inferiores das edificações sejam superiores à cota local da máxima cheia conhecida.

6 - *É competência da autoridade nacional da água a aplicação de medidas para redução dos caudais de cheia, de acordo com critérios e procedimentos normativos estabelecidos.*

7 - *Até à aprovação da delimitação das zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias, estão sujeitos a parecer vinculativo da administração da região hidrográfica territorialmente competente o licenciamento de operações de urbanização ou edificação, quando se localizem dentro do limite da cheia, com período de retorno de 100 anos, ou de uma faixa de 100 m para cada lado da linha de água, quando se desconheça aquele limite.*

8 - *É competência da autoridade nacional da água, em articulação com o Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil e a ARH competente, a criação de sistemas de alerta para salvaguarda de pessoas e bens.”*

Face ao anteriormente explanado e segundo o artigo 24.º da Lei 54/2005 e a alínea a), secção III, do anexo I do Decreto-lei 166/2008 de 22 de agosto, a figura de Zona Adjacente, corresponde à *“área contígua à margem que como tal seja classificada por se encontrar ameaçada pelo mar ou pelas cheias”* estendendo-se *“desde o limite da margem até uma linha convencional definida para cada caso no diploma de classificação, que corresponde à linha alcançada pela maior cheia, com período de retorno de 100 anos, ou à maior cheia conhecida, no caso de não existirem dados que permitam identificar”,* estando sujeita a restrições de utilidade pública, com vista à obtenção de uma eficaz proibição ou eficaz condicionamento da edificação nessas áreas, aos quais se associa, segundo o n.º 2 do artigo 25.º da Lei 54/2005, *“nas áreas delimitadas como zona de ocupação edificada proibida é interdito: a) Destruir o revestimento vegetal ou alterar o relevo natural, com exceção da prática de culturas tradicionalmente integradas em explorações agrícolas; b) Instalar vazadouros, lixeiras, parques de sucata ou quaisquer outros depósitos de materiais; c) Realizar construções, construir edifícios ou executar obras suscetíveis de constituir obstrução à livre passagem das águas; d) Dividir a propriedade em áreas inferiores à unidade mínima de cultura”. Já “nas áreas delimitadas como zonas de ocupação edificada condicionada só é permitida a construção de edifícios mediante autorização de utilização dos recursos hídricos afetados e desde que: a) Tais edifícios constituam complemento indispensável de outros já existentes e devidamente licenciados ou que se encontrem inseridos em planos já aprovados; e, além disso, b) Os efeitos das cheias sejam minimizados através de normas específicas, sistemas de proteção e drenagem e medidas para a manutenção e recuperação de condições de permeabilidade dos solos.”*

De salientar que, sendo o n.º 3, alínea a), secção III, do anexo I do Decreto-lei 166/2008, em zonas adjacentes podem ser realizados os usos e ações que não coloquem em causa, cumulativamente, as seguintes funções:

- i) Prevenção e redução do risco, garantindo a segurança de pessoas e bens;*
- ii) Garantia das condições naturais de infiltração e retenção hídricas;*
- iii) Regulação do ciclo hidrológico pela ocorrência dos movimentos de transbordo e de retorno das águas;*
- iv) Estabilidade topográfica e geomorfológica dos terrenos em causa;*
- v) Manutenção dos processos de dinâmica costeira;*
- vi) Manutenção do equilíbrio do sistema litoral.*

O regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN), estabelecido pelo Decreto-lei 166/2008 de 22 de agosto, contempla o conjunto de áreas de proteção do litoral, áreas de relevante sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e áreas de prevenção de riscos naturais (artigo 4.º), integradas de acordo com algumas tipologias, a destacar: Faixa marítima de proteção costeira (proteção do litoral); cursos de água e respetivos leitos e margens, lagoas e lagos, áreas estratégicas de proteção e recarga de aquíferos (sustentabilidade do ciclo hidrológico); zonas adjacentes, zonas ameaçadas pelo mar, zonas ameaçadas pelas cheias (prevenção de riscos naturais).

Ainda segundo o Decreto-lei 166/2008 a delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias não classificadas como zonas adjacentes deve incluir as áreas suscetíveis de inundação causadas por transbordo de água do leito do rio e cursos de água devido à ocorrência de caudais elevados, efetuada através da modelação hidrológica e hidráulica que permita o cálculo das áreas inundáveis com período de retorno de pelo menos 100 anos, da observação de marcas ou registos de eventos históricos e de dados cartográficos e de critérios geomorfológico, pedológicos e topográficos.

Pelo tipo de zonas que a REN abrange, verifica-se uma grande interligação com os processos biofísicos que se relacionam com o ramo terrestre do ciclo hidrológico, nomeadamente os processos de erosão, transporte e sedimentação. Pode verificar-se uma eventual sobreposição com o domínio hídrico, subjacente aos critérios de delimitação, nomeadamente no que respeita os leitos dos cursos de água e zonas ameaçadas pelas cheias.

A Reserva Agrícola Nacional (RAN) está estabelecida pelo Decreto-Lei nº 196/89, posteriormente alterado pelos Decretos-Lei n.º 274/92, n.º 380/99, e mais recentemente pelo Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março.

Os objetivos que presidem à RAN visam proteger os solos de maior aptidão agrícola, garantindo a sua afetação à agricultura e pleno aproveitamento das suas potencialidades. A sua aplicação passa pela delimitação dos solos de capacidade de uso muito elevada e elevada (solos de classes A e B), solos de baixas aluvionares e coluviais e ainda outros cuja integração se mostre conveniente.

A RAN constitui assim um importante instrumento de ordenamento, no que respeita ao tema em causa, dado que muitos dos solos nela integrados situam-se em leitos de cheia. O estatuto de proteção conferido pela RAN pode permitir um alargamento ou sobreposição do contido no do domínio hídrico, contribuindo para o estabelecimento de medidas não-estruturais de defesa

contra cheias. Para além disso é frequente, nestes casos, o estatuto da REN sobrepor-se ao da RAN, podendo tornar mais efetivos os objetivos de proteção.

Os Planos Diretores Municipais (PDM) são instrumentos de planeamento relevantes no quadro do ordenamento em Portugal, que estabelecem uma estrutura espacial para o território municipal, a classificação dos solos e os índices urbanísticos, tendo em conta os objetivos de desenvolvimento, a distribuição racional das atividades económicas, as carências habitacionais, os equipamentos, as redes de transportes e de comunicações e as infraestruturas, procurando ainda compatibilizar a proteção e valorização das áreas agrícolas e florestais e do património natural e edificado (Decreto-Lei n.º 69/90 e Decreto-Lei n.º 211/92).

Existem várias medidas para minimizar o risco de cheia em planícies aluviais, tal como referido na obra de *Miller (1997)*. Estas medidas passam pela beneficiação dos canais de escoamento bem como de construção de infraestruturas de controlo de caudais a montante das áreas inundáveis. Também propõe que se regulem as ações/atividade em leito de cheia e que se recorra à implementação de sistemas de alerta e previsão bem como o reforço em ações de sensibilização quer às populações, quer aos governantes

Assim para a redução dos prejuízos e impactes das cheias é tradicional a consideração de dois tipos de medidas - as estruturais, envolvendo formas diversas de intervenção através de estruturas que visam a redução de um ou vários parâmetros que caracterizam as cheias bem como a área inundável, o caudal e a altura de cheia. As não-estruturais, envolvendo ações de carácter preventivo ou de ajustamento que têm por objetivo a redução do risco através da modificação da suscetibilidade aos prejuízos das atividades socioeconómicas nas áreas inundáveis.

As medidas não-estruturais abrangem um vasto leque de alternativas, compreendendo zonamentos e regulamentos de uso do solo em zonas de risco, regras de construção de edifícios e outras infraestruturas, aquisição e gestão de solos, seguros, sistemas de previsão e aviso, ações de informação públicas, sistemas de emergência e de medidas de recuperação pós-catástrofe (Saraiva, 1987).

O ordenamento do uso do solo em bacias hidrográficas sujeitas a riscos de cheia pode ser enquadrado na figura das medidas não-estruturais, através do zonamento e regulamentação do uso do solo em zonas inundáveis.

Existem diversas opções não-estruturais de defesa contra cheias, algumas das quais se baseiam em medidas regulamentares de zonamento e restrições ao uso do solo e outras

pretendendo alcançar formas mais flexíveis de ajustamento. Em ambos os casos é relevante a relação entre medidas não-estruturais e ordenamento do uso do solo. No entanto, verificam-se geralmente grandes dificuldades de interação entre esses domínios, devido a vários fatores, como sejam, por exemplo, uma tendência tradicional de sectorialização no âmbito do planeamento desses recursos, as dificuldades na implementação adequada dos planos, a pouca sensibilidade por parte do público em geral face a problemas de ordenamento do uso do solo e os aspetos inibitórios de ordem fundiária na aceitação de ónus ou restrições nessa matéria (Saraiva, 1993).

No caso das áreas urbanas a caracterização do risco de cheia e as suas relações com o ordenamento do território têm sido objeto de alguns estudos específicos face aos riscos de cheias rápidas. É neste tipo de ocorrências que as medidas não-estruturais, nomeadamente as de carácter regulamentador dos usos do solo, poderão constituir instrumentos de atuação de prevenção.

Caudais e cheias no espaço urbano: cidade de Pombal

Na madrugada de 26 de outubro de 2006, precipitações intensas concentradas, entre as 0h00 e as 1h30m, provocaram cheias no concelho de Pombal. O posto udográfico de Pombal registou 40 mm no intervalo entre as 0:30 e 1:00 horas da madrugada do dia 26 de outubro, atingindo os 110,6 mm em 6 horas. Na maior parte das bacias do concelho o escoamento não terá ultrapassado os períodos de retorno de 10 anos em 30 minutos de máximos pluviais, ainda que localmente tenham sido superiores a 50 anos (SVARH, março 2007).

A variabilidade do fenómeno deve-se ao facto das bacias das ribeiras serranas terem dezenas de quilómetros quadrados com declives superiores a 10% e com um tempo de concentração muito curto originando uma ponta de cheia de elevada velocidade.

A exposição das vertentes, variável fundamental na orientação do escoamento superficial, têm a propriedade de “canalizar” esse escoamento no sentido do perímetro urbano da cidade de Pombal.

O aumento da superfície impermeabilizada nas vertentes do maciço calcário, a ocupação e o desvio do leito original das ribeiras que convergem para a cidade e conseqüentemente para a ribeira Quente, esta ribeira corresponde ao troço subterrâneo de orientação Leste/Oeste que

transporta os caudais do ribeiro do Vale e da ribeira do Outeiro Galegas sob a Avenida Heróis do Ultramar até ao rio Arunca.

Estes fatores associados a fenómenos de precipitação intensa dão origem a cheias e inundações na cidade.



Fotografia 1: Avenida Heróis do Ultramar - 26/10/2006 (cheia proveniente do Rº do Vale e Rª O. Galegas)

Em termos espaciais, o perímetro urbano da cidade de Pombal localiza-se em grande parte no leito maior do rio Arunca, estando o seu núcleo mais antigo totalmente implantado neste vale. Em 1970, a área urbana ocupava 21,5ha, entre 1970 e 1990 esta área cresceu 10 vezes passando a ocupar 213ha. Em 2008 a sua expansão já chegava aos 668ha. Parte deste crescimento fez-se à custa de espaços situados nas vertentes da serra da Sicó, em que, áreas de máxima infiltração foram convertidas em áreas de máxima impermeabilização e uma outra parte do crescimento urbano ocorreu na margem esquerda do Arunca nas vertentes viradas para o centro urbano que chegam a atingir um grau de impermeabilização superior a 75%.

Esta expansão levou a um aumento da impermeabilização na área envolvente da cidade, representa a área impermeabilizada dentro das bacias dos ribeiros e ribeiras cujos cursos de água convergem para a cidade.

As bacias que convergem para a cidade têm 703ha impermeabilizados, 212ha pertencem à ribeira do Degolaço, 133ha ao ribeiro do Travasso, 90ha à ribeira do Outeiro Galegas, 60 ha ao ribeiro do Vale, os restantes 208ha pertencem à própria cidade de Pombal.

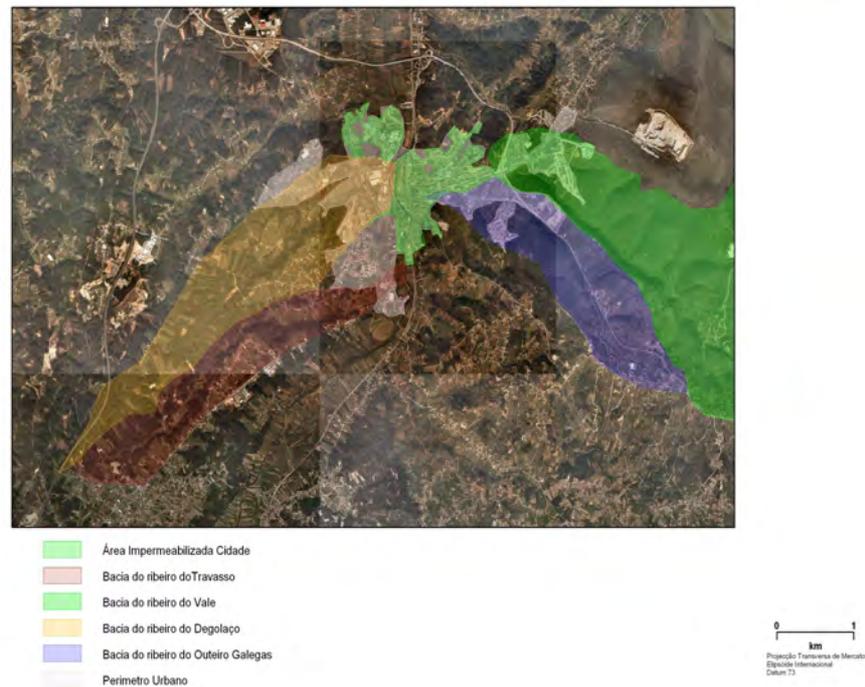


Figura 9: Bacias convergentes para a cidade de Pombal
Fonte: Ferreira, A.(2010)

Analisando de modo geral a delimitação das áreas inundáveis constata-se que:

Para a cheia associada a $T=10$ anos, grande parte da margem direita, na área situada entre o rio Arunca e a linha-férrea (Linha do Norte) será inundada, excetuando algumas zonas. Na margem esquerda, as inundações para $T=10$ anos serão praticamente simétricas à margem direita, embora um pouco menores.

Para a cheia associada a $T=100$ anos, conclui-se que praticamente toda a margem direita do rio Arunca, ou seja, a área compreendida entre o rio Arunca e a linha-férrea, seja inundada. Para este período de retorno e na margem direita, um trecho da própria linha do Norte, ficará submerso, bem como a zona baixa da parte mais antiga da cidade. Na margem esquerda, a inundação para $T=100$ anos será muito superior à causada para $T=10$ anos. Não serão, no entanto, afetados os acessos ao viaduto Engenheiro Guilherme Santos. No entanto, o trecho do IC2(EN1) é inundado para $Tr = 100$. Uma grande parte do parque industrial da Formiga será afetado pelas cheias, embora a submersão seja claramente maior para a cheia centenária.

Na área em questão, e para a cheia centenária não ficarão submersos os tabuleiros das pontes da Formiga, da EN1, da Estação de Camionagem e da ponte Pombalina, que estão situados a cotas mais elevadas que as dos terrenos adjacentes. Os respectivos acessos serão, no entanto, afetados.

Com efeito, para as cheias excecionais (superiores a centenária), admite-se que cerca de 70% do caudal se escoar fora do leito menor do rio Arunca.

A cidade também será inundada pelas ribeiras do Vale e do Outeiro Galegas, sendo neste caso fatores determinantes, a intensidade da precipitação e a impermeabilização dos solos em áreas de máxima infiltração. Também é nas bacias destes cursos de água que se encontram os declives mais acentuados do concelho.

Ao determinar-se o valor da cota atingida pela cheia centenária em relação ao fundo do leito do rio, cuja cota varia entre os 53.4m e 61.7m, sendo que na margem esquerda, a cota varia entre 64.9m a 53.4m, e na margem direita entre 64.5m a 55.8m. Verifica-se que o escoamento é condicionado pelo perfil transversal do leito maior onde o caudal em condições de cheia centenária atingirá a cota 64.8m no setor sul do perímetro urbano de Pombal e 56.8m no setor norte do mesmo.

Em ambas as margens, o rio atravessa terrenos de cultivo abandonados quanto à prática agrícola e que constituem o leito de cheia. Neste leito não foram consideradas para o cálculo do escoamento em situação de cheia centenária os detritos provenientes de árvores e restos das culturas agrícolas.

Ainda assim, as secções de vazão atuais ao longo do perímetro urbano da cidade de Pombal, não andam muito longe da capacidade de vazão do caudal correspondente à cheia centenária, sendo este conjunto constituído pelo leito menor do rio Arunca e pelos leitos de cheia da margem direita e da margem esquerda.

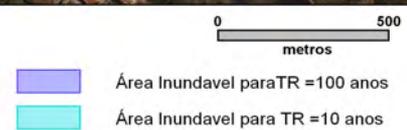
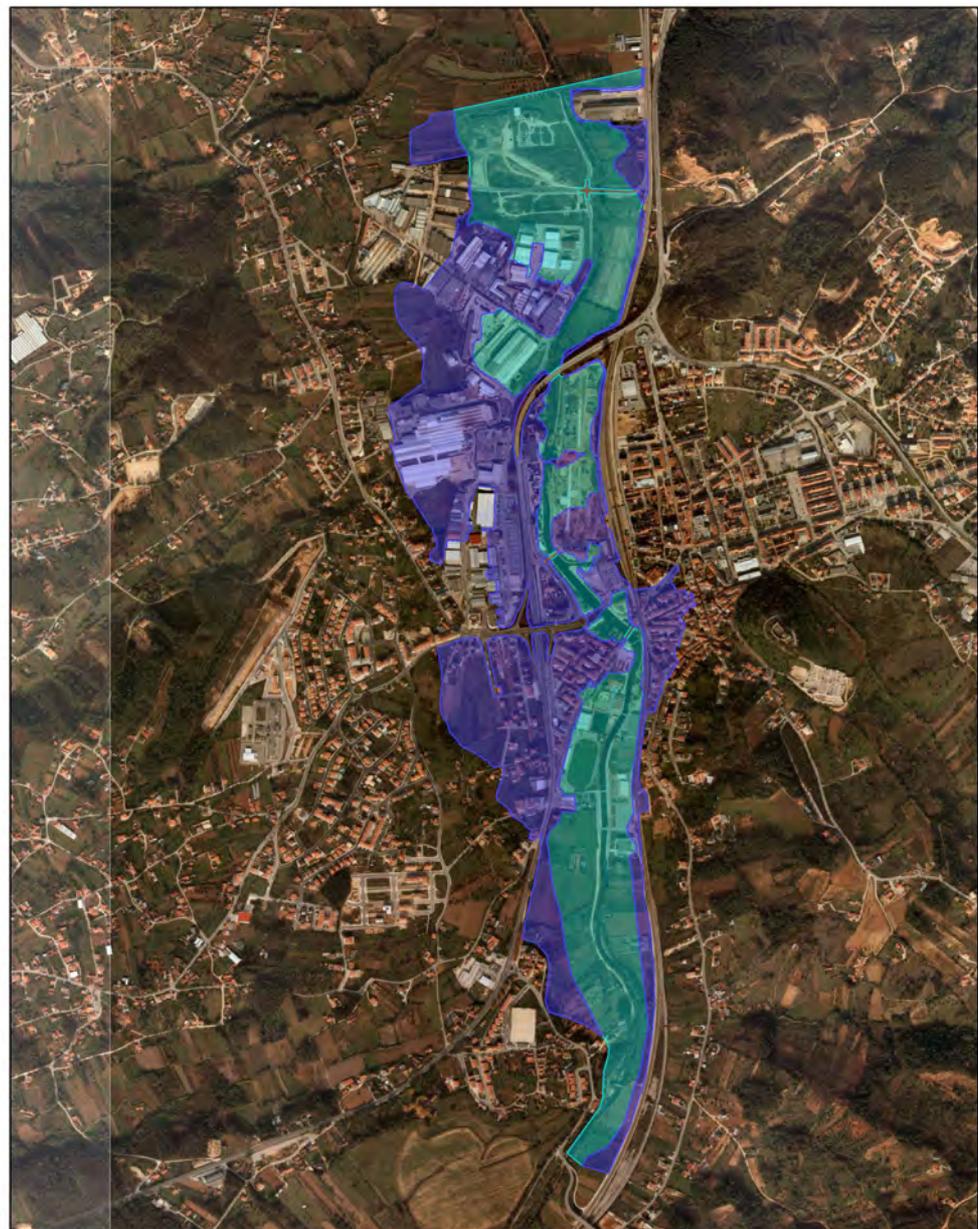


Figura 10: Tr = 10 e Tr = 100 para o setor urbano de Pombal
Fonte: Ferreira, A.(2010)

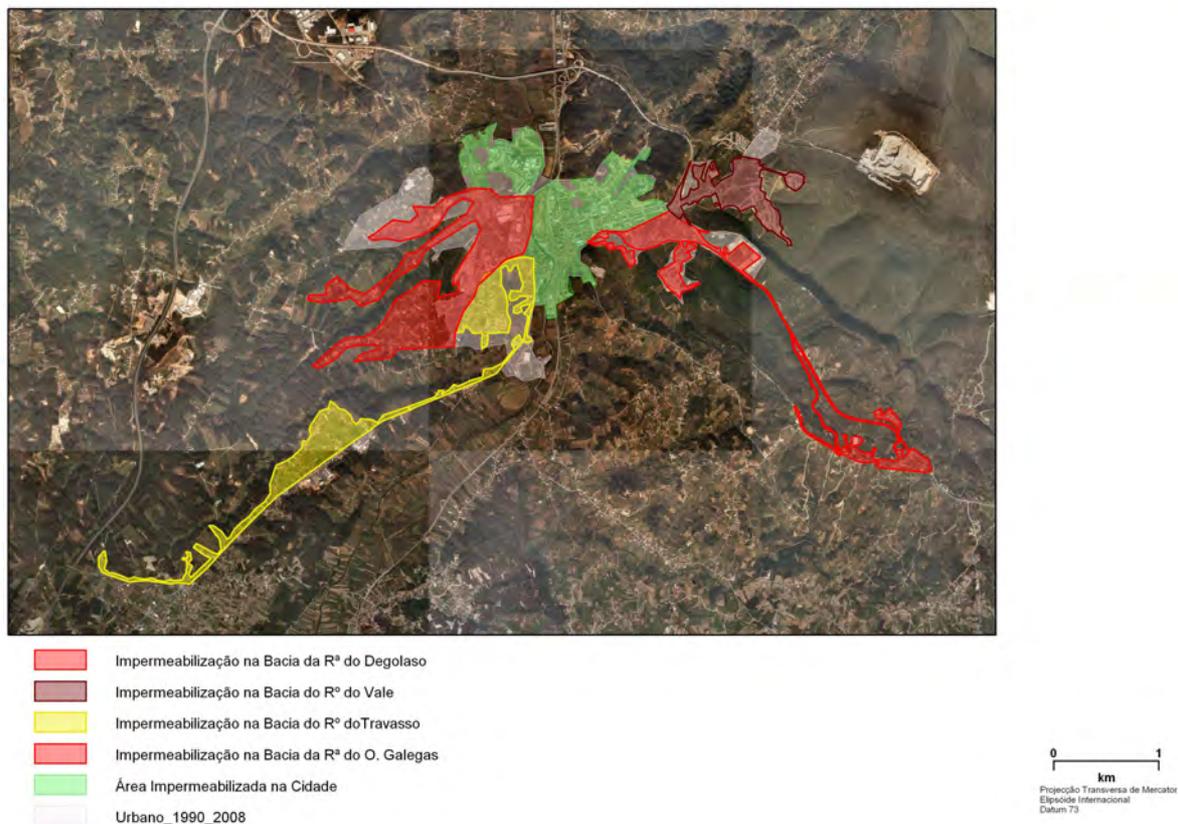


Figura 11: Áreas impermeabilizadas nas bacias envolvidas à cidade
Fonte: Ferreira, A.(2010)

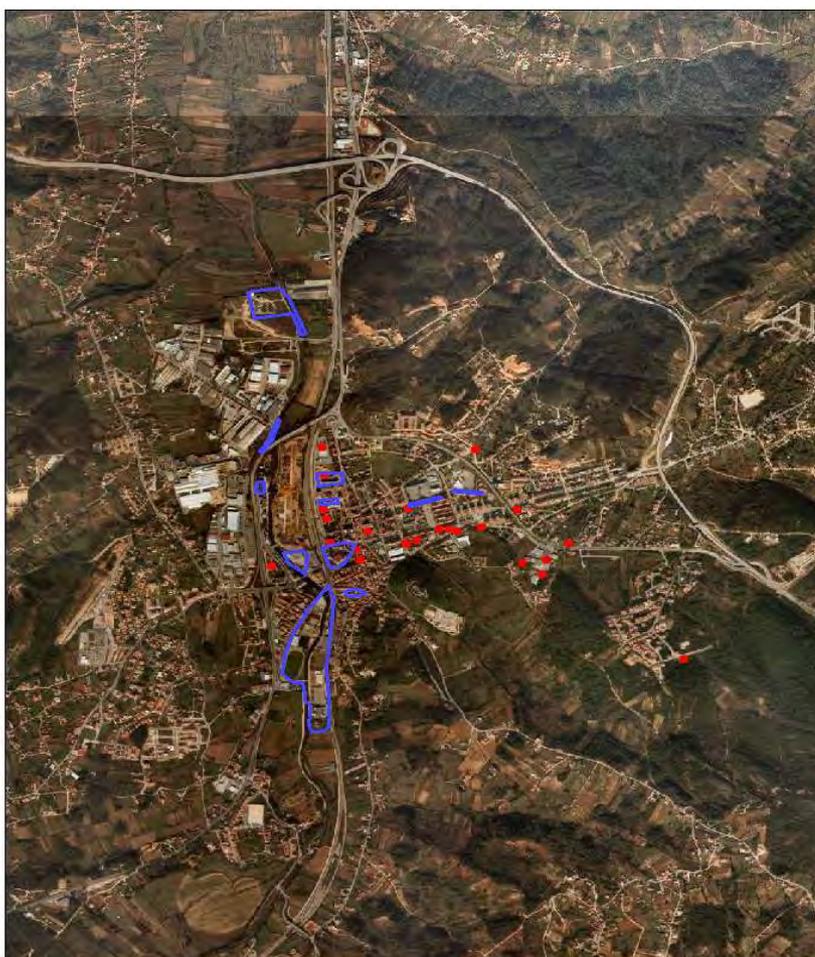
Na margem esquerda do Arunca temos os ribeiros do Degolaço e do Travasso, em que o primeiro tem uma área impermeabilizada de $2,1\text{km}^2$ e $61,88\text{m}^3/\text{s}$ de caudal produzido e o ribeiro do Travasso com $1,3\text{km}^2$ de área impermeabilizada e $38,9\text{m}^3/\text{s}$ de caudal.

Na margem direita, as bacias do ribeiro do Vale e da ribeira do Outeiro Galegas põem em evidência o quanto a cidade de Pombal é vulnerável às cheias e inundações, pois estas bacias possuem áreas impermeabilizadas na ordem de $0,60\text{km}^2$ e $0,89\text{km}^2$, que produzirão $17,55\text{m}^3/\text{s}$ e $26,20\text{m}^3/\text{s}$ respetivamente. Este volume de água ($43,75\text{m}^3/\text{s}$) representa um caudal superior à capacidade de vazão da ribeira Quente que é de $24,93\text{m}^3/\text{s}$. Esta ribeira corresponde ao troço canalizado sob a cidade e para o qual converge todo o escoamento superficial da margem direita do Arunca, descarregando assim o excedentário $18,81\text{m}^3/\text{s}$, num sistema totalmente estrangulado, quer pelo restante caudal das bacias, quer devido a uma prática urbanística de grandes lacunas, ou seja, vai-se somando coletores de várias urbanizações a um coletor central com a mesma secção dos coletores das urbanizações, afunilando-se todo o sistema de drenagem pluvial, o que provocará inundações urbanas como o que aconteceu em 26/10/2006.

Só para este escoamento proveniente das áreas impermeabilizadas nestas duas bacias seria necessário um canal de 20m² de secção entre o topo da Avenida Heróis do Ultramar e o rio Arunca, o que existe atualmente tem uma secção de 9m².

Ainda dentro deste tema dos caudais provenientes da expansão urbana, industrial e de extração, a Leste da cidade de Pombal, na vertente Norte do ribeiro do Vale existem duas pedreiras de extração de calcários, designadas de: pedreira do Barrocal e pedreira de Vila Cã, ocupando a primeira uma área de 35ha e a segunda 28ha.

No que concerne aos locais de elevada vulnerabilidade dentro do perímetro urbano da cidade de Pombal que sofreram danos na cheia de 26 de outubro, estão representados seguidamente. Os prejuízos foram superiores a 2.000.000€ e para além dos prejuízos materiais há ainda a lamentar a perda de uma vida humana.

**Legenda**

-  Danos Provocados Públicos
-  Danos Provocados Privados

0 250

Figura 12: locais públicos e privados na cidade de Pombal com danos provocados pelas cheias de 26/10/2006
Fonte: Ferreira, A.(2010)

É neste espaço que se notam a falta de medidas estruturais e uma melhor articulação das não estruturais. Estas últimas até existem, no entanto têm sido relegadas para o esquecimento. Com efeito, muito se poderá fazer em torno de Decreto-Lei n.º 23/95 de 23 agosto, que regula, entre outros assuntos, as águas residuais provenientes do processo de urbanização, mas que, “esquece” que essas águas convergem todas para condutas já existentes e cuja capacidade de vazão já foi há muito ultrapassada devido ao crescimento urbano dos últimos 25 anos.

No capítulo das medidas estruturais, ações de prevenção e proteção deverão ser implementadas no terreno, por exemplo, a implantação de barreiras de amortecimento do escoamento torrencial proveniente dos cursos de água que convergem para a cidade na margem direita do rio Arunca.

No âmbito das medidas preventivas, deverá implantar-se um sistema de aviso e alerta na Serra da Sicó. Tendo em conta que se conhece o efeito de uma chuvada de 40mm em meia hora nas bacias do ribeiro do Vale e da ribeira do Outeiro Galegas, sabendo-se também que a precipitação é mais intensa na serra relativamente ao resto do território do concelho, será necessário colocar pelo menos duas estações pluviométricas, uma no topo da serra e uma segunda na vertente Oeste desta, que forneça dados em tempo real (via GSM), por exemplo, para o serviço de proteção civil local.

O PDM em vigor integra alguns condicionantes à transformação do uso do solo, criando assim algumas zonas de proteção, especialmente os que resultam da delimitação da REN e da RAN. Fora da malha urbana mais compacta do perímetro urbano da cidade, a REN representa, em geral, um zonamento eficaz para a proteção de zonas inundáveis, pois sobrepõe-se às zonas de leito de cheia e abrange outras áreas cuja proteção tem um papel preventivo na redução dos riscos de cheia. No entanto, o processo de licenciamento de planos e obras em zonas inundáveis não prevê qualquer medida de defesa e conservação do solo e da água nas cabeceiras e em zonas de riscos de erosão.

Dentro das zonas urbanas, a REN por norma não era delimitada e o mesmo aconteceu com o zonamento do leito de cheia. Esta omissão na cartografia de ordenamento teve consequências visíveis na proliferação da ocupação dos leitos de cheia. No PDM em vigor as cheias urbanas são quase ou totalmente omitidas, não existindo qualquer referência à Zona Adjacente estabelecida por lei, e nalgumas situações permite a ocupação de áreas inundáveis em consonância com uma ausência de referência ao risco de cheia no processo de planeamento do uso do solo, nomeadamente em zonas de maior ocupação urbana.

Pese embora o facto das áreas de risco de inundação no interior do perímetro urbano estarem delimitadas, é necessário proceder à sua regulamentação através da figura de Zona Adjacente, dado que estas áreas não estão ainda integradas na demarcação da REN.

Considera-se, ainda, face aos resultados encontrados, que o tipo de cheias que ocorrem nas bacias analisadas são do tipo de: “cheias rápidas”, visto em nenhum dos casos elas perdurarem mais do que dois a três dias, no entanto estas cheias rápidas ainda podem ser subdivididas em duas subclassificações: as previstas e as imprevistas

O rio Arunca bem como os seus afluentes no concelho de Pombal, podem-se classificar como tendo um regime do tipo **fluvial pontual, imponderado** e de **elevada irregularidade**. As cheias com origem no rio Arunca são **rápidas** mas **previsíveis**, o mesmo não se aplicando às ribeiras da margem direita deste rio que, além de rápidas, possuem carácter marcadamente **imprevisto** desenvolvendo uma **ponta de cheia repentina**. As características das suas bacias apontam todas nesse sentido, porque: possuem tempos de concentração e de resposta muito baixos, áreas reduzidas, curso de água principal com um comprimento próxima da extensão da bacia, hierarquia superior ou igual a três, magnitude superior a 76, fator forma superior a 0,5, índice de Gravélius inferior a 1.4, relação de relevo superior a 38, densidade de drenagem inferior a 3 (muito baixa).

Suscetibilidade a cheias no concelho de Pombal

Como vimos anteriormente, constituem zonas inundáveis ou ameaçadas pelas cheias as áreas contíguas à margem dos cursos de água ou do mar que se estendam até à linha alcançada pela maior cheia com probabilidade de ocorrência num período de retorno de um século (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro).

A sua delimitação deverá ser apoiada por uma análise rigorosa da situação existente, nomeadamente a elaboração de modelos hidrológicos e hidráulicos passíveis de cálculo das áreas inundáveis com período de retorno de pelo menos 100 anos, a análise do histórico de ocorrências, dados cartográficos, critérios topográficos, geológicos, geomorfológicos e hidrológicos, a par de um exaustivo trabalho de campo.

Considerando o objetivo explanado, foi elaborada a carta de suscetibilidade a cheias/inundações para o concelho de Pombal, tendo em consideração as seguintes fontes de informação:

- Estudos hidrológicos do rio Arunca em Pombal – projeto de execução – alteração (Aqualogus e PC&A, março de 2004);
- Plano de Cheias para o concelho de Pombal (Autoridade Municipal de Proteção Civil, janeiro de 2007);
- Cartografia de áreas inundáveis a partir do método de reconstituição hidrogeomorfológica e do método hidrológico –hidráulico. Estudo comparativo na bacia hidrográfica do rio Arunca.(Santos, P. julho de 2009);
- Caracterização Morfométrica das Bacias Hidrográficas e Áreas Inundáveis do Concelho de Pombal (Ferreira, A, setembro de 2010);
- Estudo hidrológico e hidráulico e definição da zona inundável centro de meios aéreos/pista de ultraleves (TTerra, março de 2012);
- Levantamento de campo (março de 2012).

Para a delimitação da áreas passíveis de ocorrência, foi elaborada, numa primeira fase, uma carta base de suscetibilidade a cheias, tendo em consideração as variáveis, ou seja, fatores condicionantes, definidos no “Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal”.

Para a execução do modelo proposto foi fundamental concretizar um conjunto de etapas fundamentais: construção de uma base de dados relacional, passível de processamento em ambiente SIG; análise estatística suscetível de estabelecer relações entre atributos das variáveis; transformação de dados de formato vetorial para formato *raster* (célula 5m); reclassificação dos atributos em formato *raster* por forma a uniformizar variáveis (0-255); atribuição de ponderações e cruzamento das variáveis.

O desenvolvimento deste modelo possibilitou a obtenção da carta de suscetibilidade a cheias/inundações, expressa, segundo o método de *natural breaks* numa escala qualitativa com 3 classes, tendo como referência a realidade de todo o concelho, sendo que: 1 - Suscetibilidade Elevada; 2 - Suscetibilidade Moderada; 3 - Suscetibilidade Baixa.

Quadro 5: Variáveis e respetivas ponderações: cheias/inundações

Variável	Ponderação (%)
Ocorrências	0.25
Declives	0.25
Carta Ocupação do solo	0.10
Geologia	0.25
Bacia hidrográfica	0.05
Rede Hidrográfica	0.10

Depois de elaborada a carta anterior, procedeu-se primeiramente à sua adaptação, tendo em consideração que “a delimitação de áreas de risco deve ser sempre apoiada em estudos

hidráulicos e hidrológicos” a realizar para os troços dos cursos de água com maior suscetibilidade, com enfoque para os integrados em áreas urbanas e urbanizáveis⁵.

Desta forma, nas áreas do concelho com estudo hidrológico aprovado, nomeadamente o presente nos documentos “Estudos hidrológicos do rio Arunca em Pombal” e “Estudo hidrológico e hidráulico e definição da zona inundável centro de meios aéreos/pista de ultraleves”, os mesmos prevaleceram face ao resultado obtido na análise matricial efetuada. Constatou-se, no entanto, que as áreas definidas como de suscetibilidade elevada e moderada são coincidentes com as áreas obtidas pela implementação do nosso modelo.

A utilização destes estudos hidrológicos procurou dar resposta ao disposto no Decreto-Lei n.º 364/98, de 21 de novembro que estabelece a obrigatoriedade de elaboração de uma carta de zonas inundáveis no interior dos perímetros urbanos, que demarque as áreas atingidas pela maior cheia conhecida.

No que concerne à suscetibilidade a cheias/inundações em torno do rio Arunca, efetuou-se ainda o estudo comparativo entre os resultados obtidos pela aplicação da metodologia acima menciona e os obtidos na tese “Cartografia de áreas inundáveis a partir do método de reconstituição hidrogeomorfológica e do método hidrológico –hidráulico. Estudo comparativo na bacia hidrográfica do rio Arunca”. De salientar que este cruzamento foi complementado com levantamento de campo em torno de todo o curso de água principal e seus afluentes, efetuado nos dias 15,16,19,20 de março de 2012.

Na ribeira de Carnide, as classes de suscetibilidade obtidas foram confrontadas com as delimitadas no estudo “Caracterização Morfométrica das Bacias Hidrográficas e Áreas Inundáveis do Concelho de Pombal” e complementadas com o levantamento de campo, efetuado nos dias 7 e 8 de março de 2012, no qual foram percorridas todas as margens do curso de água por forma a confirmar a aplicabilidade do modelo e, conseqüentemente da carta de suscetibilidade obtida. De salientar que deste trabalho de campo resultaram adaptações pontuais, resultantes da diferença existente entre a escala do plano (1:10000) e a realidade efetivamente existente.

Esta relação é aplicada, de igual forma, ao rio Anços, uma vez que o levantamento de campo⁶ foi fundamental para a correta delimitação da suscetibilidade em torno deste curso de água. De facto, os resultados obtidos para o curso de água em questão foram confirmados através deste

⁵ Guia orientador da Revisão do PDM -CCDR (outubro de 2011), pp.83
Decreto-Lei n.º 364/98, de 21 de novembro

⁶ Efetuado à data de 8 de março de 2012

trabalho de campo, que veio comprovar, salvo pequenas exceções, a veracidade dos resultados previamente obtidos através da nossa análise matricial.

Por fim, e no que respeita ao rio Nabão, dado as especificidades do mesmo, nomeadamente, o substrato geológico existente (calcário), a elevada permeabilidade e a reduzida dimensão da sua planície aluvionar, aliadas ao facto do seu leito não se encontrar totalmente inserido no limite administrativo do concelho de Pombal (segundo a CAOP 2012.1), foi assumida, para o curso de água principal a suscetibilidade determinada no estudo “Caracterização Morfométrica das Bacias Hidrográficas e Áreas Inundáveis do Concelho de Pombal”. No que respeita à Ribeira dos Cardeais, a suscetibilidade representada resultou do cruzamento entre registos históricos e o limite da planície aluvionar, apoiados por um exaustivo levantamento de campo¹.

Carta de suscetibilidade

O cruzamento da informação anterior permitiu obter a carta de suscetibilidade a cheias/inundações para o concelho de Pombal a seguir representada.

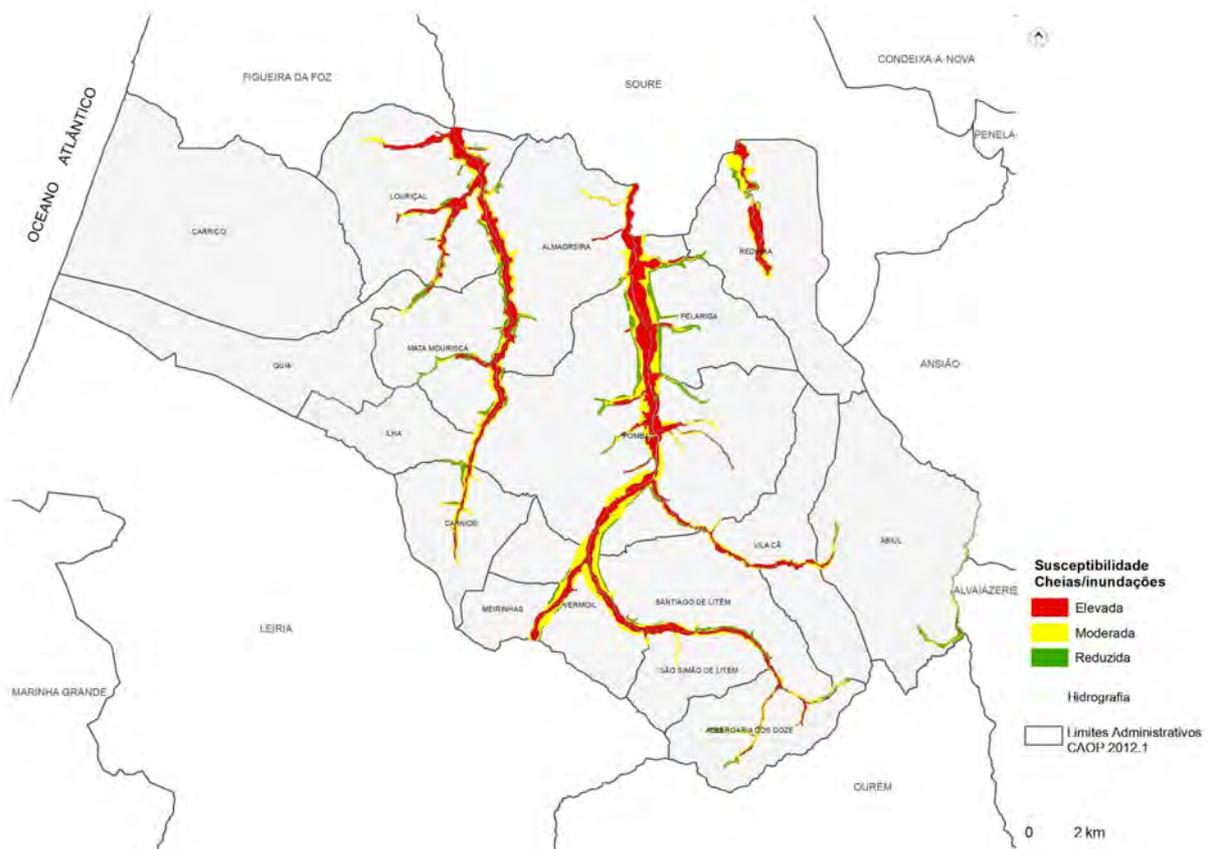


Figura 13: Carta de suscetibilidade a cheias/inundações no concelho de Pombal

A carta de suscetibilidade obtida permite-nos aferir que o concelho de Pombal detém 7% da sua área total em suscetibilidade a cheias/inundações, correspondentes a 4300ha, dos quais 61% em suscetibilidade elevada (2600ha), ou seja, áreas contíguas à margem dos cursos de água que se estendem até à linha alcançada pela maior cheia ocorrida, 29% em suscetibilidade moderada (1200ha) e 10% em suscetibilidade reduzida (450ha).

Quadro 6: Suscetibilidade a cheias/inundações por classe de suscetibilidade e bacia hidrográfica (ha)

	Anços	Arunca	Carnide	Nabão	Total
Elevado	182	1536	857	17	2593
Moderado	95	824	298	14	1230
Reduzido	18	254	152	22	445
Total	295	2614	1307	53	4268

Considerando que a suscetibilidade a cheias pode ser agravada nas áreas urbanas, em resultado da sua elevada impermeabilização, obstrução dos cursos de água, alterações induzidas na drenagem natural dos cursos de água, ou mesmo sub dimensionamento das redes coletoras, é fundamental analisar as áreas de elevada suscetibilidade integradas em espaços urbanos e urbanizáveis e sobre as quais deverá ser implementado no disposto no ponto 3 do artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 364/98, de 2 de novembro, o qual prevê o estabelecimento de restrições necessárias para fazer face ao risco de cheia. Deverá ainda ser observado o previsto nos pontos 4, 5 e 6 do mesmo artigo.

Quadro 7: Área de suscetibilidade a cheias/inundações integradas (ha) em perímetro urbano, por bacia hidrográfica

	Anços	Arunca	Carnide	Nabão	Total
Elevado	9.96	209.35	17.06	0.14	236.51
Moderado	6.62	89.24	33.04	1.76	130.66
Reduzido	2.44	44.84	25.4	2.97	75.65
Total	19.02	343.43	75.5	4.87	442.82

Podemos constatar que 442,82ha da área com suscetibilidade a cheias/inundações encontra-se integrada em perímetros urbanos, o que corresponde a 10,30% da área suscetível a cheias/inundações e 0,71% da área total do concelho. Para estes elevados valores muito contribui o perímetro urbano da cidade de Pombal (bacia hidrográfica do Rio Arunca), que se encontra em grande parte abrangido por suscetibilidade elevada a cheias/inundações, resultante de fatores⁷ como: localização geográfica nas margens do rio Arunca no qual confluem várias ribeiras com caudal elevado que se encontram canalizadas para condutas de escoamento sub-dimensionadas; elevada impermeabilização do solo.

⁷ Temática desenvolvida no ponto: Caudais e cheias no espaço urbano: cidade de Pombal
Vol. IX - Riscos

Nos restantes cursos de água, a suscetibilidade elevada ocorre maioritariamente em solo rural, embora se encontrem perímetros urbanos em suscetibilidade elevada nas margens na bacia hidrográfica do Rio Anços, com destaque para os aglomerados de Anços, Redinha, Carramanha, Rio Torto e Figueirinha. No que respeita à bacia da Ribeira de Carnide, a maior densidade de edificações em suscetibilidade elevada ocorre nas localidades de Borda do Rio, Louriçal, Casalinho da Foz, Vale das Moitas e Carnide, sendo esta última a sede da freguesia de Carnide e um aglomerado que apresenta grande parte do seu centro funcional em leito de cheia.

Elementos expostos

Atendendo a que a localização do risco resulta da sobreposição da carta de suscetibilidade com os elementos expostos, podemos considerar que os territórios que, tendo sido identificados como suscetíveis a cheias/inundações, apresentam também elementos expostos vulneráveis a este perigo, insurgindo-se assim como áreas com maior risco de perdas e danos.

Neste sentido, foi fundamental identificar os elementos estratégicos, vitais e sensíveis e os elementos indiferenciados (edificações, vias de comunicação e áreas classificadas como solo urbanizável), consubstanciados pela análise a elementos humanos, tais como a população residente por grupos etários, ou mesmo o número de edifícios e alojamentos por tipologia, função e ocupação, por forma a definir os locais com maior risco de cheias/inundações.

Em termos de elementos estratégicos, vitais e sensíveis, foram identificados os seguintes elementos⁸, por bacia hidrográfica e classe de suscetibilidade. De salientar que, como estamos perante informação espacial de diferentes tipos, nomeadamente linhas e polígonos, a análise de elementos expostos foi vertida em dois grupos de análise distintos.

Administração Pública - Câmara Municipal, Junta de Freguesia;

Infraestruturas Urbanas - Parques de Estacionamento, ETAR, Rede de gás natural, Rede elétrica;

Equipamentos de utilização coletiva - Hospitais, Centros de Saúde, Jardins de Infância, Escolas primárias, Escolas EB e Secundário, Centro Cultural, Recintos desportivos, Cinemas e Teatros, Piscinas coletivas, Tribunal regional, Centros de dia e de noite, Lares de 3ª idade, Lares de deficientes, PSP, Quartéis de Bombeiros;

Infraestruturas rodoviárias - Itinerários Principais – Autoestradas (IP/AE), Itinerários Complementares (IC), Estradas Nacionais (EN), Estradas Municipais (EM), Rede Viária urbana, Outros;

Infraestruturas ferroviárias - Via Dupla;

Infraestruturas de Transporte Aéreo - Outros;

Infraestruturas de Telecomunicações - Antenas de receção e Retransmissão, Estação de Emissão, Estação de Telecomunicações;

⁸ Conforme previsto no "Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal", pp. 86 e 87

Produção, Armazenamento e Distribuição de Energia e Combustíveis - Gasodutos , Redes de Alta e Muito Alta Tensão , Subestação AT da REN , Subestação AT da EDP , Postos de Transformação EDP;

Áreas Industriais e de Armazenamento - Paiol (depósito de materiais explosivos);

Património - Património Cultural , Rede Natura;

Outros - Centros Históricos, Centros Comerciais , Estabelecimentos Hoteleiros, Barracas/Telheiros, Edifícios, Edifícios em ruínas, Edifícios em construção, Estufas, Moradia, Oficina, Oficina automóvel, Fábrica.

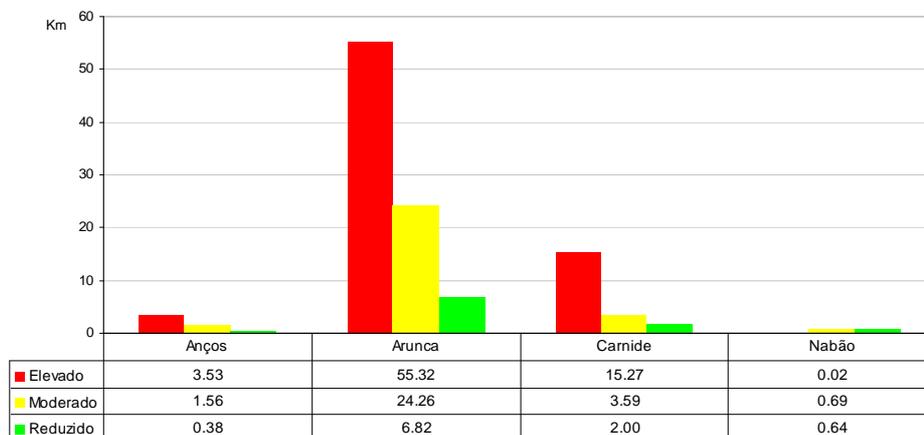


Gráfico 3: Elementos expostos em áreas de suscetibilidade a cheias/inundações em quilómetros

No que concerne aos elementos do tipo linha, foram considerados os elementos integrados nos grupos: infraestruturas urbanas (rede de gás natural e rede elétrica) e produção, armazenamento e distribuição de energia e combustíveis (rede de alta e muito alta tensão e gasoduto), que perfazem um total de 114,1km, dos quais 86,4ha afetos à bacia hidrográfica do rio Arunca, 20,9km à bacia Ribeira de Carnide, 5,5ha à bacia do rio Anços e 1,4km à bacia do rio Nabão. Por classe de suscetibilidade observamos que 65% dos elementos expostos encontram-se integrados em suscetibilidade elevada, 26,4% em suscetibilidade moderada e 8,6% em suscetibilidade reduzida.

Quadro 8: Elementos expostos em áreas de suscetibilidade a cheias/inundações em metros

		Anços	Arunca	Carnide	Nabão	Total
02 05 01 Rede de gás natural	Elevado		15117.4			15117.4
	Moderado		4924.1			4924.1
	Reduzido		194.7			194.7
Total			20236.2			20236.2
02 05 02 Rede elétrica	Elevado	3528.5	29291.3	14290.2	17.5	47127.4
	Moderado	1563.6	15867.6	3343.1	693.8	21468.0
	Reduzido	377.3	5582.6	1800.6	636.0	8396.7
Total		5469.4	50741.5	19433.9	1347.3	76992.1
09 04 01 Rede de Alta e Muita alta Tensão	Elevado		9383.2	981.0		10364.2
	Moderado		3276.6	244.3		3520.9
	Reduzido		625.3	203.2		828.5
Total			13285.1	1428.5		14713.6
09 05 02 Gasoduto	Elevado		1528.9			1528.9
	Moderado		192.9			192.9
	Reduzido		414.0			414.0
Total			2135.8			2135.8
Total Geral (m)		5469.4	86398.6	20862.4	1347.3	114077.7

Por tipologia de elementos verificamos que a rede elétrica é o elemento exposto com maior representatividade, com 67% do total de elementos expostos, encontrando-se integrada em todas as classes de suscetibilidade de todas as bacias hidrográficas analisadas. De destacar a elevada área ocupada por rede elétrica na bacia do rio Arunca (50km), assim como a elevada presença, nesta bacia, de rede de gás natural resultante da localização periférica do gasoduto principal que atravessa o concelho, no sentido Sul-Norte e que abastece a cidade de Pombal com uma rede densa de condutas de gás natural.

Em termos de dados do tipo área, foram identificados os seguintes elementos expostos:

Administração Pública

01 04 01 Câmara Municipal
01 04 02 Junta de Freguesia

Infraestruturas Urbanas

02 01 00 Parques de Estacionamento
02 03 01 ETAR

Equipamentos de utilização coletiva

03 01 01 Hospitais
03 01 04 Centros de Saúde
03 02 01 Jardins de Infância
03 02 02 Escolas primárias
03 02 03 Escolas EB e Secundário
03 03 01 Centro Cultural
03 03 02 Recintos desportivos
03 03 03 Cinemas e Teatros
03 03 04 Piscinas coletivas
03 03 06 Igrejas e locais de culto
03 04 02 Tribunal regional
03 05 01 Centros de dia e de noite
03 05 02 Lares de 3ª idade
03 05 03 Lares de deficientes
03 06 01 PSP
03 07 01 Quartéis de Bombeiros

Infraestruturas rodoviárias

04 01 01 Itinerários Principais – Autoestradas (IP/AE)

04 02 02 Itinerários Complementares (IC)

04 03 01 Estradas Nacionais (EN)

04 05 01 Estradas Municipais (EM)

04 06 01 Rede Viária urbana

04 00 99 Outros

Infraestruturas ferroviárias

05 01 01 Via Dupla

Infraestruturas de Transporte Aéreo

07 00 99 Outros Vários

Infraestruturas de Telecomunicações

08 01 01 Antenas de receção e Retransmissão

08 02 01 Estação de Emissão

08 03 01 Estação de Telecomunicações

Produção, Armazenamento e Distribuição de Energia e Combustíveis

09 04 01 Redes de Alta e Muito Alta Tensão

09 04 02 Subestação AT da REN

09 04 03 Subestação AT da EDP

09 04 05 Postos de Transformação EDP

09 05 02 Gasodutos

Áreas Industriais e de Armazenamento

10 03 01 Paio (depósito de materiais explosivos)

Património

12 01 01 Património Cultural

12 03 02 Rede Natura

Outros

99 01 01 Centros Históricos

99 02 01 Centros Comerciais

99 03 01 Estabelecimentos Hoteleiros

99 00 99 Barracas/Telheiros

99 00 98 Edifícios

99 00 97 Edifícios em ruínas

99 00 96 Edifícios em construção

99 00 95 Estufas

99 00 94 Moradia

99 00 82 Oficina

99 00 81 Oficina automóvel

99 00 80 Fábrica

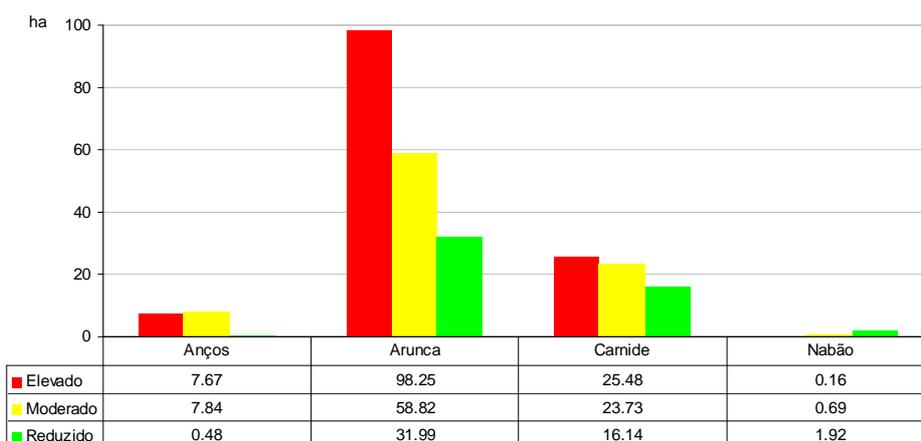


Figura 14: Área ocupada por elementos expostos em áreas de suscetibilidade a cheias/inundações (ha)

Estes elementos ocupam uma área total de 273,2ha, dos quais 189,1ha afetos à bacia hidrográfica do rio Arunca, 65,4ha à bacia ribeira de Carnide, 16ha à bacia do rio Anços e 2,8ha à bacia do rio Nabão. Por classe de suscetibilidade observamos que 48,2% dos

elementos expostos encontram-se integrados em suscetibilidade elevada (131.6ha), 33,3% em suscetibilidade moderada (91.1ha), 18,5% em suscetibilidade reduzida (50.5ha). O rio Arunca é o curso de água com maior representatividade e com maior área ocupada por elementos sensíveis (98,25ha) no total de área incluída em elevada suscetibilidade.

Quadro 9: Elementos expostos em áreas de suscetibilidade a cheias/inundações (m²)

Suscetibilidade	Elementos expostos	Anços	Arunca	Carnide	Nabão	Total
	01 04 01		1291			1291
	02 01 02		1362			1362
	02 02 00		391			391
	02 03 01		79			79
	03 01 01		2441			2441
	03 01 04		714			714
	03 02 01		2121			2121
	03 02 03		1256			1256
	03 03 01		1850			1850
	03 03 02		61283	202		61485
	03 03 03		1225			1225
	03 03 04	1	2803	59		2862
	03 03 06		1609	225		1834
	03 04 02		1030			1030
	03 05 01		210			210
	03 05 02		129			129
	03 05 03		1504			1504
	03 06 01		311			311
	03 07 01		1612			1612
	04 00 99	31140	124020	86960	1525	243646
	04 01 01	9650	14487			24137
Elevado	04 02 02	3243	57270	19973		80487
	04 03 01		25465	32611		58075
	04 05 01	2114	23811	982	74	26981
	04 06 01	12779	218339	51554		282671
	05 01 01		33613			33613
	05 02 01		306			306
	07 00 99		196			196
	09 04 03		819			819
	09 04 05		142	30		173
	10 03 01			62		62
	12 01 01		1011			1011
	99 00 80		82106			82106
	99 00 81		3967	459		4426
	99 00 82		3323			3323
	99 00 94	7758	156303	11089		175149
	99 00 95		8514	28322		36836
	99 00 96	364		6		370
	99 00 97	543	2562	1086	7	4199
	99 00 98	8253	112940	11356		132549
	99 00 99	902	25136	9824		35862
	99 02 01		3727			3727
	99 03 01		1253			1253
	Elevado Total	76747	982530	254800	1607	1315683
Moderado	01 04 02		138			138
	02 02 00		89			89
	03 02 01		702			702
	03 02 02	187	1023	0		1210
	03 02 03		6562			6562
	03 03 01		326			326
	03 03 02		8372	298		8670
	03 03 04	181	372	231		784
	03 03 06	174	386	710		1271
	03 05 01		291			291
	04 00 99	13701	146358	72169	6479	238706
	04 01 01	19580	18915			38495
	04 02 02	4047	17806	3867		25720
	04 03 01		14961	11296		26257

	04 05 01	12242	14706	2436	409	29794
	04 06 01	8949	79826	68538		157313
	05 01 01		30578			30578
	07 00 99		21836			21836
	09 04 05		122	14		136
	12 01 01		539			539
	99 00 80		40682			40682
	99 00 81		1155	1017		2172
	99 00 82		412			412
	99 00 94	9340	87671	36459		133470
	99 00 95		14405	586		14991
	99 00 96	269	253	129		651
	99 00 97	420	1093	913		2426
	99 00 98	8642	62157	22881	44	93724
	99 00 99	680	16235	15785		32701
	99 03 01		202			202
	Moderado Total	78413	588176	237327	6933	910850
	03 02 01			629		629
	03 03 02		606	673		1279
	03 03 04		172			172
	03 03 06			3563		3563
	04 00 99	270	85236	50576	12720	148803
	04 01 01		6522			6522
	04 02 02		39008	1727		40734
	04 03 01		11461	11589		23050
	04 05 01	224	5944	721	3998	10886
	04 06 01	804	34820	46592	150	82366
Reduzido	05 01 01		26466			26466
	05 02 01		118			118
	09 04 05		37			37
	99 00 80		1013			1013
	99 00 81		672			672
	99 00 94	1693	42671	21003	1589	66956
	99 00 95		892	123		1016
	99 00 96			1065		1065
	99 00 97		2616	335		2951
	99 00 98	1531	45327	15074	610	62542
	99 00 99	274	16338	7695	96	24403
	Reduzido Total	4795	319920	161364	19163	505242
Total Geral	m2	159955	1890626	653491	27702	2731775
Total Geral	ha	16.00	189.06	65.35	2.77	273.18

Por tipologia de elementos em suscetibilidade elevada, verificamos que a rede viária urbana (código 04 06 01) e os outros caminhos (código 04 00 99) são os elementos expostos com maior probabilidade de ocorrência nestas áreas, com 53ha da área total. De destacar a elevada área ocupada por moradias (18ha), edifícios em geral (13ha) e fábricas (8ha) implantadas em leito de cheia, sobre as quais deverá decorrer uma análise cuidada, atendendo ao elevado valor de danos potenciais e perdas, em situações de cheias/inundações.

Na bacia do rio Arunca, é necessário destacar a perigosidade associada à existência de fábricas, edifícios e equipamentos em leito de cheia, sendo que a cidade de Pombal muito contribui para estes valores manifestamente elevados, uma vez que grande parte do seu perímetro urbano encontra-se em área de elevada suscetibilidade, a par da localização da Zona Industrial da Formiga também integrada nesta mesma classe. Consequentemente, a maioria dos equipamentos existentes na cidade encontram-se também em risco de cheia, com destaque para a PSP e o Quartel dos Bombeiros Voluntários de Pombal.

Na bacia hidrográfica da ribeira de Carnide, à semelhança do verificado na bacia do rio Arunca, os elementos com maior representatividade são efetivamente as infraestruturas viárias e as edificações, embora a área ocupada por estufas atinja um valor sobejamente elevado de 2,8ha.

No leito de cheia do rio Anços, podemos encontrar com maior representatividade, para além de um conjunto alargado de estradas urbanas e caminhos vicinais, edifícios e moradias passíveis de inundação em caso de ocorrência.

Encontram-se integrados na área definida com suscetibilidade elevada afeta ao rio Nabão 1525m² de Caminhos vicinais, 74m² de Estradas Municipais e 7m² correspondentes a um edifício em ruínas. Estes valores, manifestamente inferiores aos registados nas restantes áreas em análise, denotam per si uma reduzida vulnerabilidade das populações a este perigo.

Por último é fundamental fazer referência ao elemento centro histórico que para além de incluir outros elementos sensíveis, apresenta um dano potencial inigualável decorrente não só do edificado existente, mas também da representação mental das populações, da sua identidade cultural.

De facto, existem no concelho de Pombal 15,6ha afetos aos centros históricos concelhios com suscetibilidade a cheias, com maior relevância para o centro histórico do Louriçal, da Redinha e da própria sede de concelho Pombal, sendo este último marcado por situações gravosas de inundações ocorridas num passado recente (2006) e que afetaram em larga escala equipamentos públicos e privados, alguns dos quais símbolos culturais vitais ao conhecimento da história do povo pombalense.

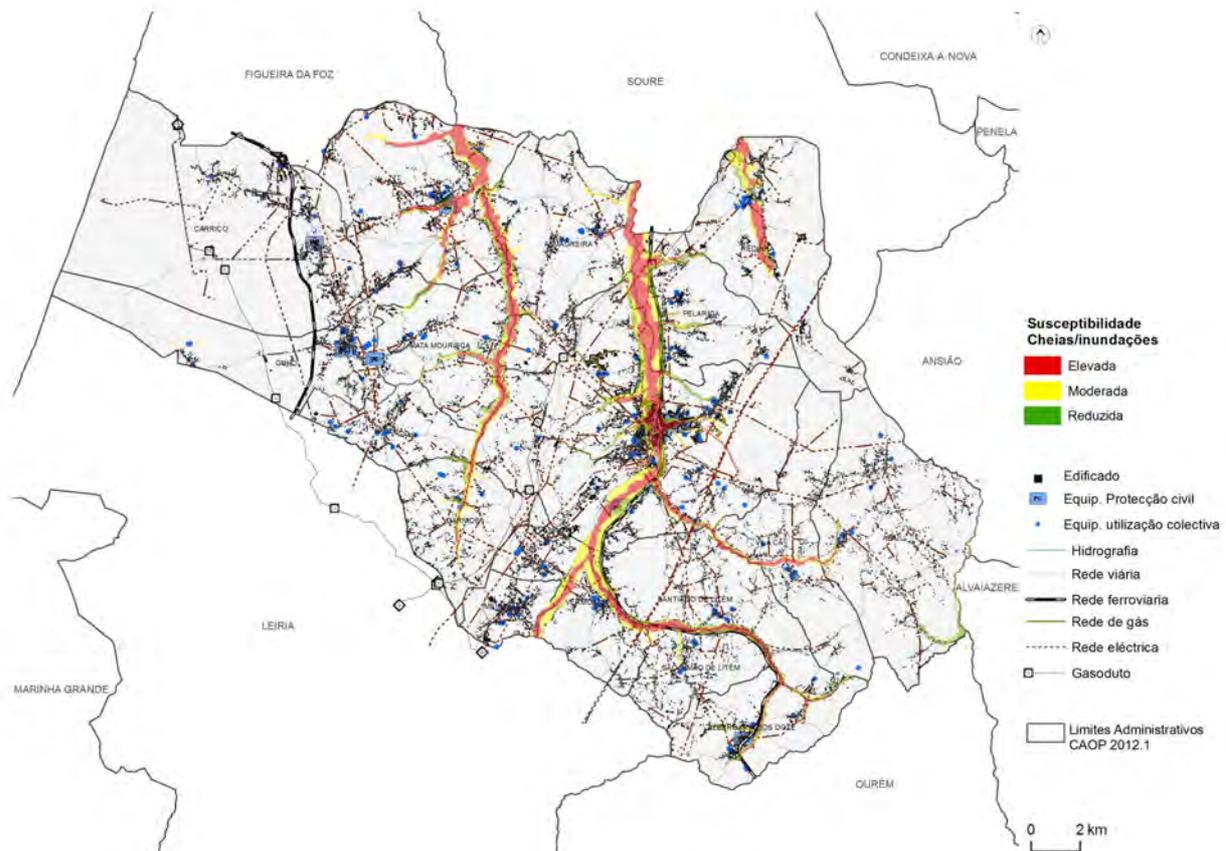


Figura 15: Carta de elementos expostos a susceptibilidade a cheias/inundações

Síntese conclusiva

Em jeito de conclusão, podemos verificar que o rio Arunca é aquele que apresenta uma maior susceptibilidade a cheias, com mais de 1500ha de área ocupada, dos quais 209ha em perímetro urbano e 98ha de elementos expostos. Estes valores resultam de um conjunto de diferentes fatores, não só intrínsecos ao próprio curso de água, nomeadamente a extensão e dimensão da sua planície aluvionar no caso da sua área total e fatores antrópicos, como a edificação em leito de cheia de edifícios, equipamentos e infraestruturas. De destacar a cidade de Pombal que se encontra inserida em risco elevado de cheia, ou seja, a elevada susceptibilidade ao qual se coassocia elementos expostos, aumentam o dano potencial e consequentemente a vulnerabilidade das populações residentes e presentes na cidade.

A Ribeira de Carnide apresenta também uma elevada área em susceptibilidade a cheia/inundações, podendo em caso de ocorrência afetar edificações e equipamentos localizados em leito de cheia. Situação similar é a verificada no rio Anços, nomeadamente em alguns perímetros urbanos que se encontram totalmente inseridos em susceptibilidade elevada.

O Rio Nabão, em caso de ocorrência, é o curso de água que apresenta menor probabilidade de cheias/inundações e conseqüentemente menor vulnerabilidade da população.

5.1.3 GEODINÂMICA INTERNA

5.1.3.1 Sismos

Segundo Cabral 2003, os sismos correspondem a vibrações das rochas resultantes da passagem de ondas sísmicas de diversos tipos. Estas vibrações junto à superfície podem causar grandes danos nas estruturas produzidas pelo Homem.

Um sismo é pois um fenómeno natural resultante de uma rotura mais ou menos violenta no interior da crosta terrestre, na qual ocorre libertação de uma grande quantidade de energia, e que provoca vibrações que se transmitem a uma vasta área circundante. De salientar que à quantidade de energia libertada no foco damos o nome de magnitude e ao grau de severidade do movimento do solo provocado por um sismo damos o nome de intensidade sísmica (por exemplo a. Escala de Mercalli).

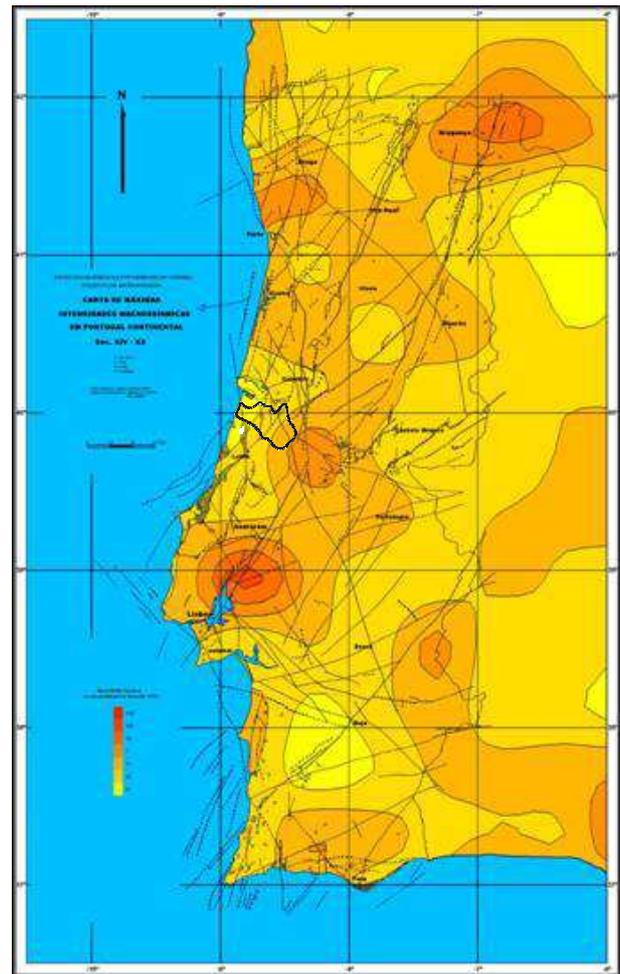


Figura 16: Zonas de Máxima Intensidade Sísmica em Portugal Continental
Fonte: IGUC, 2003

Na maior parte dos casos os sismos resultam de movimentos ao longo de falhas geológicas⁹ existentes entre as diferentes placas tectónicas que constituem a região superficial terrestre, as quais se movimentam entre si. Os sismos também podem ser originados em movimentos de falhas existentes no interior das placas tectónicas, assim como resultado da atividade vulcânica e dos movimentos de material fundido em profundidade. Podem ser ainda de origem antrópica (originados por explosões, por colapsos de minas e os eventos sísmicos induzidos pela extração ou introdução de materiais na crosta e enchimento de albufeiras).

O risco sísmico, para Cabral 2003, corresponde a uma avaliação integrada da severidade das vibrações sísmicas expectáveis (perigo sísmico) e das suas consequências. Refere-se, pois, aos danos, ou perdas, que é esperado ocorrerem num determinado elemento exposto ao perigo durante um dado período de tempo. O elemento em risco pode ser um edifício, um conjunto de edifícios, uma povoação, a população, ou atividades económicas associadas.

⁹ Fratura ou zona de fraturas ao longo das quais ocorreu movimentação dos blocos um em relação ao outro. A teoria de Reid descreve que a fratura é provocada por uma rotura de materiais frágeis, durante um movimento brusco que denomina "ressalto elástico" o qual se deve à acumulação de tensões originadas na própria dinâmica interna da Terra. Pode ser normal, inversa, de desligamento e inversa com desligamento.

Em termos espaciais o território de Portugal Continental localiza-se próximo de uma área de colisão entre a placa euroasiática com a placa africana e é caracterizado por uma atividade sísmica histórica significativa, marcada por um número relativamente pequeno de eventos muito energéticos (Zêzere *et al* 2006).

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 caso de um forte sismo, qualquer falha pode ressoar, o que poderá provocar desmoronamentos de barreiras de estrada e rachas nas casas, principalmente nas que foram construídas sobre falhas.

Para o concelho de Pombal, as consequências de um sismo podem ser agravadas, dado que este é atravessado pela “Falha Seia/Pombal/ Nazaré” e localiza-se próximo da “Falha do Vale Inferior do Tejo” e da falha de Alencarce (perto de Soure).

A área em estudo está incluída na Zona B e C (penúltima da escala de sismicidade), segundo o Regulamento de Segurança e Ação de Estruturas de Edifícios e Pontes, a que corresponde o coeficiente de 0,5 (risco sísmico muito reduzido), e em relação à Zona de Máxima Intensidade Sísmica em Portugal Continental de acordo com a escala modificada de Mercalli encontra-se numa zona de intensidade VII.

Em termos tectónicos, esta região o concelho de Pombal, e nomeadamente a cidade de Pombal, está sobre a influência do sistema de fraturas principal Norte - Sul, que condiciona o sistema secundário Noroeste - Sudeste que lhe está associado. Na dependência destes ocorreram numerosas exurgências, por vezes com caudais significativos.

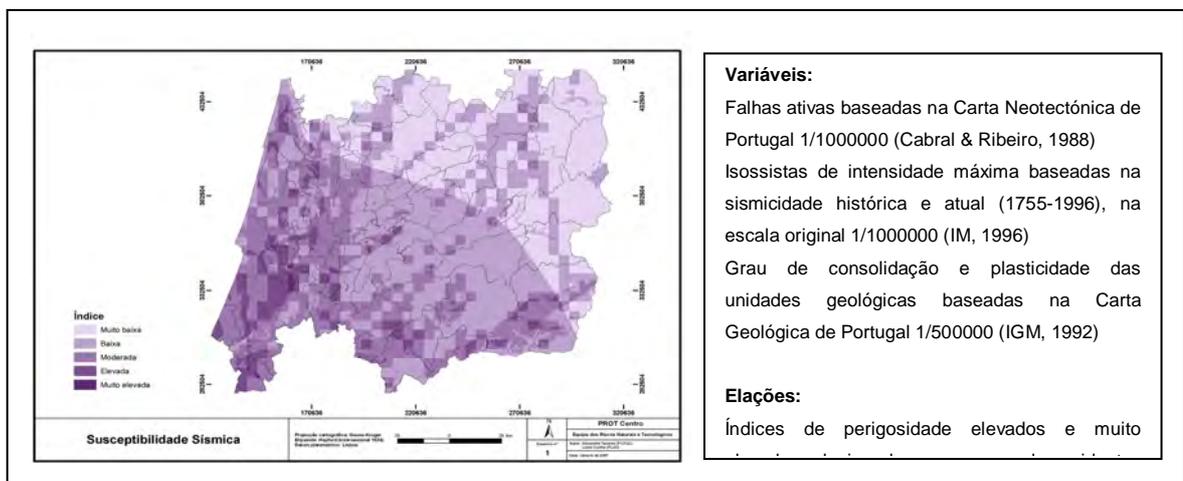


Figura 17: Suscetibilidade sísmica segundo o PROT-C
Fonte: PROT-C,2007

Em termos de representação cartográfica é necessário considerar duas fontes de informação com escalas de análise diferenciadas:

- Escala supra municipal - segundo o PROT Centro, o concelho apresenta valores diferenciados de suscetibilidade sísmica, apresentado locais com classe baixa suscetibilidade, essencialmente nas freguesias de São Simão e Santiago de Litém, assim como locais com elevada suscetibilidade nomeadamente a freguesia da Redinha, Almagreira e Pombal.
- Escala municipal - foi obtida a carta de suscetibilidade, segundo o guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal.

Para a elaboração desta carta de suscetibilidade sísmica de nível municipal foram, consideradas as seguintes variáveis, ou seja, fatores condicionantes, aos quais foram atribuídos ponderações em função do grau de importância dos mesmos para a ocorrência de sismos.

Quadro 10: Variáveis e respetivas ponderações: Sismos

Variável	Ponderação (%)
Intensidade sísmica	0,05
Geologia	0,40
Falhas ativas	0,55

A célula considerada para aplicação das variáveis anteriores foi de 25m, e as três cartas obtidas em formato raster, foram multiplicadas obtendo-se a carta final de suscetibilidade expressa, segundo o método de *natural breaks*, numa escala qualitativa com 3 classes, tendo como referência a realidade de todo o concelho:

1 - Suscetibilidade Elevada; 2 - Suscetibilidade Moderada; 3 - Suscetibilidade Baixa.

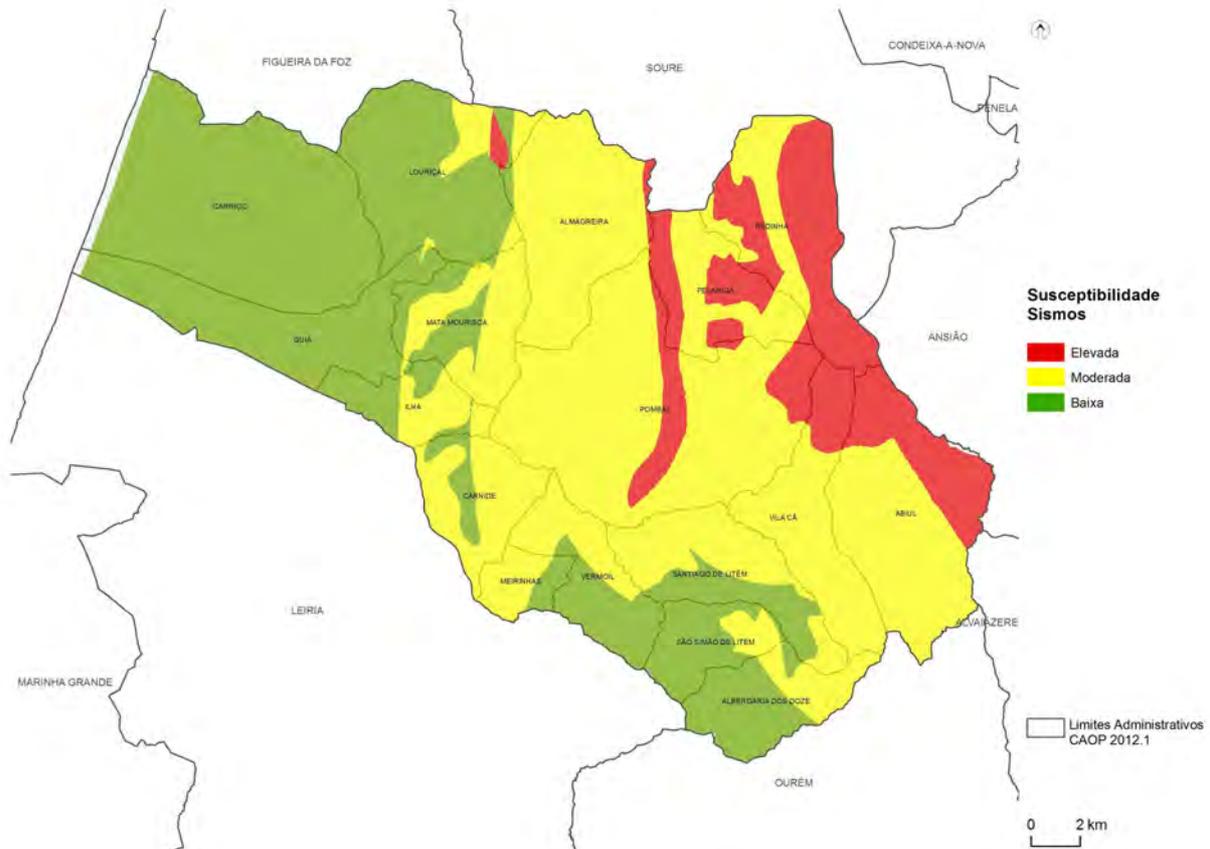


Figura 18: Carta de susceptibilidade a sismos

Atendendo à figura anterior, podemos aferir que as áreas com maior susceptibilidade estão associadas à existência de falhas e ao substrato geológico caracterizado pela existência de calcários, sendo que a susceptibilidade elevada ocupa 37,1% do território em torno do maciço calcário da Serra de Sicó, assim como da área adjacente ao Rio Arunca, áreas a partir das quais a susceptibilidade vai diminuindo gradualmente, sendo que as áreas Oeste e Sul do concelho apresentam baixa susceptibilidade sísmica.

Quadro 11: Suscetibilidade a sismos por classes

Carta de sismos		
Descrição	Área (ha)	%
Suscetibilidade Elevada	8020.13	12.89
Suscetibilidade Moderada	31114.91	50.01
Suscetibilidade Baixa	23080.42	37.10

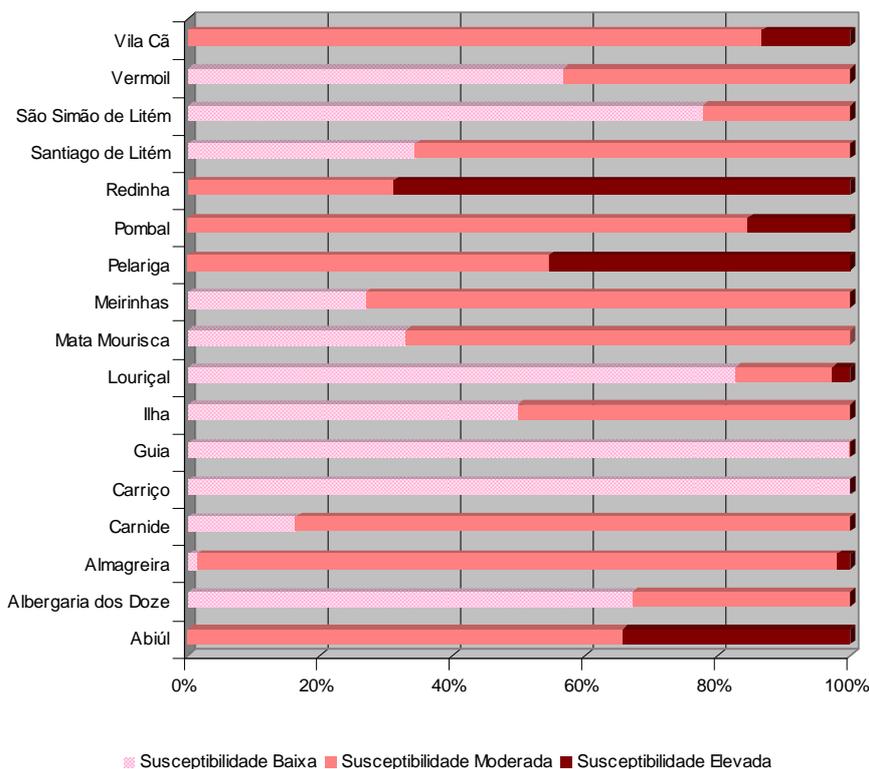


Gráfico 4: Suscetibilidade a sismos, por freguesia

Ao nível de freguesia, aquela que apresenta maior suscetibilidade a sismos é, pela sua localização geográfica, a Redinha, com 68,9% da sua área com suscetibilidade elevada. Este valor é potenciado pelo substrato geológico, bem como pelo sistema de falhas transversais secundários existente. Situação similar, de elevada suscetibilidade, é a registada nas freguesias da Pelariga (46%) e Abiúl com 34% da área total.

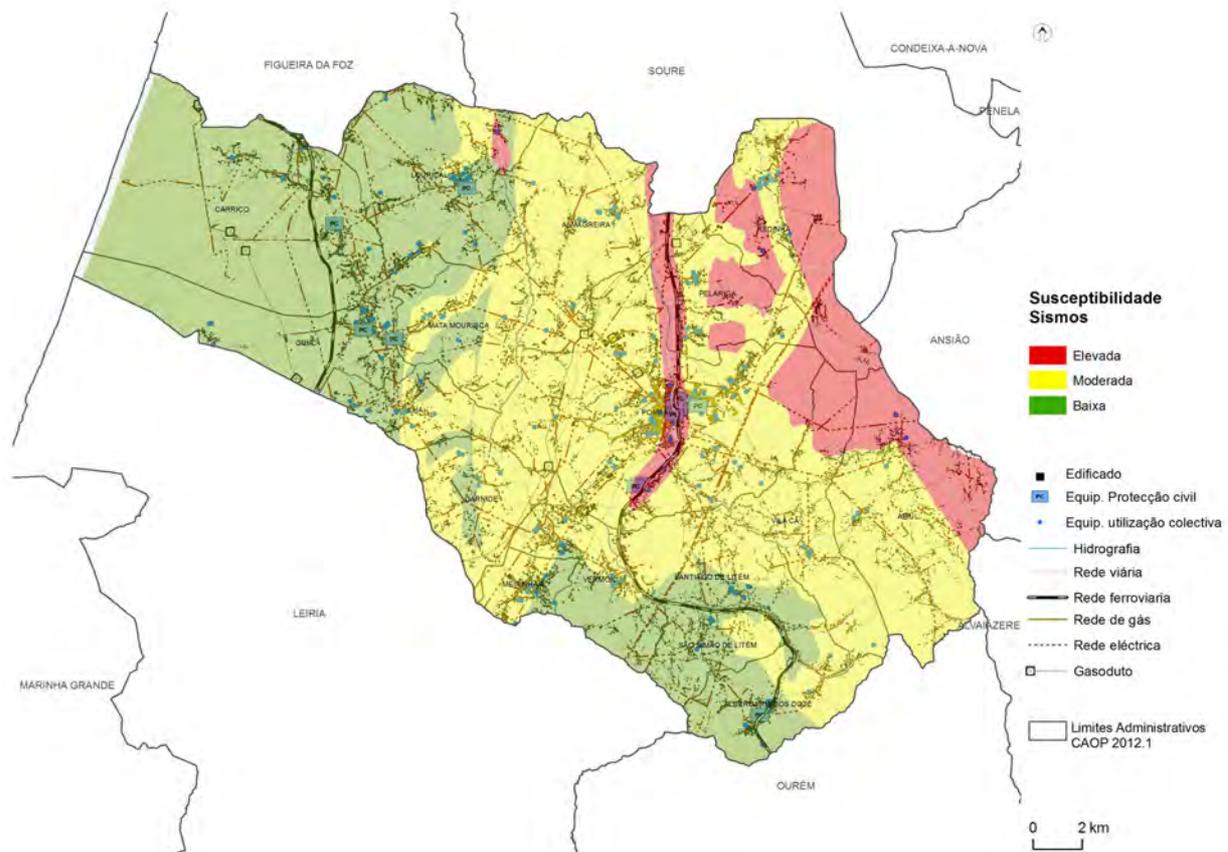


Figura 19: Carta de susceptibilidade a sismos e elementos expostos

De salientar que em caso de ocorrência de um sismo de elevada magnitude e intensidade os danos seriam bastante elevados, não só nos locais acima referenciados, mas, em toda a área em estudo. Estes danos seriam diretos ou indiretos, uma vez que diretamente as habitações, com especial incidência nos centros históricos das freguesias da Redinha, Abiúl e Pombal (16% do território com elevada suscetibilidade) e restante edificado correriam o risco de colapso e danos indiretos com a afetação dos serviços essenciais, falta de eletricidade, comunicações, água canalizada, incêndios provocados por fugas de gás natural, esgotos e possíveis movimentos de vertente, nomeadamente deslizamentos.

As freguesias que apresentam uma menor susceptibilidade a sismos encontram-se sobretudo a Oeste do Concelho, nomeadamente a freguesia do Carriço com baixa susceptibilidade em toda a sua área, e a freguesia da Guia com apenas 0,2% do território com moderada incidência.

Tendo em consideração o manual para a elaboração, revisão e análise de planos municipais de ordenamento do território na vertente de proteção civil da ANPC (2009a) e segundo o anexo 2, normas e boas práticas no ordenamento do território na perspetiva da proteção civil, e no que concerne aos principais elementos expostos, foram identificadas cartograficamente as zonas urbanas antigas que correspondem aos centros históricos mais antigos do concelho,

nomeadamente Redinha, Abiúl, Pombal, Louriçal e Guia, assim como o hospital distrital de Pombal, escolas, quartéis de bombeiros, instalações da PSP e GNR, instalações do serviço municipal de proteção civil), sendo que aquelas que se localizam em áreas de elevada suscetibilidade deverão ser intervencionadas ou, preferencialmente reposicionadas, de modo a garantir a sua segurança estrutural.

No mesmo âmbito deverão ainda ser consideradas as seguintes normas:

- Na requalificação de zonas urbanas antigas ou degradadas devem ser planeadas áreas inclusas ou circundantes destinadas a espaços abertos, por exemplo jardins públicos, que possam ser utilizados como áreas de segurança para as atividades a desenvolver pós-sismo, assim como devem ser planeadas e construídas novas vias com o objetivo de aumentar a segurança contra incêndios urbanos
- A construção de estruturas, nomeadamente edifícios de habitação, deve ter em consideração as distâncias mínimas de segurança relativamente às falhas consideradas ativas, assim como o tipo de solo existentes, uma vez que, em zonas constituídas por solos suscetíveis de amplificar o sinal sísmico ou à liquefação, deve ser restringida a edificação ou seguir as metodologias construtivas necessárias para evitar o seu colapso
- Deve ser restringida a construção de redes subterrâneas de distribuição de gás, eletricidade, água e oleodutos em solos suscetíveis à liquefação ou devem ser utilizados métodos construtivos de modo a evitar roturas durante a ação sísmica
- No planeamento de novas áreas urbanas, para as áreas classificadas com suscetibilidade sísmica elevada e moderada, incluindo as faixas adjacentes às falhas ativas, o desenho da malha urbana deve ser realizado para que em caso de sismo, um edifício não comprometa outro e os quarteirões devem ser concebidos tendo em conta distâncias de segurança. Os arruamentos devem ter largura suficiente para permitir a rápida intervenção das viaturas de socorro e de forma a proporcionar caminhos alternativos de circulação. As infraestruturas devem ser projetadas de acordo com todas as normas de segurança e de modo a tentar evitar que o colapso de uma rede de infraestruturas comprometa outra.

5.1.3.2 Radioatividade natural

“Poucos temas científicos atraem a atenção do público como a exposição humana a radiações ionizantes. Os meios de comunicação referem frequentemente esta questão, que é também objeto de perguntas frequentes nas assembleias nacionais. As atitudes para com a questão das radiações podem influenciar as grandes decisões sobre os programas energéticos e a poluição ambiental. É, pois, importante transmitir ao público a maior quantidade possível de informação sobre as radiações. Os comentadores centram a sua atenção nas fontes de radiação artificiais como os reatores nucleares e os aparelhos de raios-X. Todavia, as principais fontes de radiação são naturais - raios cósmicos

provenientes do espaço extra-atmosférico, raios gama provenientes das paredes e pavimentos e radão das rochas e do solo.”

In "Fontes naturais de radiação ionizante na Europa"
Comissão das Comunidades Europeias, Eds. Green, B.M.R., Hughes, J.S. & Lomas, P.R., 1993.

A radioatividade natural resulta de dois processos distintos: Emissão da terra de gases nobres radioativos: Radão (^{222}Rn)- e Torão (^{220}Rn) e da Interação da radiação cósmica com os gases atmosféricos. Uma vez que o radão (^{222}Rn) é o principal gás radioativo responsável pela radioatividade será sobre ele que se focará o nosso estudo.

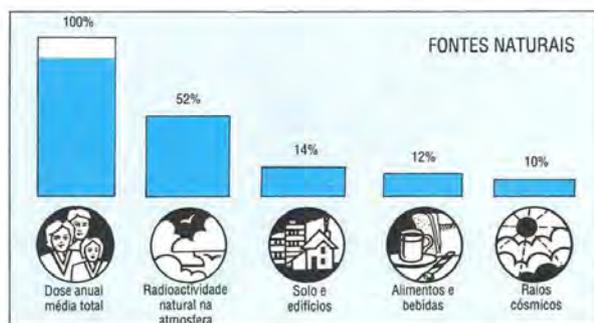


Figura 20: Fontes naturais de radioatividade
Fonte: Saunders, P. (2001)

De acordo com o folheto disponibilizado pelo Instituto Tecnológico e Nuclear Departamento de Proteção Radiológica e Segurança Nuclear, o radão é um gás de origem natural, radioativo, que ocorre nas rochas, nos solos e conseqüentemente em materiais de construção, no ar e na água e é gerado pelo decaimento do urânio (^{238}U) e do rádio(^{226}Ra).

A concentração de radão na atmosfera não é constante, variando de uma região para outra e ao longo do tempo. Nos solos e rochas, a distribuição do urânio e rádio não é uniforme, uma vez que as concentrações mais elevadas ocorrem, usualmente, em rochas graníticas (plutónicas) sendo mais baixas em rochas sedimentares como os calcários. A libertação de radão para a atmosfera (exalação) está ainda condicionada pela permeabilidade e porosidade dos solos e rochas, pela pressão atmosférica, humidade e temperatura.

O risco radiológico associado ao radão, deve-se sobretudo aos seus descendentes sólidos (polónio, bismuto, chumbo) formados no ar e que, ao serem inalados irradiam os tecidos do pulmão. Os danos provocados nos tecidos pulmonares pelas radiações emitidas por estes radionuclidos podem induzir o desenvolvimento de cancro.

Ao nível da sua presença no edificado, este gás entra preferencialmente pelas zonas de contacto com a superfície do terreno. Aqui, fissuras na laje do chão ou juntas de canalizações mal vedadas, são vias preferenciais para a entrada do radão. Adicionalmente, os materiais de construção também podem contribuir para os níveis elevados de radão no interior dos edifícios.

O radão em Portugal assume uma distribuição desigual pelo território, sendo que dos estudos já efetuados, em 4200 habitações, verifica-se que cerca de 60% das concentrações de radão se situam abaixo dos 50Bq/m³ ¹⁰. Os valores mais elevados (níveis médios anuais de radão são superiores a 400Bq/m³) encontram-se em casas situadas em regiões graníticas, que representam 2,6% das habitações.

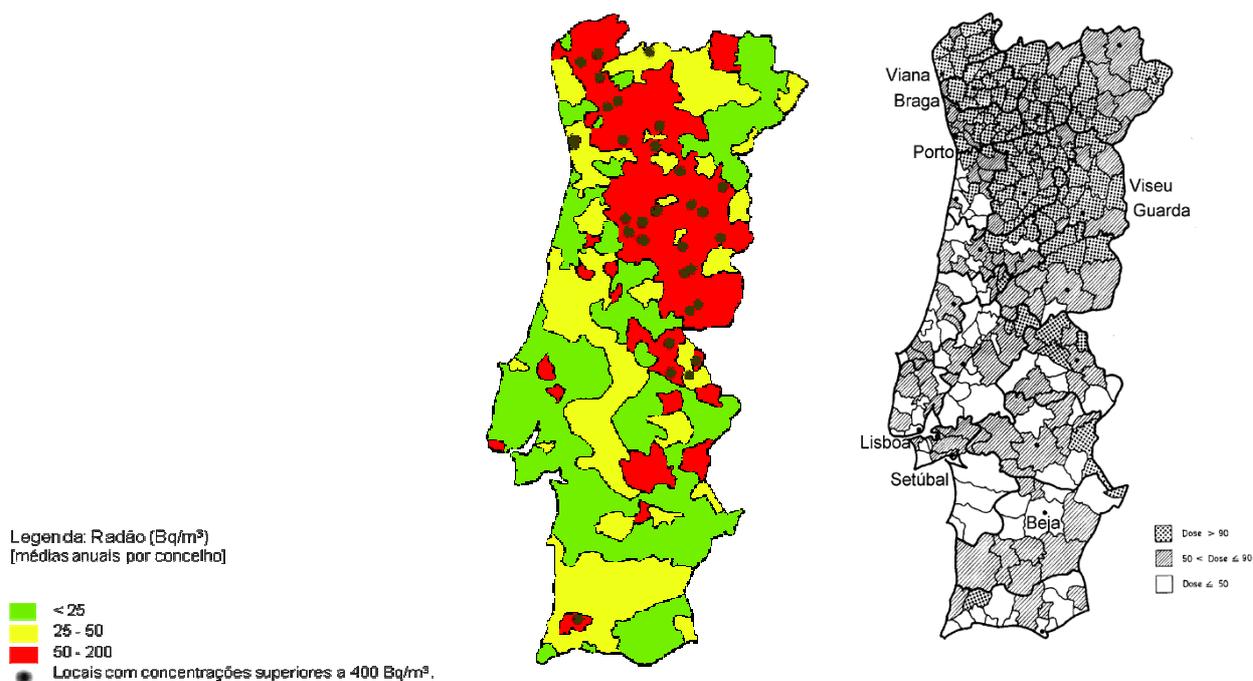


Figura 21: Médias anuais por concelho de radão
Fonte: Instituto Tecnológico Nuclear (folheto: Radão-Um gás radioativo de origem natural)

Figura 22: Radiação gama natural terrestre (nGy.h⁻¹)
Fonte: Amaral, E.M. (2000)

A União Europeia através da recomendação da Comissão 90/143/EURATOM - Proteção da população contra os perigos resultantes da exposição ao radão no interior dos edifícios, aconselha que, para habitações já construídas as concentrações médias anuais não ultrapassem os 400Bq/m³ e que, para futuras construções, os níveis de radão sejam mantidos abaixo dos 200 Bq/m³. No entanto a transposição desta recomendação para o direito nacional através do Decreto-lei 79/2006, de 4 de abril - Regulamentação dos sistemas energéticos de climatização em edifícios, recomenda que para novos edifícios a concentração máxima seja 400Bq/m³, ou seja, o dobro do permitido ao nível europeu.

Para que se minimizem as concentrações de radão é pertinente, para novas edificações escolher materiais privilegiando aqueles com mais baixos teores de radioatividade natural, e para as habitações e edifícios já existentes, as ações de mitigação do radão podem incluir

¹⁰ Bq /m³ - Becquerel por metro cúbico
Vol. IX - Riscos

medidas simples, tais como, selar todas as fendas existentes no pavimento ou juntas de tubagens, e favorecer a ventilação natural.

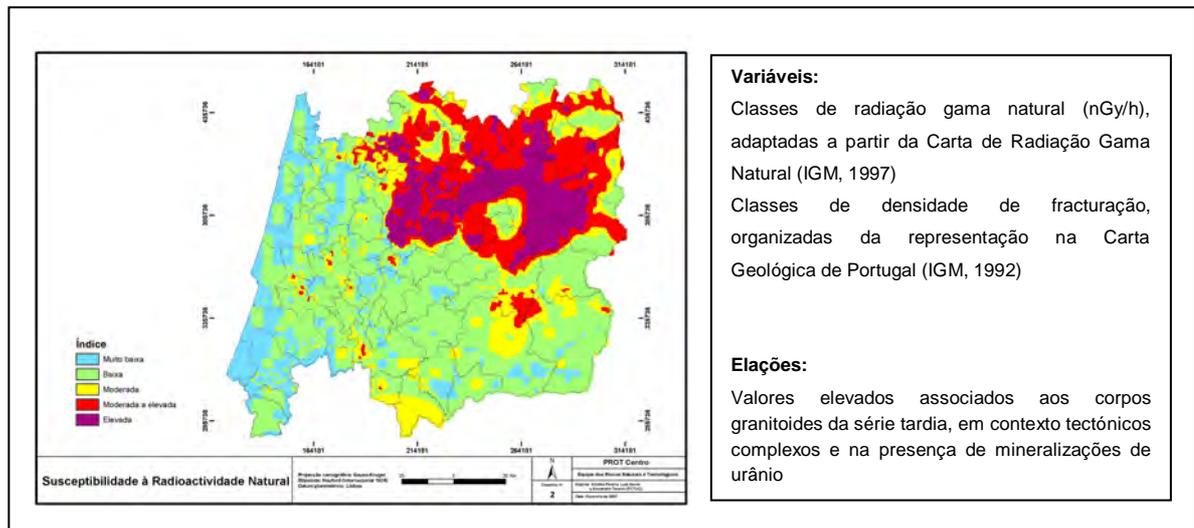


Figura 23: Suscetibilidade à radioatividade natural segundo o PROT-C
 Fonte: PROT-C, 2007

Espacializando estes pressupostos, e segundo o PROT-C, o concelho de Pombal encontra várias realidades no interior do seu território, registando uma susceptibilidade moderada nas freguesias da Almagreira, Abiúl e Mata Mourisca e uma baixa e muito baixa radioatividade nas restantes freguesias.

Tendo em consideração as figuras 18 e 19, a concentração de radão no concelho de Pombal é residual face à realidade existente no nosso país. O substrato existente leva a que a radioatividade natural existente se fixe em valores inferiores a $50\text{nGy}\cdot\text{h}^{-1}$, ou seja, Pombal surge como um dos concelhos com menor radiação natural do país e com concentrações de radão com limites máximos, fixados de $<50\text{Bq}/\text{m}^3$.

5.1.4 GEODINÂMICA EXTERNA

5.1.4.1 Movimentos de vertentes

Os movimentos de vertente são movimentos de descida, numa vertente, de uma massa de rocha, solo ou detritos (Cruden, 1991), para fora de materiais sob a influência da gravidade (Varnes, 1978) ou acompanhados de forças sísmicas, vulcânicas ou pressão de gases mas em que o material sólido representa $> 70\%$ do peso (Ayala- Carcedo, 2002).

Esta indução poderá ser provocada por 2 fatores: fatores condicionantes - declive, geologia, atitude dos materiais, grau de fracturação, o clima, o relevo, cobertura vegetal e a utilização e

os fatores desencadeantes - chuva e inundações (com o aumento da água na vertente), o trabalho de sapa (ação antrópica, dinâmica fluvial), as vibrações, sismos e as sobrecargas da vertente

Estas movimentações podem revestir diferentes tipos consoante as características dos declives, da vegetação, da coesão dos materiais rochosos, a existência de água, mas também das características dos fenómenos climáticos ou outros fenómenos equivalentes (Rebelo, 2003).

Os tipos de movimentos de vertente existentes, sobre os quais iremos incidir o nosso estudo, de acordo com a classificação europeia utilizada por Dikau *et al* (1996) tendo por base as propostas de Varnes (1978) e da Working Party on World Landslide Inventory (WP/WLI, 1993)¹¹, são: desabamento, balançamento, deslizamento, expansão lateral e escoada, movimentos complexos.

Os **desabamentos** são, segundo a WP/WLI, 1993, citado por Zêzere, 2000, “uma deslocação de solo ou rocha a partir de um abrupto, ao longo de uma superfície onde os movimentos tangenciais são nulos ou reduzidos. O material desloca-se predominantemente pelo ar, por queda, saltação ou rolamento”, resulta então de um movimento de massa brusco, caracterizado por uma elevada velocidade, em relação com a queda livre que ocorre pelo menos em parte da deslocação (Nemcok *et al*, 1972; Varnes, 1978; Záruba e Mencl, 1982).

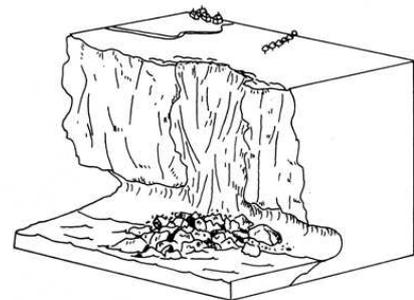


Figura 24: Esquema exemplificativo de um desabamento (Dikau *et al*, 1996). Fonte: Zêzere, 2000

Segundo o PME, nas vertentes talhadas em materiais rochosos coerentes, com faturas e fendas mais ou menos preenchidas com solos, onde existam ou não espécies vegetais, pode ser grande o risco de desabamento, sendo o perigo muito maior quando estamos perante atividade humanas, nomeadamente abertura de estradas ou pedreiras. Os desabamentos podem acontecer em função de sismos ou em função de trabalhos de sapa na base das vertentes, mas podem também ocorrer devido à infiltração de água da chuva nas fendas da

¹¹ Grupo de trabalho patrocinado pela UNESCO no âmbito da Década Internacional para a Redução das Catástrofes Naturais.

rocha, à ação mecânica devida ao crescimento de raízes ou à formação de gelo nessas mesmas fendas.

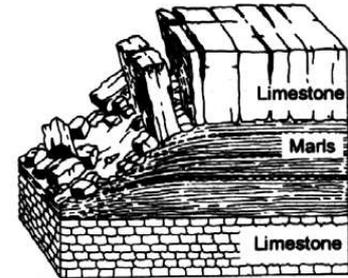


Figura 25: Esquema exemplificativo de um balançamento (Dikau *et al.*, 1996). Fonte: Zêzere,2000

Quando existe “rotação de uma massa de solo ou rocha, a partir de um ponto ou eixo situado abaixo do centro de gravidade da massa afetada” (WP/WLI, 1993) estamos perante um **balançamento**. Geralmente os balançamentos são comuns em massas rochosas com descontinuidades inclinadas de modo contrário ao declive (Romana,1991 citada por Zêzere,2000) e desenvolvem-se lentamente podendo ou não evoluir para desabamentos ou deslizamentos (Zêzere,2000).

Segundo o WP/WLI, 1993, **o deslizamento** define-se como um “movimento de solo ou rocha que ocorre predominantemente ao longo de planos de rutura ou de zonas relativamente estreitas, alvo de intensa deformação tangencial” e podem ser:

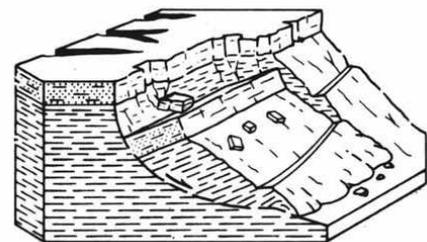


Figura 26: Esquema exemplificativo de um deslizamento rotacional (Cruden e Varnes, 1996). Fonte: Zêzere,2000

a) Deslizamentos rotacionais

Segundo Zezerê (2000), ocorrem ao longo de superfícies de rutura curvas, em meios geralmente homogêneos e isotrópicos (Sirieys, 1984). O plano de deslizamento é côncavo, o movimento envolve uma rotação materializada por um abatimento na parte montante do deslizamento e por um levantamento do seu setor frontal, formando aclives mais ou menos pronunciados (Záruba e Mencl, 1982; Hutchinson, 1988), favoráveis à retenção de água sob a forma de pequenos charcos.



Figura 27: Esquema exemplificativo de um deslizamento translacional. (Amanti *et al.*, 1996). Fonte: Zêzere,2000

b) Deslizamentos translacionais com rutura compósita

O plano de rutura destes deslizamentos tende a apresentar duas secções: forma circular ou planar com forte inclinação, a montante e estilo marcadamente translacional e inclinação muito mais reduzida, a jusante (Zêzere,2000).

c) Deslizamentos translacionais com rutura planar

O plano de rutura desenvolve-se ao longo de superfícies de fraqueza, marcadas por uma resistência ao corte reduzida, como falhas, planos de estratificação, diaclases ou contacto entre uma cobertura detritica e o substrato rochoso (Nemcok, 1977; Varnes, 1978; Bell e Pettinga, 1988).

Segundo Zêzere (2000), em função do tipo de material afetado, é possível distinguir as seguintes categorias de deslizamentos com ruturas planares:

- Deslizamentos de rocha - típicos de contextos montanhosos, em vertentes com descontinuidades estruturais concordantes com o declive
- Deslizamentos de detritos - pouco profundos, com planos de rutura sensivelmente paralelos à superfície topográfica, frequentemente coincidentes com o contacto entre os depósitos de vertente e o substrato rochoso (Záruba e Mencl, 1982; Corominas, 1996)
- Deslizamentos lamacentos- forma de movimento “no qual massas de argilas brandas, silte ou areia muito fina, avançam lentamente por deslizamento, ao longo de planos de rutura descontínuos, originando formas lobadas ou alongadas” (Brunsdon,1984).

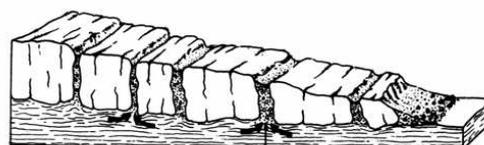


Figura 28: Esquema exemplificativo de uma expansão lateral (Dikau *et al.*, 1996).Fonte: Zêzere,2000

À extensão de massas coesivas de solo ou rocha, combinada com uma subsidência geral do material subjacente mais brando que pode resultar da liquefação ou escoada do material brando subjacente (WP/WLI, 1993), damos o nome de expansão lateral.

Expansão lateral em rocha - movimento muito lento, resultante de deformações visco-plásticas profundas ligadas à tensão gravítica (Pasuto e Soldati, 1996).

Expansão lateral em solos - Mecanismo extremamente rápido, responsável por situações de perigo declarado (Zêzere,2000), sendo o movimento definido como o “colapso de uma camada de solo a uma certa profundidade, seguido do assentamento das camadas sobrejacentes mais resistentes ou da rutura progressiva de toda a massa afetada”(Buma e Van Asch, 1996).

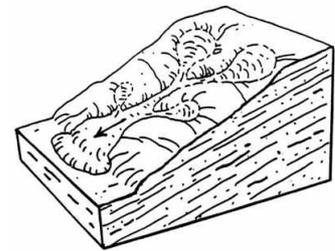


Figura 29: Esquema exemplificativo de uma escoada. (Amanti *et al.*, 1996). Fonte: Zêzere,2000

A **escoada** é um “movimento espacialmente contínuo onde as superfícies de tensão tangencial são efémeras e frequentemente não preservadas. A distribuição das velocidades na massa deslocada assemelha-se à de um fluído viscoso” (WP/WLI, 1993).

Escoadas em rocha - deformações gravíticas profundas, que afetam massas rochosas muito diaclasadas ou estratificadas, em vertentes montanhosas (Bisci *et al*, 1996 in Zêzere, 2000). São movimentos extremamente lentos e mais ou menos permanentes no tempo (Varnes, 1978 in Zêzere, 2000).

Escoadas de detritos - “mistura de material fino (areia, silte e argila) e material grosseiro (calhaus e blocos), com uma quantidade de água variável, formando uma massa (...) que se desloca em direção à base da vertente, normalmente por impulsos sucessivos induzidos pela força da gravidade e pelo colapso repentino dos materiais de suporte” (Corominas *et al*,1996 in Zêzere,2000).

Depois de considerados os pressupostos teóricos inerentes aos movimentos de massa, torna-se fulcral aplicá-los à nossa área de estudo.

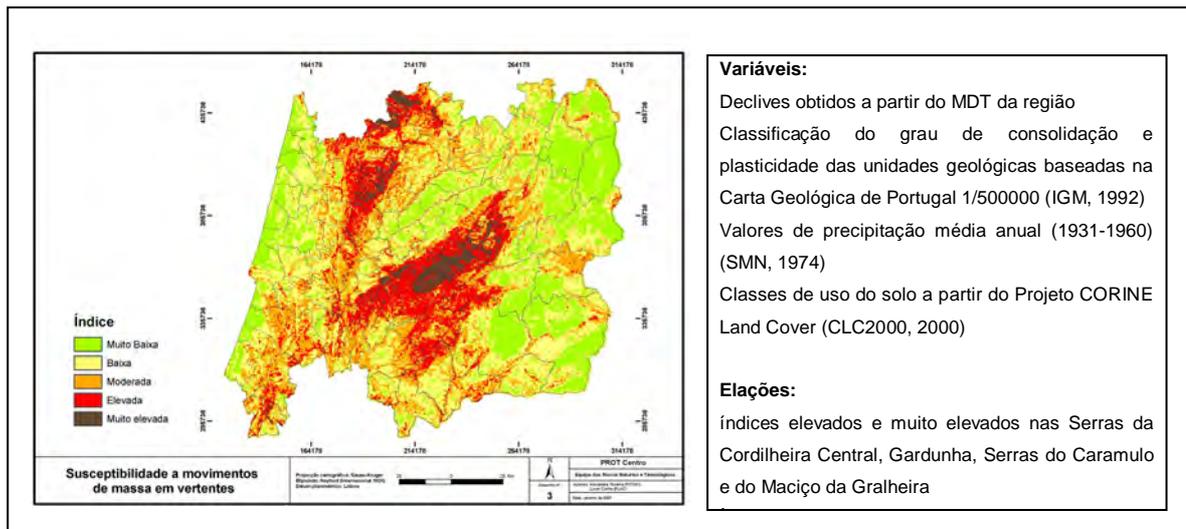


Figura 30: Susceptibilidade a movimentos de massa em vertentes segundo o PROT-C
Fonte: PROT-C,2007

Inicialmente, e à escala regional, podemos verificar que Pombal apresenta realidades muito díspares em termos de movimentos de massa em vertentes.

O concelho de Pombal localiza-se na Orla Mesocenozóica, na qual, segundo Zêzere (1991), os movimentos de vertente são controlados fundamentalmente pela litologia, estrutura geológica e condições hidrogeológicas, enquanto o declive é um fator secundário. Os calcários do Jurássico médio são relativamente estáveis. No entanto, podem originar **desabamentos** nas vertentes com declive forte ($>25^\circ$).

Nos calcários 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.

Segundo o mesmo autor a sequência de margas, argilas, areias e arenitos do Cretácico superior, particularmente na área de Pombal - Condeixa - Soure - Aveiro faz com que a área seja suscetível à ocorrência de movimentos de vertentes.

Embora o autor considere o território concelhio com probabilidade de ocorrência de desabamentos, o território concelhio encontra-se sujeito essencialmente a deslizamentos. A Litologia, estrutura geológica, morfologia das vertentes e a atividade humana, são então os fatores condicionantes catalizadores destes deslizamentos e a precipitação intensa ou prolongada, a variação na posição da toalha freática ou abalos sísmicos os seus fatores desencadeantes.

A associação destes fatores no mesmo território levou ao deslizamento com maior magnitude, registado no concelho de Pombal: Deslizamento no Sourão, freguesia de Santiago de Litém.

Tendo em consideração o relatório do Sourão de Ferreira, A. (2002), podemos aferir que:

Data	20 de janeiro de 2001
Ocorrência	Deslizamento
Área afetada	16500m ²
Volume deslocado	± 66000m ³
Cicatriz de cisalhamento	L = 90 m H = 4m
Terceira cicatriz secundária	L = 150m H = 1.5m
Segunda cicatriz secundária	L = 740m H = 10 m
Primeira cicatriz secundária	L = 323m H = 20m
Consequências	Prejuízos materiais em 4 residências de habitação, colapso de 1 habitação, destruição de 100m da EM1050
Levantamento geomorfológico	Forte instabilidade geomorfológica, resultante do contacto entre materiais de permeabilidade e idades distintas e de um declive concordante com a estrutura geológica regional
Conclusões do relatório	A instalação de um caminho público que inviabiliza a escorrência superficial, contribui para o aumento da infiltração da água e aumenta a probabilidade de ocorrência de futuras instabilizações da vertente A vegetação rasteira (mato) que cobre a vertente representa um fator negativo (retém água e facilita a sua infiltração) Necessidade de operações preventivas antes da época normal das chuvas: organização da drenagem neste setor
Medidas tomadas à posteriori	Drenagem interna da vertente



Fotografia 2: Deslizamento do Sourão
data: 15/03/2011 e 27/01/2012



Fotografia 3: Deslizamento do Sourão
data: 15/03/2011 e 27/01/2012

De salientar ainda, em termos de histórico de ocorrências, o deslizamento registado na década de 70, no lugar da Murzeleira, na Rua da Vinha Morta (Freguesia de Albergaria do Doze) com o colapso de uma habitação, e danos avultados numa habitação e anexos.



Fotografia 4: Deslizamento na Murzeleira
data: 27/01/2012



Fotografia 5: Deslizamento na Murzeleira
data: 27/01/2012

Em termos geográficos estes deslizamentos, assim como todas as áreas sujeitas a deslizamentos, estão identificadas nas cartas apresentadas de seguida:

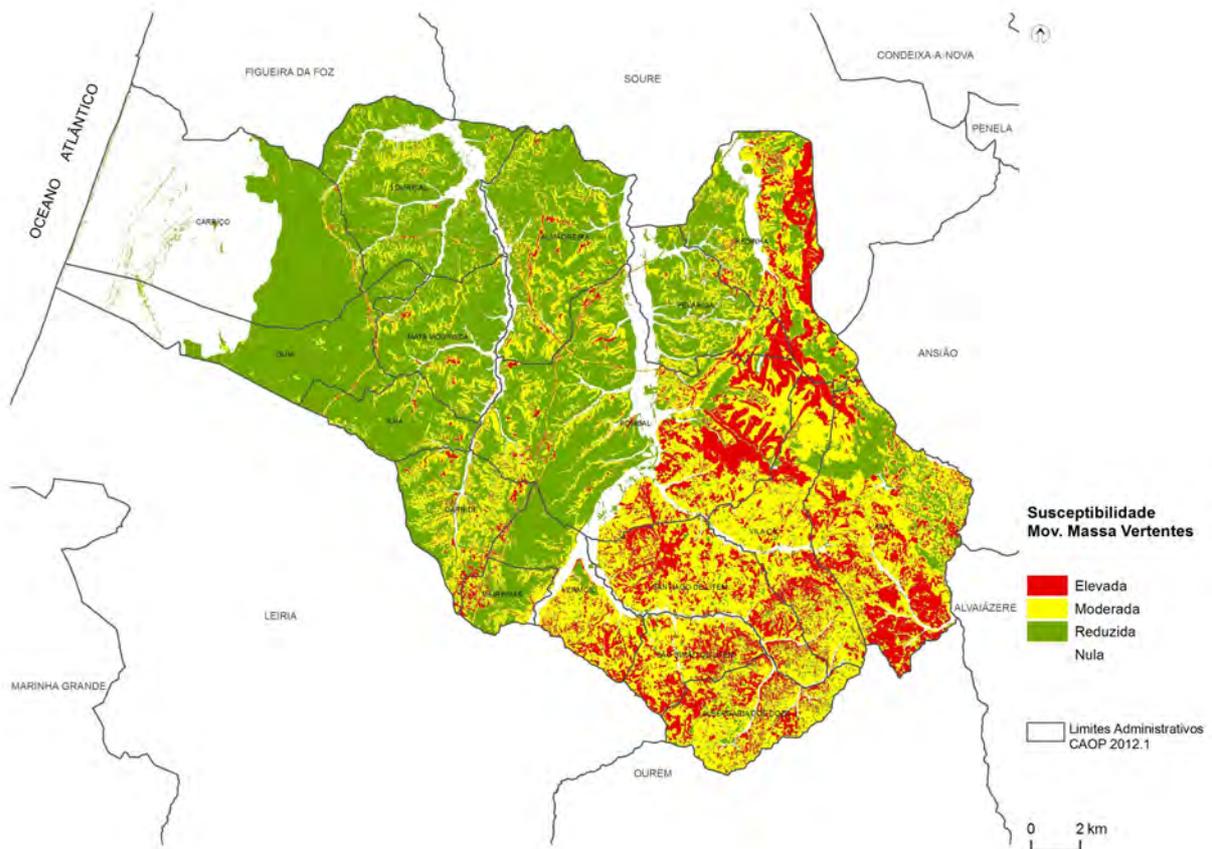


Figura 31: Carta de suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes no concelho de Pombal

A primeira carta foi elaborada segundo o método análise matricial com recurso ao software Arcgis 10, e teve em conta as seguintes variáveis:

Quadro 12: Variáveis e respetivas ponderações: Deslizamentos

Variável	
Declive	0.35
Geologia	0.10
Falhas	0.05
Ocupação do solo	0.20
Histórico de ocorrências	0.25
Exposição de vertentes	0.15

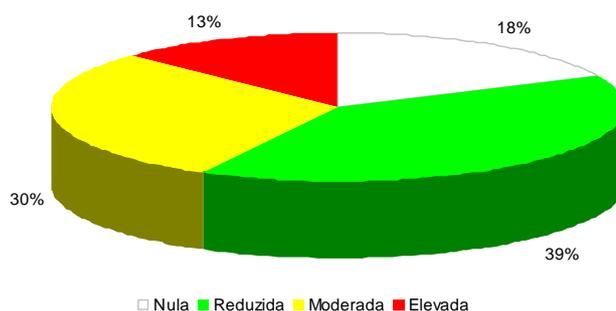


Gráfico 5: Suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes, no concelho de Pombal (%)

Quadro 13: Suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes no concelho de Pombal, por freguesia (ha)

	Nula	Reduzida	Moderada	Elevada	Total
Abiúl	120.53	1036.37	2660.9	1573.43	5391.23
Albergaria dos Doze	68.64	245.29	1383.02	600.26	2297.21
Almagreira	359.15	2875.24	919.33	105.74	4259.46
Carnide	59.23	1139.78	892.69	138.49	2230.19
Carriço	5658.16	2531.77	96.72	17.55	8304.2
Guia	1408.77	2165.49	133.49	17.56	3725.31
Ilha	29.76	1333.77	215.67	20.98	1600.18
Louriçal	666.76	3384.86	683.56	30.75	4765.93
Mata Mourisca	210.13	1992.47	459.29	40.35	2702.24
Meirinhas	21.65	472.67	317.15	75.13	886.6
Pelariga	545.11	1259.24	641.96	188.19	2634.5
Pombal	1106.36	3680.27	3055.34	1555.63	9397.6
Redinha	393.85	1402.71	1373.74	963.68	4133.98
São Simão de Litém	77.57	77.81	909.14	541.75	1606.27
Santiago de Litém	204.96	175.39	1840.12	955.77	3176.24
Vermoil	268.13	744.72	924.57	340.65	2278.07
Vila Cã	112.75	269.91	2030.91	748.46	3162.03
Geral	11311.51	24787.76	18537.6	7914.37	62551.24

Pela análise deste mapa é possível concluir, que o concelho apresenta uma suscetibilidade diferenciada ao longo do território. Se por um lado estamos perante uma nula e reduzida suscetibilidade a movimentos de massa a Oeste do concelho, ou seja, mas áreas com menor declive, ausência de falhas ativas e substrato geológico constituído essencialmente por arenitos, nomeadamente nas freguesias do Carriço e Guia; por outro lado as áreas de relevo mais acentuado existentes a Este, Nordeste e Sudeste, delimitadas a Oeste pelo rio Arunca e

rio Cabrunca e as suas planícies aluvionares, que surgem como elementos físicos naturais, apresentam uma elevada suscetibilidade a deslizamentos, com maior probabilidade de deslizamentos para as freguesias de Abiúl, Santiago de Litém, Redinha, Albergaria dos Doze, São Simão de Litém, Vila Cã, Vermoil e Pombal.

De referir ainda duas elações resultantes da análise da carta obtida, a moderada suscetibilidade observada nas freguesias da Almagreira e Carnide, decorrentes da existência de vertentes de declive moderado associadas à existência da Ribeira de Carnide e respetivos afluentes, valores de suscetibilidade elevada nas freguesias a Oeste do Concelho correspondentes a talvegues de suporte à rede-viária.

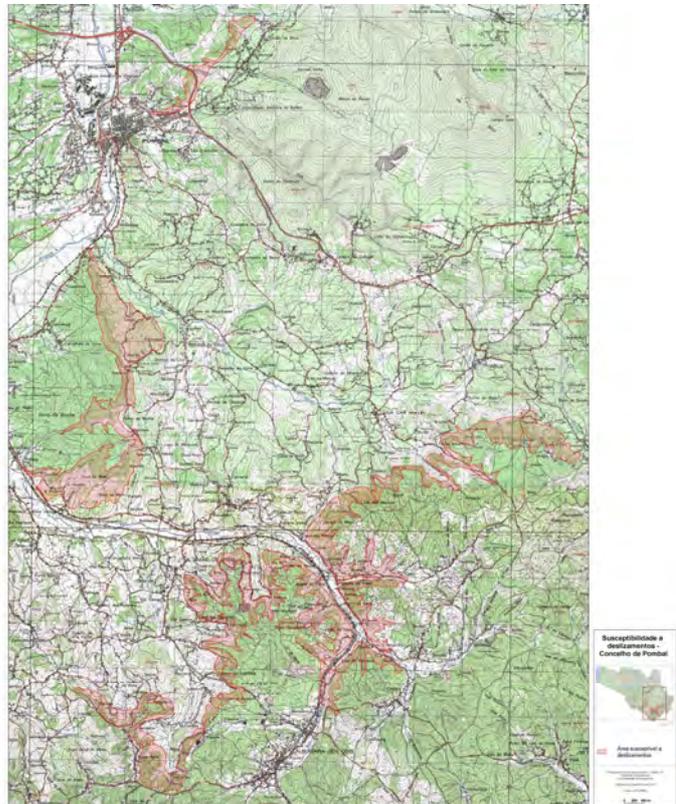


Figura 32: Suscetibilidade qualitativa de deslizamentos na bacia do Arunca
Fonte: Ferreira, A. *in* PME ,2009

Para a carta de suscetibilidade elaborada por Ferreira, A. *in* PME (2009), foram tidas em consideração a litologia, cursos de água, cicatrizes, pendente, estrutura e levantamentos de campo, pelo que foram apenas delimitadas as áreas com suscetibilidade extrema a deslizamentos. Atendendo a esta carta podemos verificar que estas áreas estão localizadas espacialmente numa faixa relativamente homogénea localizada a Sudeste do concelho com aproximadamente 300m de largura que corresponde essencialmente aos setores das vertentes que obtiveram pontuações mais elevadas nas variáveis equacionadas, nomeadamente as

vertentes com maior declive, com cicatrizes de cizalhamento, existência de cursos de água entre outros aspetos considerados.

Para além desta faixa encontramos uma mancha alongada, de sentido N-S, que se estende desde as Barrocas (freguesia de Pombal) a Covões e São Vicente (freguesia de Santiago de Litém) passando pela Serra de Bonha e pelo Sourão, área que, como vimos anteriormente, registou o deslizamento com maior magnitude até a data no concelho.

É ainda fulcral analisarmos a área referenciada como suscetibilidade extrema que se desenvolve a NE da cidade de Pombal, dentro do perímetro urbano da cidade, com uma extensão de aproximadamente 3200m, entre Vinagres e a Fonte de Santo António. Esta área de elevada instabilidade, devido à posição que ocupa no território, deverá ser considerada como condicionante e conseqüentemente deverão ser proibidas novas edificações neste espaço, pese embora, na localidade de Vinagres, já exista um edificado coeso, com povoamento concentrado, com processos de licenciamento em curso e áreas sujeitas a operações de loteamento, nomeadamente os loteamentos com os alvarás 5/88, 1/89, 6/91, 6/94, 5/2001 e 3/2005.

De referir, por fim, um conjunto de localidades, merecedoras de enfoque dada a elevada suscetibilidade existente na sua área geográfica, a saber: Gavária, S. Francisco, Pinhete, Valdeira do Avelar (Santiago de Litém), Falgareira, Valongo, Marra, Barrosa, Vale do Poço da Mata, Tojeira, Amiais (São Simão de Litém), Vale das Moitas (Carnide).

No que concerne à vulnerabilidade, é necessário ter em consideração todas as áreas sujeitas a muito alta e extrema suscetibilidade, pelo que é pertinente, identificar as mesmas na planta de condicionantes, estabilizar taludes, verificar se existem edifícios em risco face a esta ocorrência, e limitar novas edificações, potenciando um eficiente planeamento e ordenamento do território.

Esta afirmação é corroborada pelo Manual para a elaboração, revisão e análise de planos municipais de ordenamento do território na vertente de proteção civil da ANPC (2009) que estabelece as seguintes normas e boas práticas no ordenamento do território, em termos de movimentos de vertente:

- Sempre que se projetem ou se construam novas estruturas em zonas suscetíveis a movimentos e vertentes, deve proceder-se à estabilização dos respetivos taludes;
- Novas estruturas como hospitais, escolas, e outras com importância na gestão da emergência devem ser construídas em zonas não suscetíveis a movimentos de vertentes;

- As áreas suscetíveis a movimentos de vertentes onde já existam estruturas devem ser intervencionadas de modo a estabilizar os respetivos taludes;
- Devem ser intervencionadas as vertentes instáveis que possam impossibilitar o acesso a povoações.

5.1.4.2 Erosão costeira

“O ambiente marinho, incluindo os oceanos e todos os mares e áreas costeiras adjacentes, forma um conjunto integrado que constitui um componente essencial do sistema de suporte da vida e um recurso que tem oportunidades para o desenvolvimento sustentável”

Agenda 21 (1992)

Segundo Dias, J. *et al* (2009), nos últimos dois séculos verificou-se um intenso processo de litoralização das sociedades humanas, que se observa pelo facto de 50% da população mundial viver a menos de 60km do litoral, prevendo-se que, dentro de duas décadas, essa percentagem atinja os 75%. Esta faixa de território corresponde apenas a menos de 10% do espaço habitável existente na Terra e nela se implantaram e desenvolveram cerca de dois terços das maiores cidades mundiais (com mais de 6 milhões de habitantes), infraestruturas e equipamentos essenciais para o desenvolvimento económico da humanidade. É pois neste contexto que a erosão do litoral surge como uma perigosidade e um risco para o ser humano.

Considera-se erosão costeira a diminuição do volume de areia na praia e dunas adjacentes, com progressão para o interior e sotamar de uma berma erosiva. Entende-se praia como a acumulação de sedimentos litorais não consolidados (geralmente areia ou cascalho) relacionada com os processos da dinâmica marinha no litoral; e por dunas os sistemas, vegetados ou não, que traduzem acumulações eólicas de areia (ANPC, DGTDU, IGP 2009).

Segundo Pereira (2004), os fenómenos de erosão litoral no último século têm fundamentalmente três causas: 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), 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 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).

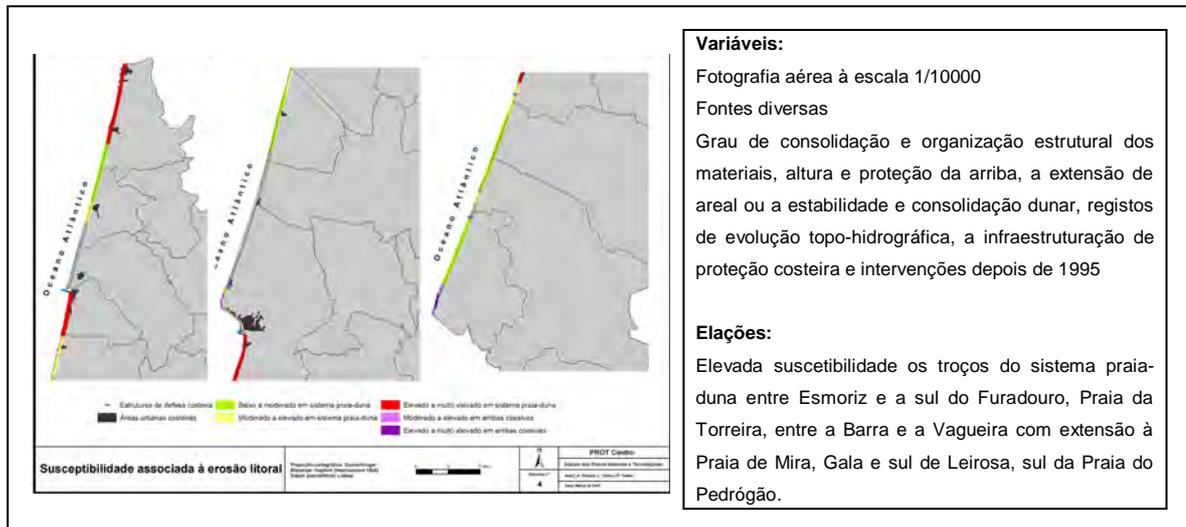


Figura 33: Suscetibilidade associada à erosão litoral segundo o PROT-C
 Fonte: PROT-C,2007

Ao nível regional, e segundo o PROT-C o concelho de Pombal apresenta uma baixa a moderada susceptibilidade em sistema praia-duna com exceção da costa Norte do concelho que detém a classificação de moderada a elevada susceptibilidade, uma vez que ainda se encontra sob a influência de uma estrutura de defesa costeira (esporão) existente na praia da Leirosa.

Esta susceptibilidade moderada a elevada foi potenciada pela construção deste esporão que levou a uma retenção local dos sedimentos tendo como consequência o aumento do areal a Norte, e a Sul um recuo da linha de costa em consequência da interrupção da deriva litoral

Em termos de vulnerabilidade esta é reduzida uma vez que não existem núcleos habitacionais nem habitações isoladas e os equipamentos de apoio existentes encontram-se apenas na única praia existente no concelho, sujeita a POCC (Plano de Ordenamento da Orla Costeira) a praia do Osso da Baleia, do tipo III, ou seja, uma praia equipada com uso condicionado, que não se encontra sujeita à influência direta dos núcleos urbanos e se encontra associada a sistemas naturais sensíveis.

De salientar ainda que esta praia encontra-se na área de baixa a moderada susceptibilidade, com costa baixa arenosa contínua de aproximadamente 100m¹², que se prolonga até S. Pedro de Moel.

¹² De salientar que não existem medições efetuadas para o sistema praia-duna (sendo a praia constituída pela praia emersa e submersa) ao largo da praia do Osso da Baleia, pelo que este valor corresponde à distância entre a duna primária e o oceano no ano de 2006 (Orfotomapas-2006)

5.1.4.3 Colapso de cavidades subterrâneas naturais

As cavidades naturais existentes no concelho de Pombal estão intrinsecamente relacionadas com a geologia existente no concelho. O maciço de Sicó, do qual faz parte a Serra de Sicó, é um exemplo de relevo calcário, do qual fazem parte um conjunto de formas cársticas típicas, nomeadamente dolinas (grandes depressões cársticas), buracas, lapiás (sulcos ou pequenas cavidades na superfície calcária, devidos, sobretudo, à dissolução), canhões fluviocarsicos exsurgências, lapas e algares.

As duas formas de relevo essenciais para o nosso estudo são, pelas suas características, as lapas e algares, uma vez que estas são cavidades subterrâneas naturais, sendo que as lapas são cavidades cársticas que se desenvolvem numa parede calcária vertical e subvertical e os algares são condutas verticais ou inclinadas em calcário por onde a água se perde em profundidade. Normalmente são extensões de condutas subterrâneas entre a superfície e o carso subterrâneo. Pode ser uma passagem acessível e conduzir ao teto de uma gruta, sala ou passagem subterrânea, resultado de uma fase inicial de alargamento de diáclases predominantemente verticais (F. Aven citado por Rodrigues,M.L.,2007).

Segundo Cunha, L. o património geomorfológico existente no concelho, do qual fazem parte as lapas e algares, é o apresentado na figura seguinte:

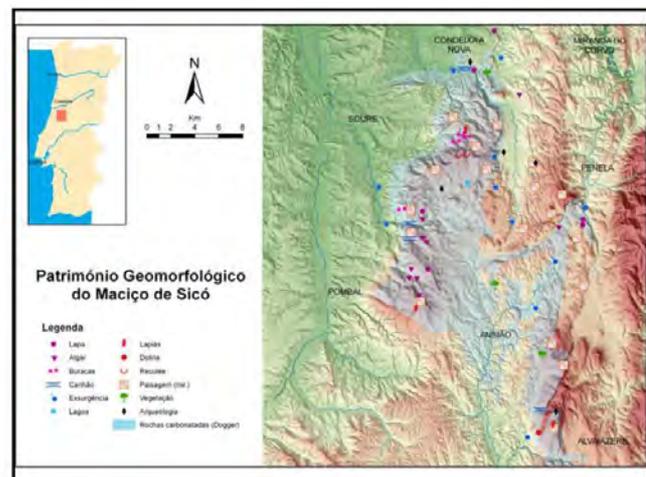


Figura 34: Património geomorfológico do maciço de Sicó
Fonte: Cunha, L. -O carso: processos, formas e sociedade, sem data

O colapso do teto e/ou paredes associado a estas cavidades é desencadeado por processos como sismos, processos continuados de dissolução, precipitações ou ações antrópicas, pelo que a geologia, sistemas aquíferos e ocupação do solo são algumas das variáveis fundamentais para a elaboração da carta de suscetibilidade de colapso de cavidades

subterrâneas naturais, tendo em consideração o guia metodológico para a produção de cartografia municipal.

O nosso estudo incidiu em áreas de ocorrência de algares, grutas e lapas, sendo ainda consideradas as várias exurgências¹³ existentes, identificadas nos Estudos de Caracterização (Volume II - Caracterização biofísica) . Em termos espaciais, estas formas associadas ao Carso, localizam-se no Maçico Calcário da Serra de Sicó, nas freguesias de Abiúl, Redinha, Vila Cã, Pombal e Pelariga.

Quadro 14: Inventário do património geomorfológico: cavidades subterrâneas
 Fonte: Várias (Estudos de caracterização rev.02 - caracterização biofísica - Formas cársticas)

Descrição	Profundidade (m)	Cota (m)	Desenvolvimento (m)
Abismo de Sicó	0	0	0
Algar "17"	0	0	0
Algar "20"	0	0	0
Algar da Carrasqueira	0	0	0
Algar da Cisterna	12	380	18
Algar da Confraria I	16	420	22
Algar da Confraria II	4	435	3
Algar da Costa	0	235	0
Algar da Costa Espinheira	4	405	6
Algar da Ervilha	52	335	150
Algar da Fenda	0	0	0
Algar da Figueira	0	0	0
Algar da Hera	0	475	0
Algar da Ladeira	31	395	32
Algar da Ladeira do Poio	4	270	8
Algar da Lagoa	48	0	2000
Algar da Lomba	350	240	0
Algar da Mina	0	0	0
Algar da Pena So	73	410	0
Algar da Sicó	0	0	0
Algar das Penas	32	350	40
Algar de Jagardo	0	170	45
Algar do Alto das Ceiras	23	421	10
Algar do Casal	0	245	45
Algar do Casal Espinheira	0	0	0
Algar do Covão do Silva	18	170	10
Algar do Loureiro	13	375	0
Algar do Natalino	10	380	2
Algar dos Ninhos	0	502	0
Algar dos Sapos	0	464	0
Exurgência de Casal dos Morcegos I	0	65	0
Exurgência de Casal dos Morcegos II	0	65	0
Exurgência da Ribeira do Rio	0	110	0
Exurgência do Malhadouro	0	140	0
Exurgência do Rio	0	75	0
Fonte da Rainha	0	45	0
Gruta Santa Maria da Estrela	0	380	200
Gruta das Corujeiras I	0	263	70
Gruta das Corujeiras II	0	261	62
Gruta do Ourão	0	40	105
Lapa Castelinha	0	495	9
Lapa da Cova da Mina	13	200	11
Lapa da Sicó 1	0	0	0
Lapa de Ereiras	0	0	0
Lapa de Sicó	0	530	14
Lapa do Cerrado I	10	740	6
Lapa do Cerrado II	4	440	12
Lapa do Cerrado III	5	475	6
Lapa do Cerrado IV	0	0	0
Olhos d'Água de Anços	63	70	0

Para efeitos de análise do presente perigo foram consideradas duas metodologias diferenciadas, por um lado procurou-se determinar as áreas suscetíveis de ocorrência de

¹³ Emergência à superfície de um curso de água subterrâneo cujo caudal resulta de infiltrações diversas no maciço carsificado e da condensação em profundidade. (C. Lúcio, 2007)

colapso de cavidades naturais no território e, por outro, considerando o inventário supracitado, procurou-se definir áreas de protecção às cavidades atendendo á sua topografia interna.

a) Para a elaboração da carta de suscetibilidade ao colapso de cavidades subterrâneas naturais, foram consideradas as seguintes variáveis, ou seja, fatores condicionantes, aos quais foram atribuídos ponderações em função do grau de importância dos mesmos para a ocorrência deste colapso.

Quadro 15: Variáveis e respectivas ponderações: Colapso de cavidades naturais

Variável	Ponderação (%)
Inventario das cavidades	0,6
Litologia + Geologia	0,2
Ocupação do solo	0,1
Aquíferos	0,1

A célula considerada para aplicação das variáveis anteriores foi de 10m, e as quatro cartas obtidas em formato raster, foram multiplicadas obtendo-se a carta final de suscetibilidade expressa, segundo o método de natural breaks, numa escala qualitativa com 4 classes, tendo como referência a realidade de todo o concelho: 1 - Suscetibilidade Elevada; 2 - Suscetibilidade Moderada; 3 - Suscetibilidade Baixa e 4 - Não Aplicável.

Do resultado da aplicação desta metodologia podemos aferir que as áreas com maior suscetibilidade à ocorrência de colapso ocorrem na Serra de Sicó, sendo esta progressivamente maior à medida que nos aproximamos da entrada da cavidade e na aproximação a falhas ativas.

Quadro 16: Suscetibilidade a colapso de cavidades naturais, por classes

Colapso de cavidades	
DESCRICÃO	%
Suscetibilidade Nula	93,37
Suscetibilidade Baixa	1,07
Suscetibilidade Moderada	3,88
Suscetibilidade Elevada	1,69

b) Considerando as formas cársticas identificadas no quadro 14 e após análise à topografia interna das mesmas, nomeadamente o seu desenvolvimento, foram definidas áreas diferenciadas de protecção às cavidades naturais por forma a identificar os elementos expostos garantindo assim a protecção de pessoas e bens, segurança das estruturas e dos sistemas ambientais:

Face ao disposto anterior foram definidas 3 áreas de protecção diferenciadas, que ocupam 932,6ha, ou seja, 1,5 % da superfície territorial do concelho, a saber:

2000m² – Algar da Lagoa

200m² – Gruta Santa Maria da Estrela

150m² – Restantes cavidades naturais

Em geral, as principais causas dos acidentes rodoviários são causados por excesso de velocidade, despistes e falhas mecânicas ou ainda más condições atmosféricas, manobras perigosas e distração por parte dos condutores e peões.

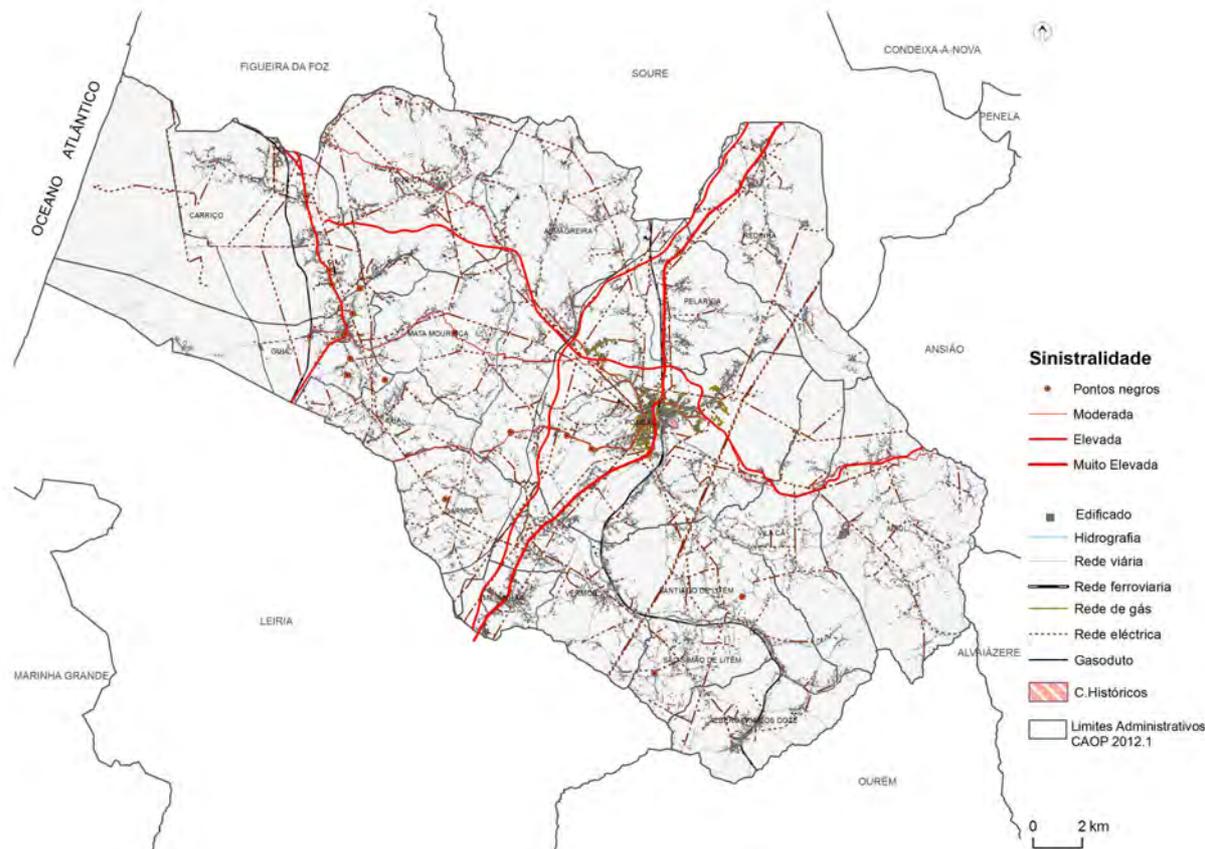
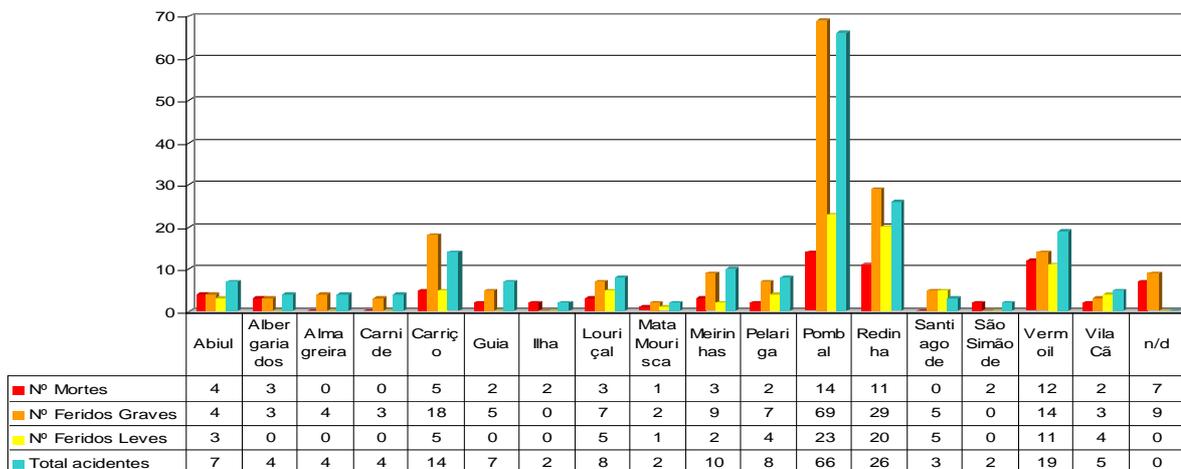


Figura 36: Sinistralidade rodoviária, 2005-2010 no concelho de Pombal e elementos expostos
Fonte: Conselho Coordenador de Segurança Rodoviária Distrital - Leiria

Atendendo aos dados provenientes do Conselho Coordenador de Segurança Rodoviária Distrital, no período 2005-2010, ocorreram no concelho de Pombal, um total de 191 acidentes, dos quais resultaram 191 feridos graves, 83 feridos ligeiros e 73 mortos. Em termos de rodovias que atravessam a área em estudo, aquelas que registam uma maior sinistralidade são o IC2(EN1) (Meirinhas – Vermoil – Pombal - Pelariga e Redinha) com um total de 82 acidentes, a EN109 (14 acidentes) o IP1(A1) (11 acidentes), e o IC8 (10 acidentes), como se pode observar pela análise do mapa anterior e do gráfico seguinte.

Os pontos referenciados como “Pontos Negros”, resultam de uma análise local aos registos de acidentes rodoviários ocorridos, não correspondendo esta classificação aos “Pontos Negros” identificados pela ANSR.

Gráfico 6: N.º de acidentes rodoviários por freguesia 2005-2010
 Fonte: Conselho Coordenador de Segurança Rodoviária Distrital - Leiria



Fotografia 6: Acidente rodoviário ocorrido no IC2 em frente da Zona Industrial da Formiga
 Fonte: Conselho Coordenador de Segurança Rodoviária Distrital - Leiria

5.2.1.2 Acidentes Ferroviários

O Concelho de Pombal é atravessado no sentido Norte - Sul por duas vias férreas, nomeadamente a Linha do Norte (via-férrea de mais intenso tráfego do País), numa extensão de 28km entre Albergaria dos Doze e a Quinta Nova (Pelariga) e pela Linha do Oeste (11 km) entre Guia e Carriço.

Na linha do Norte, via dupla estruturante da rede principal ferroviária, o tráfego é muito elevado contando com 53 circulações diárias de transporte de passageiros e um elevado fluxo de matérias perigosas que se inicia a partir das 22h30m.



Fotografia 7: Tráfego de passageiros na Linha do Norte

A linha do Oeste surge como rede complementar ao conjunto de vias principais, tendo perdido importância ao longo dos tempos, contando atualmente apenas com 10 circulações diárias de transporte de passageiros. Para além deste fluxo, a linha do Oeste apresenta por sua vez uma importância relativa no transporte de mercadorias, uma vez que nesta via circulam regularmente vagões com materiais lenhosos provenientes de todo o país com destino às fábricas de celulose da Stora Celbi e Soporcel, implantadas no concelho da Figueira da Foz, mas com uma grande proximidade geográfica ao concelho de Pombal.

Atendendo ao elevado fluxo de tráfego existente na linha do Norte, a probabilidade e suscetibilidade de ocorrência de acidentes ferroviários, quer em comboios de passageiros (alguns dos quais circulam a alta velocidade) quer em comboios que carregam substâncias perigosas é muito elevada, pelo que é pertinente desenvolver esta temática separadamente no ponto 5.2.1.4.

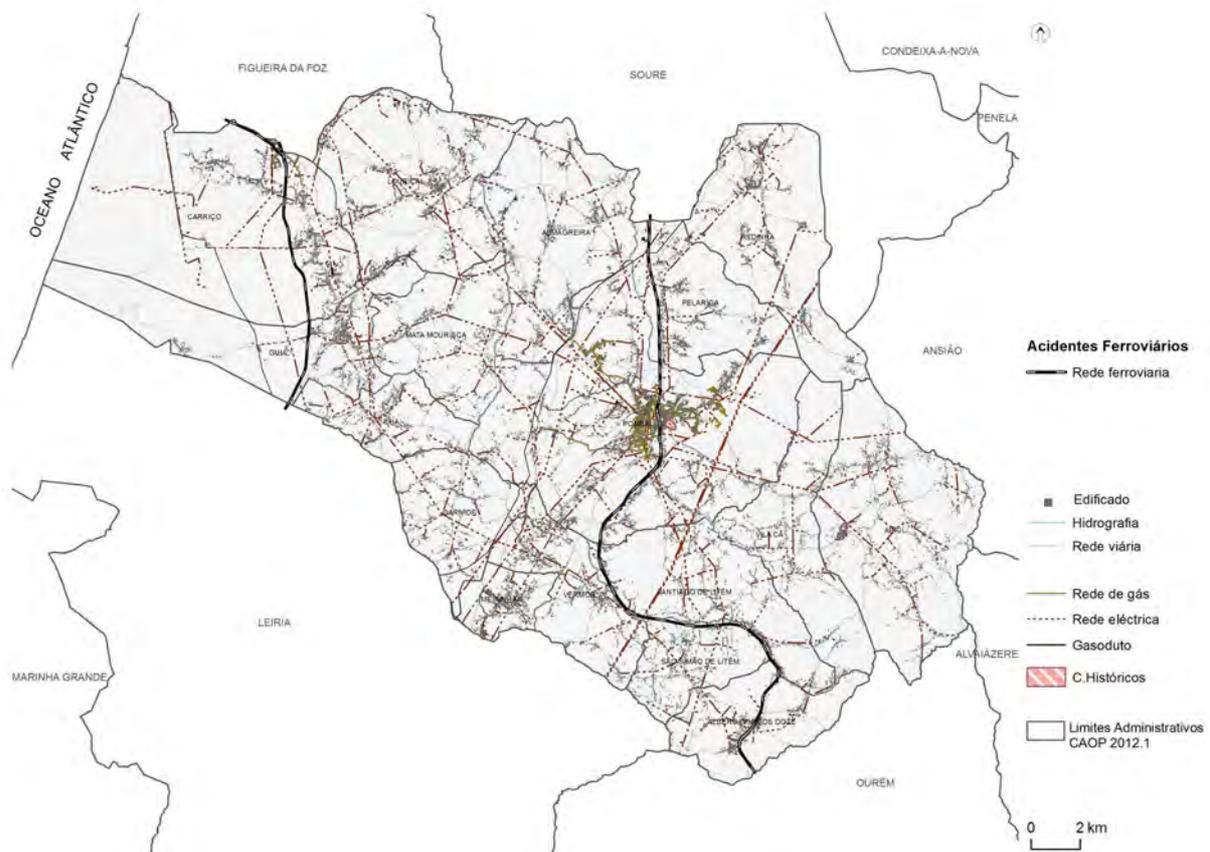


Figura 37: Localização das vias-férreas existentes no concelho e elementos expostos

Do ponto de vista da suscetibilidade à ocorrência de acidentes ferroviários com passageiros é fulcral que se estabeleça um perímetro de segurança e se desencadeiem os procedimentos de evacuação previstos no PME (2009).

5.2.1.3 Acidentes aéreos

Ao nível do transporte aéreo é necessário considerar várias vulnerabilidades e diferenciadas suscetibilidades ao qual o concelho se encontra exposto. Desta forma a proximidade geográfica à Base Aérea de Monte Real, juntamente com o facto do concelho ser atravessado por “corredores aéreos” de ligação Norte- Sul, permite considerar a eventualidade de acidente com aeronaves.

Para além destes fatores condicionantes, a pista de ultraleves existente no lugar do Casalinho, freguesia de Pombal, que acolhe o Centro de Meios Aéreos (CMA), com permanência de um Dromadair e um Helicóptero médio, de combate a incêndios florestais, é catalisadora de um aumento substancial da suscetibilidade aos acidentes aéreos, associada à queda destas aeronaves.

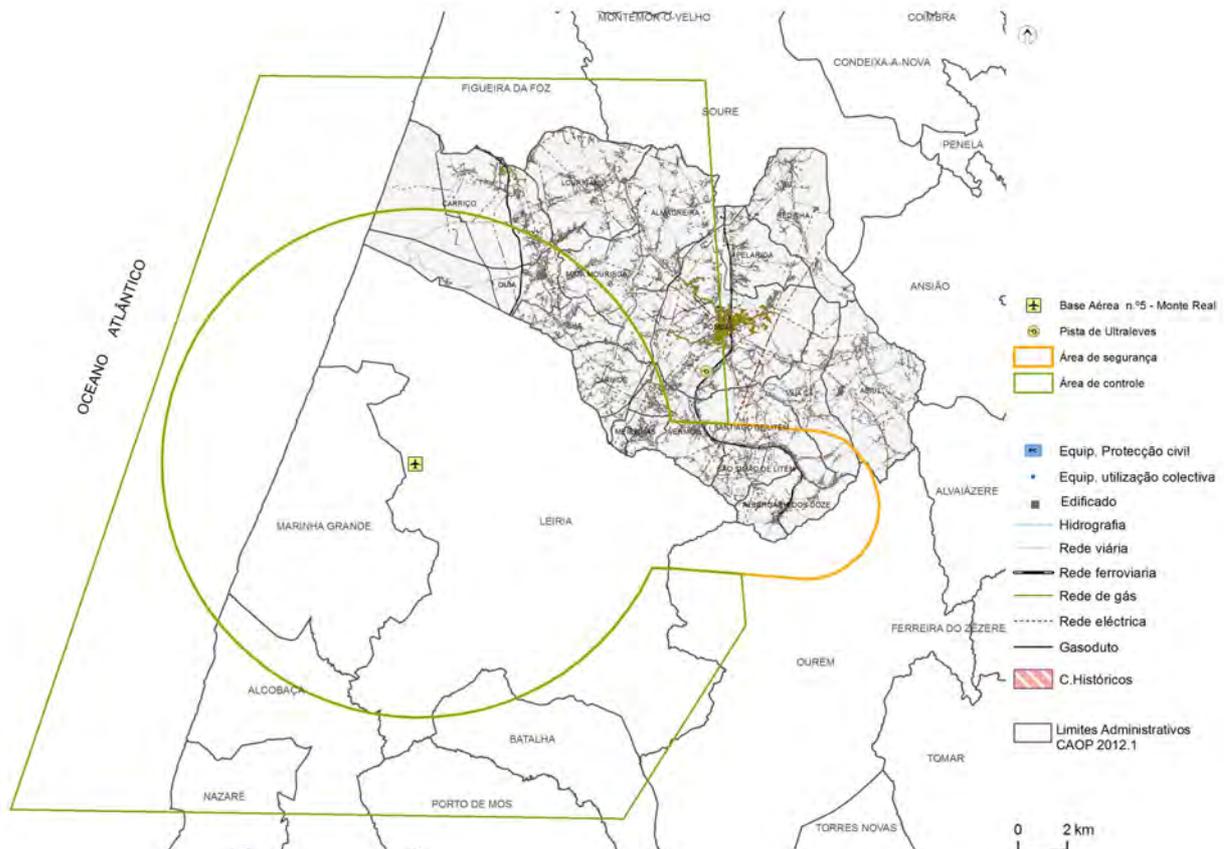


Figura 38: Localização das infraestruturas aéreas e elementos expostos

Correlacionando este risco ao risco de incêndios florestal, o lançamento de foguetes e fogos de artifício, poderão ser fatores desencadeantes de acidentes com aeronaves, pelo que foram estipulados perímetros de segurança em torno da BA- 5 (Monte Real), nomeadamente um perímetro de 15km, com corredor de aproximação de Albergaria dos Doze, e cuja comunicação do lançamento é obrigatório com a antecedência de 15 minutos, assim como uma zona de controlo aéreo com obrigatoriedade de comunicar o licenciamento com 48 horas de antecedência, como se pode observar pela análise da figura seguinte.

5.2.1.4 Acidentes com Transporte Terrestre de Mercadorias Perigosas

Segundo o Decreto -Lei n.º 41-A/2010 de 29 de abril, que regula o transporte rodoviário e ferroviário de mercadorias perigosas, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2008/68/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de setembro, são mercadorias perigosas quaisquer matérias, objetos, soluções ou misturas de matérias cujo transporte é proibido ou objeto de imposição de certas condições.

Este decreto aplica-se às operações de transporte de mercadorias perigosas, incluindo as operações de carga e de descarga, as transferências de um modo de transporte para outro e as paragens exigidas pelas condições do transporte, realizadas nas vias do domínio público, bem como em quaisquer outras vias abertas ao trânsito público, com vista à diminuição da perigosidade associada a este transporte.

Em termos de vulnerabilidade esta resulta essencialmente da suscetibilidade de explosão, perda de contenção da mercadoria, contacto da mercadoria tóxica com o ser humano, associação da mercadoria inflamável com uma fonte de ignição ou mudança de estado físico da mercadoria com mudança das suas propriedades, e é potenciado por vários fatores nomeadamente: a localização das empresas produtoras e de destino, empresas de armazenagem e comercialização de produtos, aos trajetos utilizados, a intensidade de tráfego, a frequência de circulação dos veículos; as quantidades transportadas e o perigo inerente aos próprios produtos (*adaptado de www.proteccaocivil.pt*).

Em Portugal o transporte rodoviário de matérias perigosas, que abrange uma gama de cerca de 60 grupos de matérias, constitui cerca de 10% da totalidade de matérias transportadas no território continental, representando os combustíveis líquidos e gases de petróleo liquefeitos 70% destas.

Em termos de espacialização regional, a Região Centro constitui um espaço de cruzamento e circulação de veículos com mercadorias perigosas, uma vez que é atravessada por eixos principais de circulação transfronteiriça de mercadorias, para além de fluxos inter-regionais, intermunicipais e locais (PROT-C,2007).

Na área em estudo as principais vias de transporte de mercadorias perigosas são, ao nível da rede ferroviária, a linha do Norte e a linha do Oeste, que atravessam o concelho no sentido Norte-Sul e ao nível rodoviário o IP1(A1), o IC1(A17), o IC2(EN1), o IC8 e a EN109, ou seja, as vias com maior circulação rodoviária de matérias perigosas.



Fotografia 8: Exemplo dos principais eixos viários suscetíveis de ocorrência de acidentes com transporte de mercadorias perigosas: Cidade de Pombal

Em termos de vulnerabilidade, é necessário evidenciar o facto da Linha do Norte atravessar alguns aglomerados urbanos, sendo a cidade e centro histórico de Pombal, os locais com maior vulnerabilidade. A mesma situação é a verificada no IC2(EN1), que atravessa as áreas mais edificadas do concelho, inclusivé a cidade de Pombal, Meirinhas, Ranhas, entre outras. De uma forma geral podemos definir este traçado como estruturante do povoamento com uma concentração linear do mesmo. Esta situação de concentração junto a este eixo, se por um lado representa uma maior mobilidade por parte da população e diminuição do tempo gasto nos seus movimentos pendulares, por outra representa um grave perigo em termos de riscos associados de acidentes rodoviários que poderão ocorrer nas proximidades.

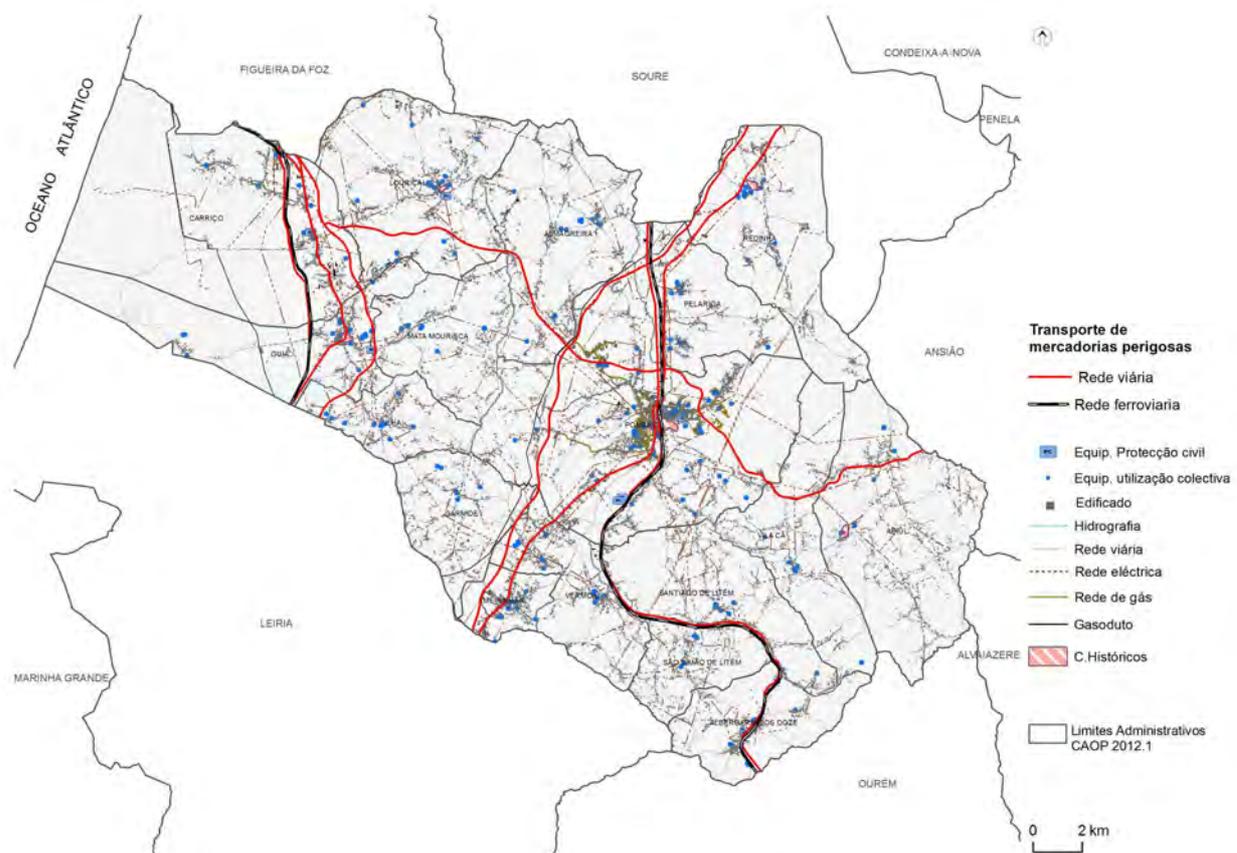


Figura 39: Principais vias no transporte de mercadorias perigosas e elementos expostos

Para além do IC2(EN1), a EN109 apresenta uma vulnerabilidade muito elevada uma vez que atravessa as sedes de freguesia da Guia e do Carriço.

Como forma de diminuir a suscetibilidade a estes acidentes e atendendo às especificidades do concelho, deverá ser restringido o atravessamento das áreas urbanas por veículos de transporte de matérias perigosas, assim como definir-se uma faixa de segurança ao longo destas mesmas vias, restringindo a sua densidade populacional.

Para além destes pressupostos deverão ser criados corredores preferenciais destinados à circulação de matérias perigosas de modo a aumentar a segurança das pessoas e bens (ANPC-PROCIV 6,2009).

5.2.1.5 Acidentes com transporte marítimo de produtos perigosos

Segundo Moreira, M. E. *in* Geografia de Portugal – o ambiente físico (2005)¹⁴, as principais ocorrências com origem artificial que atingem o litoral português são as marés negras, originadas pelos derrames de crude, dos navios que o transportam e que resultam muitas vezes na alteração da dinâmica sedimentar e destruição dos ecossistemas marinhos.

Uma vez que a costa portuguesa se assume como um importante corredor marítimo entre o Norte da Europa e o continente Africano, encontra-se sujeita a receber derrames das rotas costeiras e de alto mar, uma vez que, em termos de dinâmica oceânica, encontra-se exposta à circulação atmosférica e oceânica proveniente de Oeste.

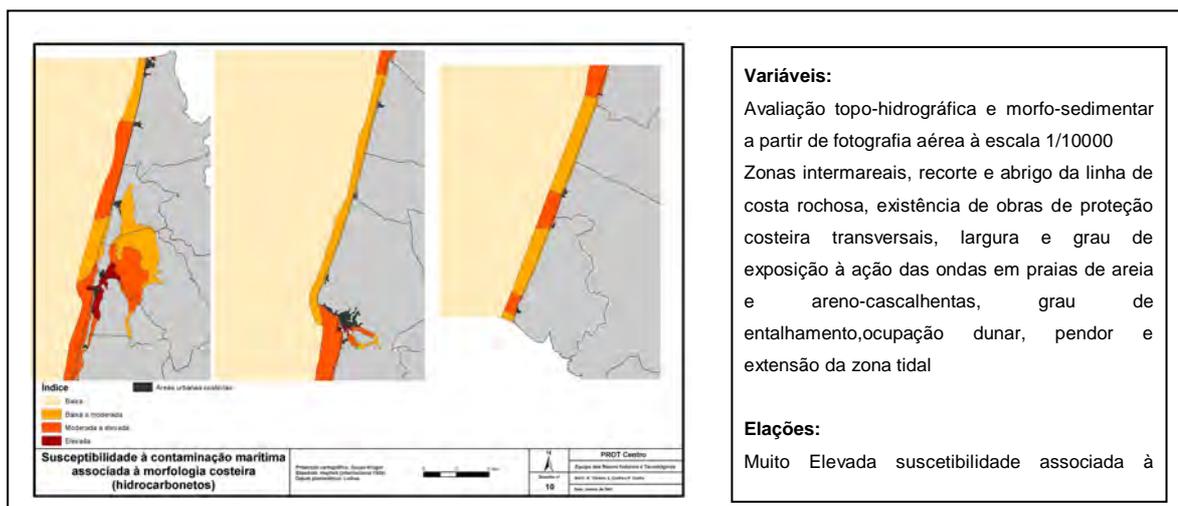


Figura 40: Suscetibilidade à contaminação marítima, segundo o PROT-C
 Fonte: PROT-C,2007

Uma vez que o concelho de Pombal tem uma linha de costa de 10km e uma praia do tipo III- Praia do Osso da Baleia, é necessário considerar a eventualidade de acidentes de tráfego marítimo e a ocorrência de poluição por hidrocarbonetos, em toda a sua costa. No entanto, uma vez que estamos perante uma costa arenosa, os impactes negativos são minimizados face aos litorais mais artificializados, daí estamos segundo o PROT-C sujeitos a baixa e moderada susceptibilidade à contaminação marítima associada à morfologia costeira. Esta

¹⁴ MEDEIROS, C. A. (coord.)(2005) - Geografia de Portugal, 1-Ambiente físico,Circulo de Leitores, Rio de Mouro

suscetibilidade poderá assumir valores mais elevados quando ocorrem situações como a lavagem de tanques ao largo da Figueira da Foz, de origem desconhecida e que derramaram em 1993 e no ano 2000, um total de 1300 toneladas de crude, como se pode observar pela análise da tabela seguinte.

Quadro 17: Principais derrames ocorridos em Portugal.
Fonte: Fernandes, R. (2001)

Navio	Tipo de Incidente	Local	Data	Quantidade e produto derramado
Jacob Maersk	Encalhe	Porto Leixões	Jan 75	80 000 ton. Crude Iranian Light
Alchemist Emden	Encalhe	Ericeira	Jul 78	1 600 ton. Produtos químicos
Nisa	Operação	Porto Sines	Mai 87	900 ton. Crude Arabian Light
Reijin	Encalhe	Douro	Abr 88	430 ton. Combustível e lubrificantes
River Gurara	Encalhe	Éspichel	Fev 89	900 ton. Combustível e lubrificantes
Marão	Rombo	Sines	Jul 89	4 500 ton. Crude Iranian Heavy
Aragon	Rombo	Porto Santo	Jan 90	25 000 ton. Crude Maya
Entrust Faith	Afundamento	Ponta Delgada	Dez 91	1200 ton. Fuel
Desconhecido	Lavagem de tanques	Figueira da Foz	Dez 92	800 ton. Crude Maya
Ronjay Tihi	Encalhe	Leixões	Out 93	220ton. Fuel + 70ton. Diesel Oil e lubrificantes
Vianna	Incêndio/afundamento	Porto da Horta	Abr 94	500 ton. Diesel + 10 ton. Lubrificantes
Cercal	encalhe	Porto de Leixões	Out 94	3 000 ton. Crude Arabian Light
New World	Colisão/rombo	3612N – 1300 W	Dez 94	30 000 ton. Crude Rabi Light
Desconhecido	Lavagem de tanques	Figueira da Foz	Ago 98	500 ton. Crude degradado
Coral Bulker	Encalhe	Viana do Castelo	Dez 00	540 ton. Fuel e gasóleo

5.2.2 VIAS DE COMUNICAÇÃO E INFRAESTRUTURAS

5.2.2.1 Colapso de pontes

Os danos em pontes podem ser divididos em dois grupos, de acordo com o fenómeno que está na sua origem (Guerreiro, L. 2010):

- danos gerados por rotura do solo de fundação (movimento de falhas, liquefação, deslizamento de terrenos) - dependem essencialmente do nível de deformação do solo;
- danos provocados pelo movimento de vibração - dependem muito das características dinâmicas das pontes e da capacidade da estrutura para resistir a ações cíclicas.

Outro aspeto a considerar na avaliação de pontes é a idade das mesmas, sendo este um indicador essencial para avaliar o seu desempenho.

Um dos fenómenos que levam à perda de capacidade de suporte dos solos de fundação é a liquefação. A ocorrência deste fenómeno depende não só do nível da ação sísmica, mas também do tipo de solo e do grau de saturação deste. Outra causa possível de colapso por rotura da fundação é a ocorrência de movimentos de falha na proximidade das infraestruturas.

Outro problema que as pontes mais antigas revelam é a falta de capacidade para acomodar os deslocamentos sofridos pelo tabuleiro, provocando a queda deste elemento do topo dos pilares ou dos encontros. A origem deste problema poderá estar relacionada com uma deficiente estimativa dos deslocamentos devido, por um lado a uma inadequada definição da ação sísmica, e por outro ao método de análise utilizado que considerava as secções com a rigidez não fendilhada, conduzindo a modelos com maior rigidez.

No que concerne ao concelho de Pombal, foram intervencionadas 18 pontes e pontões, com ações de reconstrução, beneficiação e ampliação. Estas intervenções ocorreram na sua maioria a posteriori das cheias socorridas no rio Arunca, a 26 de outubro de 2006, essencialmente na cidade de Pombal, uma vez que o elevado fluxo de água, levou à saturação dos solos, e conseqüentemente à perda de capacidade de suporte associada à ausência de intervenção.

Em termos de intervenções futuras, segundo informações fornecidas pelo departamento de obras públicas do município, está prevista a intervenção em três pontões na freguesia das Meirinhas (sobre a Ribeira da Venda Nova), um pontão sobre a Ribeira de Carnide, em Carnide, uma ponte na Redinha. Para além destas é de evidenciar quatro intervenções, devido à perigosidade associada ao seu colapso, duas em Vermoil e uma em Albergaria dos Doze.

A par destas intervenções, de salientar o conjunto de pontes e pontões, a necessitar de intervenção, identificados na figura 39, tendo por base informações obtidas junto do executivo das juntas de freguesia.

Para além destas é, por fim, necessário referir que cabe à entidade Estradas de Portugal S.A. a reparação das pontes associadas a Estradas Nacionais, Estradas Regionais, IC e IP.

É apresentada de seguida a informação relativa à reparação de um troço da EN342 KM7+200 devido ao abatimento de passeio de passagem hidráulica, por parte da Estradas de Portugal S.A.

Quadro 18: Intervenção na EN342 KM7+200 -abatimento de passeio de passagem hidráulica
 Fonte: <http://www.estradasdeportugal.pt/>

Assunto	EN342 KM7+200 Abatimento de passeio de Passagem Hidráulica		
Tipo de ocorrência	Trabalhos	Acompanhamento	n/d
Estrada	N342	Troço	Louriçal - Soure
Início	2010-07-09 19:56:00		

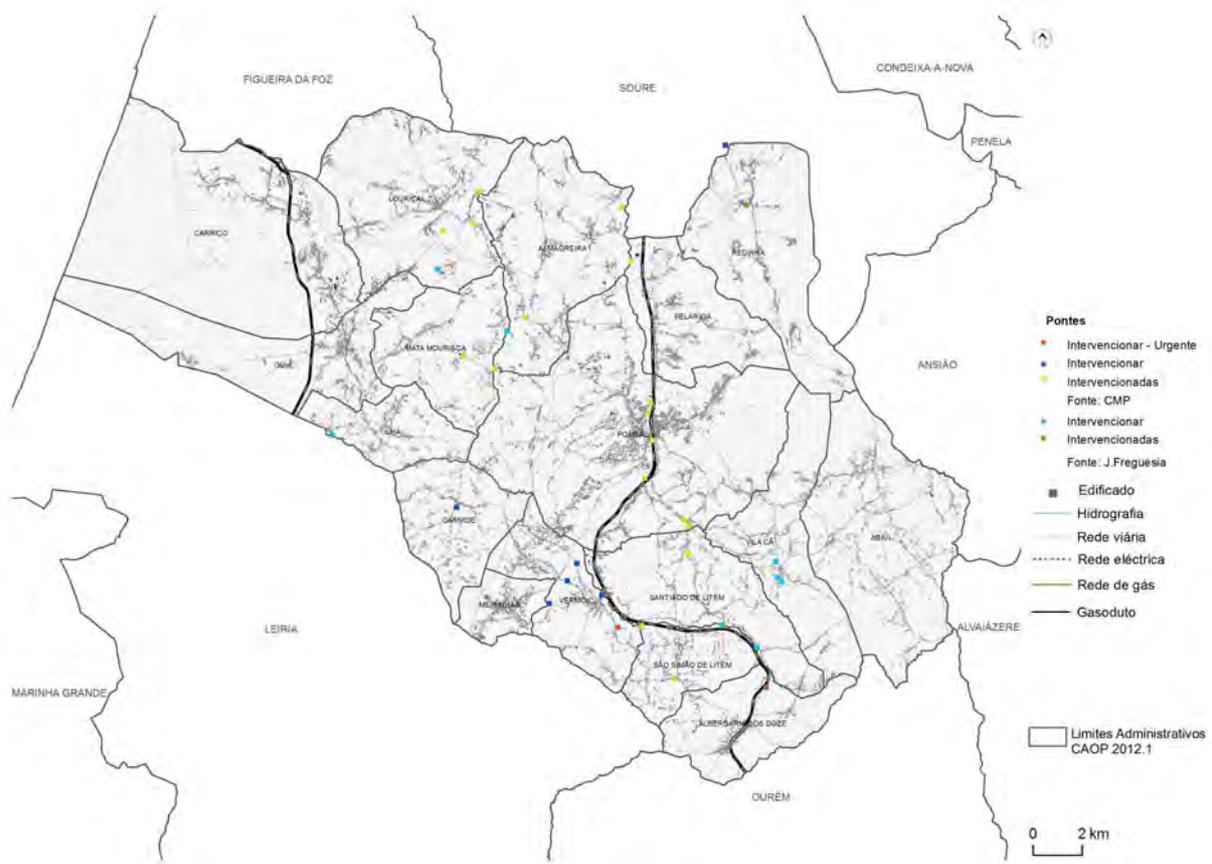


Figura 41: Carta de suscetibilidade a colapso de pontes

5.2.2.2 Acidentes em infraestruturas fixas de transporte de produtos perigosos

A suscetibilidade de ocorrência no concelho de acidentes relacionados com o transporte de matérias perigosas, nomeadamente nos gasodutos é uma realidade quando observamos a posição geográfica de Pombal, no contexto nacional. A concessão de transporte de gás natural, propriedade da REN Gasodutos, incorpora a atividade de transporte de gás natural em alta pressão, exercida em regime de serviço público através da Rede Nacional de Transporte de Gás Natural que atravessa o concelho no sentido N-S, com gasodutos principais e um sistema de ramais associados, nomeadamente na cidade de Pombal.

Tendo em consideração o PME (2009) localizam-se no território concelhio:

- 1 Instalação subterrânea de gás (no Carriço, a 1500 m de profundidade);
- 4 Estações de Junção¹⁵ (JCT);

¹⁵ As JCT são instaladas na linha principal do gasoduto, nos pontos de onde partem as derivações e os ramais de ligação às redes de distribuição local.

- 2 Estações de redução e medição de gás¹⁶ (GRMS);
- 1 Estação de seccionamento¹⁷ (BV);
- 1 Centro de Despacho de Emergência;
- 1 Delivery Point, a partir do qual se desenvolve a rede de distribuição local;
- 46km de gasodutos principais e secundários

Atendendo a esta realidade é necessário ter em consideração possíveis ruturas e a consequente fuga de gás natural, sendo que esta poderá ocorrer devido a danos físicos provocados por escavações nas proximidades do gasoduto (pouca probabilidade de ocorrer), interferências de drenagens, arrastamento de terrenos e/ou amarrações com o gasoduto, acidentes rodoviários (no cruzamento do gasoduto com a estrutura viária), acidentes ferroviários (no cruzamento do gasoduto com a linha de ferro), movimentação de terras, incêndios florestais¹⁸, sismos¹⁹ ou queda de aeronaves.

As fugas provenientes desta rutura poderão provocar, dependendo da quantidade de gás libertada, asfixia (o metano é considerado um asfixiante simples), ignição do gás, radiação térmica com origem numa chama ancorada no gasoduto ou explosão (probabilidade de ocorrência muito reduzida num terreno muito confinado) (adaptado de www.proteccaocivil.pt). De salientar que, em caso de fuga, o olfato humano não é capaz de detetar quaisquer fugas que possam ocorrer, pelo facto deste ser inodoro, contudo, nas estações de GRMS, é-lhe injetado um odor, por forma a aumentar a eficiência na intervenção em caso de ocorrência.

¹⁶ As GRMS antecedem uma rede de baixa pressão. Têm como função reduzir e regular a pressão do gás, na transferência do gasoduto principal, ou do ramal, para a rede de distribuição local, bem como medir o fornecimento.

¹⁷ As BV têm como função o seccionamento e despressurização de troços de tubagem do gasoduto numa eventual situação de emergência ou em operações de manutenção. Estas possuem um transmissor de pressão e temperatura, que envia todos os dados para o Centro de Despacho.

¹⁸ A rede de gasodutos passa por uma região de elevada sensibilidade florestal, onde predominam as espécies de resinosas e folhosas, extensas e densas em algumas áreas, constituindo floresta de pinhais e eucaliptais.

¹⁹ Devido ao corolário de falhas intraplacas de Seia-Pombal-Nazaré

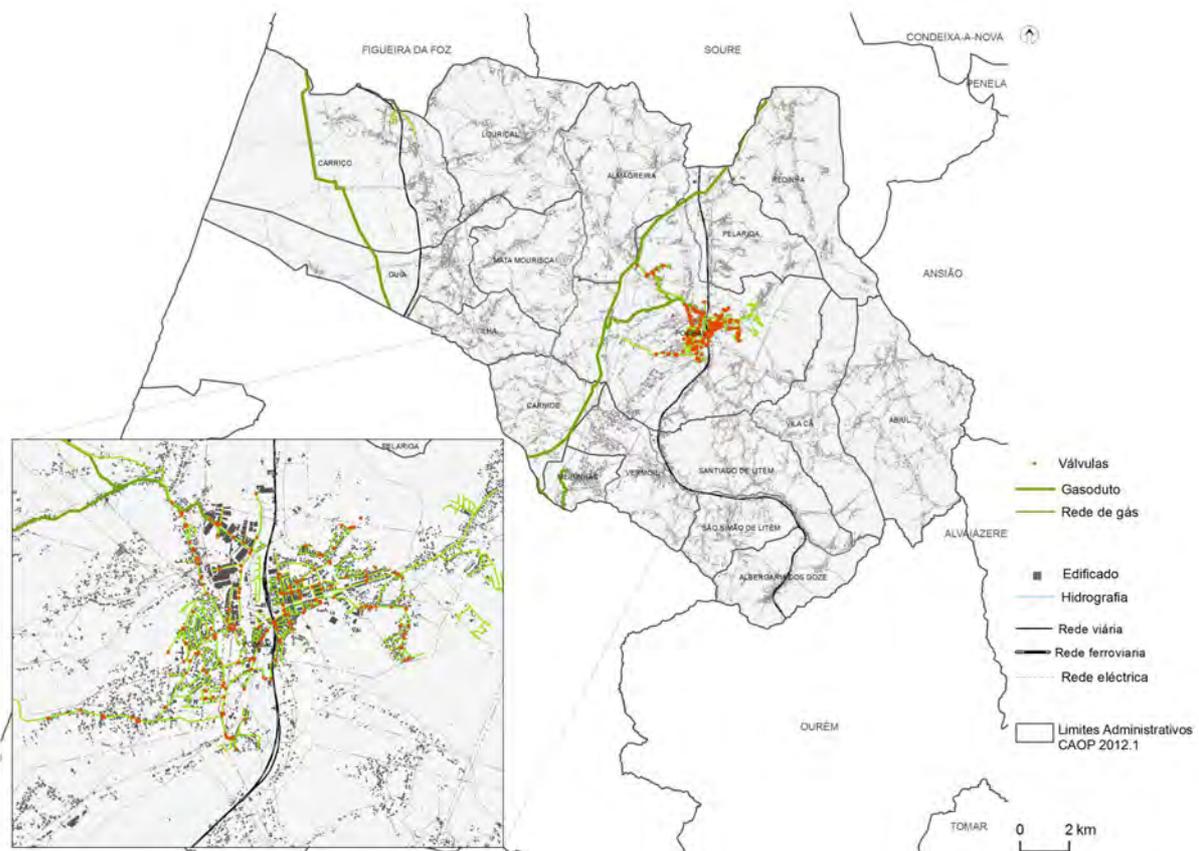


Figura 42: Rede de gasodutos: principal e secundário e ramal de Pombal

Em termos de vulnerabilidade esta encontra-se associada a toda a área envolvente a esta rede de gasodutos devendo para tal ser cumprida a área servidão a gasodutos de 10m (Decreto-Lei n.º 152/94 de 26 de maio), área na qual deverá ser proibida a edificação, limitada a densidade populacional, o terreno arado não deverá ter uma profundidade superior a 50cm, e proibida a florestação numa faixa de 5m para cada lado da tubagem.

Já a cidade de Pombal é o núcleo populacional que apresenta uma maior suscetibilidade e vulnerabilidade, uma vez que se encontra-se abastecida por um sistema de condutas de gás natural em pé e em aço de diâmetro de 63, 110, 150 e 200 milímetros e por um gasoduto de 2.º escalão com 200mm.

Para além da rede de gasodutos é necessário efetuar uma chamada de atenção para a rede elétrica existente no concelho, nomeadamente a rede de muita alta e alta tensão, uma vez que esta é bastante densa, com cerca de 572km de rede de média e alta tensão e 73,4km de muita alta tensão.

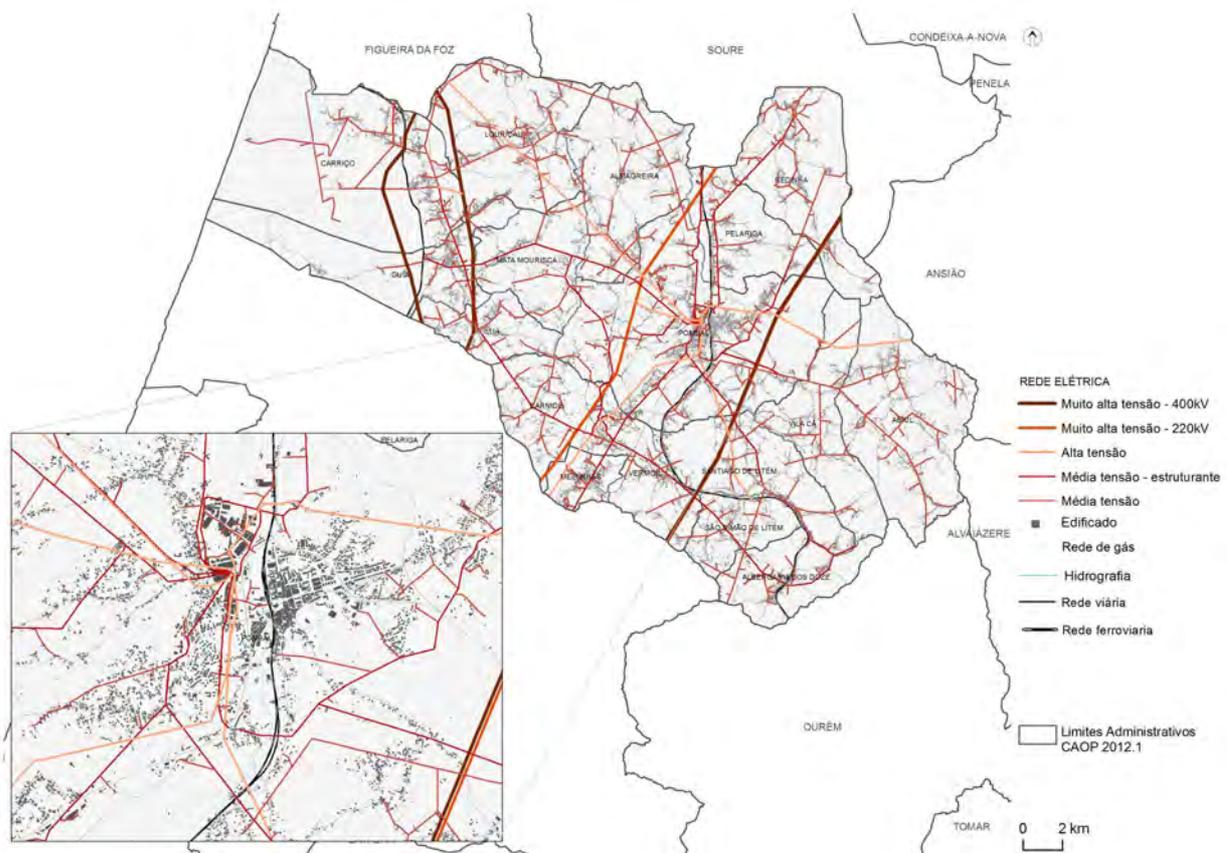


Figura 43: Mapa da rede elétrica de muito alta, alta e média tensão e elementos expostos

Em termos de distribuição espacial esta rede concentra-se essencialmente em torno da freguesia de Pombal, mas ramifica ao longo de todo o concelho, sendo que as linhas de baixa tensão complementam a rede elétrica principal e são essencialmente encontradas nas freguesias mais afastadas de Pombal, como as freguesias do Carriço e Guia (a Oeste) e Abiúl (a Este).

Os afastamentos mínimos de modo a evitar ocorrências que possam pôr em causa a segurança de pessoas e bens, por forma a não perturbar a livre circulação nas vias públicas ou particulares, nem afetar a segurança dos eixos ferroviários, prejudicar outras linhas de energia ou telecomunicações, ou mesmo causar danos às canalizações de água e gás é para a rede elétrica de muito alta tensão de 6m para cada lado da linha, 4m para a alta tensão e 3m para a média tensão. Nestes espaços fica ainda restringida a edificação.

5.2.2.3 Colapso de galerias e cavidades de minas

Atendendo às especificações dos recursos minerais e energéticos existentes, nomeadamente potenciais áreas de linhito existentes no concelho de Pombal, e tendo em consideração as informações fornecida pelo LNEG²⁰, existem duas ocorrências que importa ter em atenção face à eventual perigosidade geotécnica das áreas em causa, a saber:

- Vale do Pereiro (antiga concessão n.º 1406);
- Vinha Velha, Outeiro de Galegas e Pousios (antigas concessões n.º 2129,2148,2326).

Segundo o LNEG, a concessão n.º 1406 foi infrutiferamente explorada a céu aberto e as restantes concessões produziram em lavra subterrânea, apenas 1/5 das 60 000 toneladas calculadas in situ, ou seja, 13 000 toneladas de linhito.

Em termos de localização geográfica é necessário realçar que existe um desfasamento entre os dados fornecidos pelo LNEG e a localização real das minas de carvão, pelo que é apresentada da seguida a correta localização das minas de carvão existentes (abatimentos, entrada principal, entrada secundária e respiradouro), tendo por base levantamento de campo efetuado pela Unidade de Recursos Naturais e pelo gabinete de SIG.

²⁰ LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.
Vol. IX - Riscos

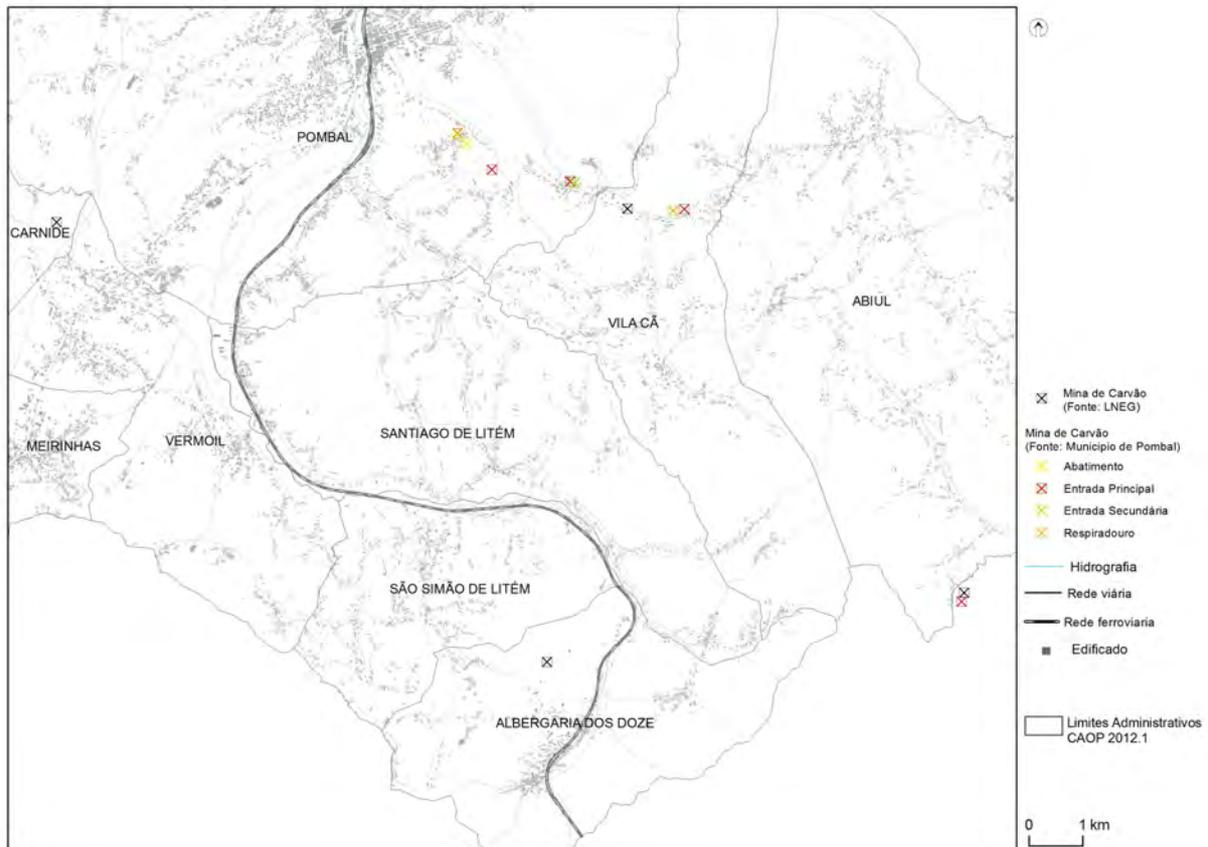


Figura 44: Mapa de ocorrências de linhito no concelho de Pombal
 Fonte: LNEG (2011) e CMP (2012)

5.2.3 ATIVIDADE INDUSTRIAL E COMERCIAL

Para a análise da categoria industrial e comercial, e como mote inicial podemos analisar a carta de suscetibilidade tecnológica à atividade comercial e industrial constante do PROT-C. De uma forma geral, esta carta tem em consideração não só este tipo de estabelecimentos mas também o conjunto de unidades e estabelecimentos que armazenam, manuseiam ou transformam matérias perigosas, nomeadamente postos de abastecimento de combustível, pedreiras com licenciamento de explosivos, oficinas de carregamento de cartuchos e oficinas pirotécnicas.

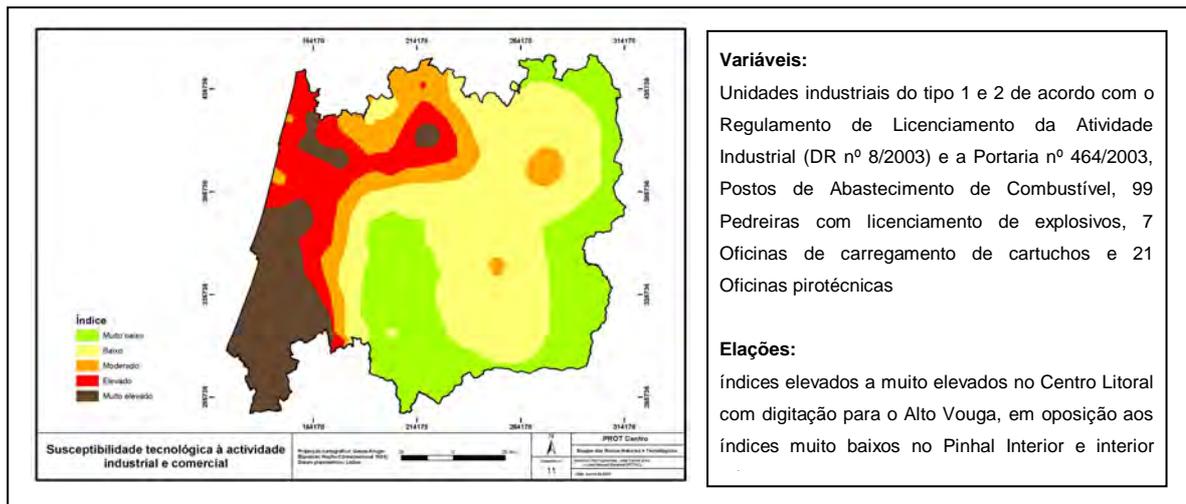


Figura 45: Suscetibilidade tecnológica à actividade industrial e comercial, segundo o PROT-C
Fonte: PROT-C,2007

Ao nível regional, segundo o PROT-C o concelho de Pombal a par do concelho de Leiria, apresenta uma susceptibilidade muito elevada, que se justifica quer pela localização no território concelhio de uma indústria Seveso II - REN armazenagem, sujeita a Plano de Emergência Externo, um conjunto de parques industriais, uma área de concentração industrial na freguesia das Meirinhas, bem como áreas de concentração pontual de empresas, um elevado número de pedreiras com licenciamento de explosivos e um elevado número de postos de combustível.

De salientar que ao nível da prevenção de riscos deverá ser mantida uma faixa de gestão de combustível em torno de parques e áreas industriais de 100m, por forma a, minimizar possíveis ocorrências associadas a incêndios florestais, limitando a sua progressão para o interior do parque.

De uma forma geral e atendendo ao tipo de empresas implantadas nos parques e área existentes, podemos definir com principais perigosidades:

- Incêndio - com emissão de nuvens de fumo que podem provocar sufocação e intoxicações pelo que o DL n.º 220/2008, de 12 de novembro, prevê a sujeição destas indústrias ao regime de segurança contra incêndios.
- Explosão - com propagação de uma onda de choque violenta para o exterior da zona fabril, na qual as ondas de radiação térmica e de sobrepressão são causadoras de danos na população e no património edificado, podendo atingir distâncias relativamente grandes;
- Fuga de gás - suscetíveis de serem, consoante as concentrações, tóxicas, explosivas ou corrosivas. A sua propagação é função da direção e da velocidade do vento e quando se verifica a libertação de gases tóxicos é a população que apresenta maior vulnerabilidade numa extensão geralmente bastante maior, e o património edificado não será praticamente afetado;
- Derrames de substâncias perigosas - será principalmente afetado o ambiente, nomeadamente os recursos hídricos e o solo.

Tendo em consideração o pressuposto anterior e fazendo uma resenha histórica de acidentes industriais ocorridos no concelho é pertinente destacar duas ocorrências registadas no último decénio em Pombal, nomeadamente:

- Explosão de uma caldeira na fábrica Rosário Rocha, de fabricação de redes de pesca, em julho de 2005:

“A explosão de uma caldeira numa fábrica de redes de pesca, em Pombal, provocou 14 feridos, todos do sexo feminino, e destruiu as instalações da unidade industrial. Três pessoas foram transferidas para os hospitais dos Covões, em Coimbra, e Santo André, em Leiria. Um traumatismo craniano e lesões na coluna foram as situações clínicas consideradas mais graves, embora sem implicar risco de vida, segundo informou fonte hospitalar. Seis das 14 mulheres tiveram alta ao final da tarde, revelou à Agência Lusa o diretor do hospital concelhio, Luís Garcia. Segundo este responsável, permanecem internadas apenas cinco mulheres”.

Fonte: http://dn.sapo.pt/2005/07/21/sociedade/pombal_explosao_fabrica_tres_feridos.html

- Incêndio que destruiu as instalações da Ecosocer, uma fábrica de resíduos industriais perigosos (RIP), localizada no PIMM em 2/9/2003, atualmente com a licença ambiental (ver 5.2.3.5), provocando descargas de compostos químicos para a atmosfera:

“A saúde pública foi posta em risco pelo incêndio que, na terça-feira, consumiu a ECOSOCER, fábrica de reciclagem de Resíduos Industriais Perigosos (RIP), em Pombal.”...“Os serviços camarários de Pombal estão a construir um talude com touvenat para prevenir a propagação de resíduos tóxicos provenientes do incêndio que destruiu a fábrica da Ecosocer”

Fontes: <http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=63> e <http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=59>

5.2.3.2 Acidentes que envolvam substâncias perigosas (Diretiva Seveso II)

Segundo o Decreto-Lei nº 254/2007, de 12 de julho, que transpõe para o direito nacional a diretiva comunitária Seveso II²¹, acidente industrial é um acontecimento, designadamente uma emissão, um incêndio ou uma explosão de graves proporções, resultante do desenvolvimento não controlado de processos durante o funcionamento de um estabelecimento abrangido pelo presente Decreto-Lei, que provoque um perigo grave, imediato ou retardado, para a saúde humana, no interior ou no exterior do estabelecimento, ou para o ambiente, que envolva uma ou mais substâncias perigosas.

Para os estabelecimentos do nível superior de perigosidade, como é o caso da REN Armazenagem S.A.²², e segundo o disposto no diploma anterior, foi obrigatória a elaboração de um Relatório de Segurança (artigo 10.º), que inclui a descrição do Sistema de Gestão de Segurança para a Prevenção de Acidentes Graves (SGSPAG), a Identificação dos Perigos e Análise dos Riscos e a avaliação das consequências, bem como a definição de medidas de proteção e intervenção para a sua limitação. Para além deste foi elaborado um Plano de Emergência Interno (PEI) (artigo 16.º), bem como fornecida toda a informação necessária para a elaboração do Plano de Emergência Externo (PEE) (artigo 19.º), elaborado pelo município e aprovado a 16 de abril de 2008, pela Comissão Nacional de Proteção Civil.



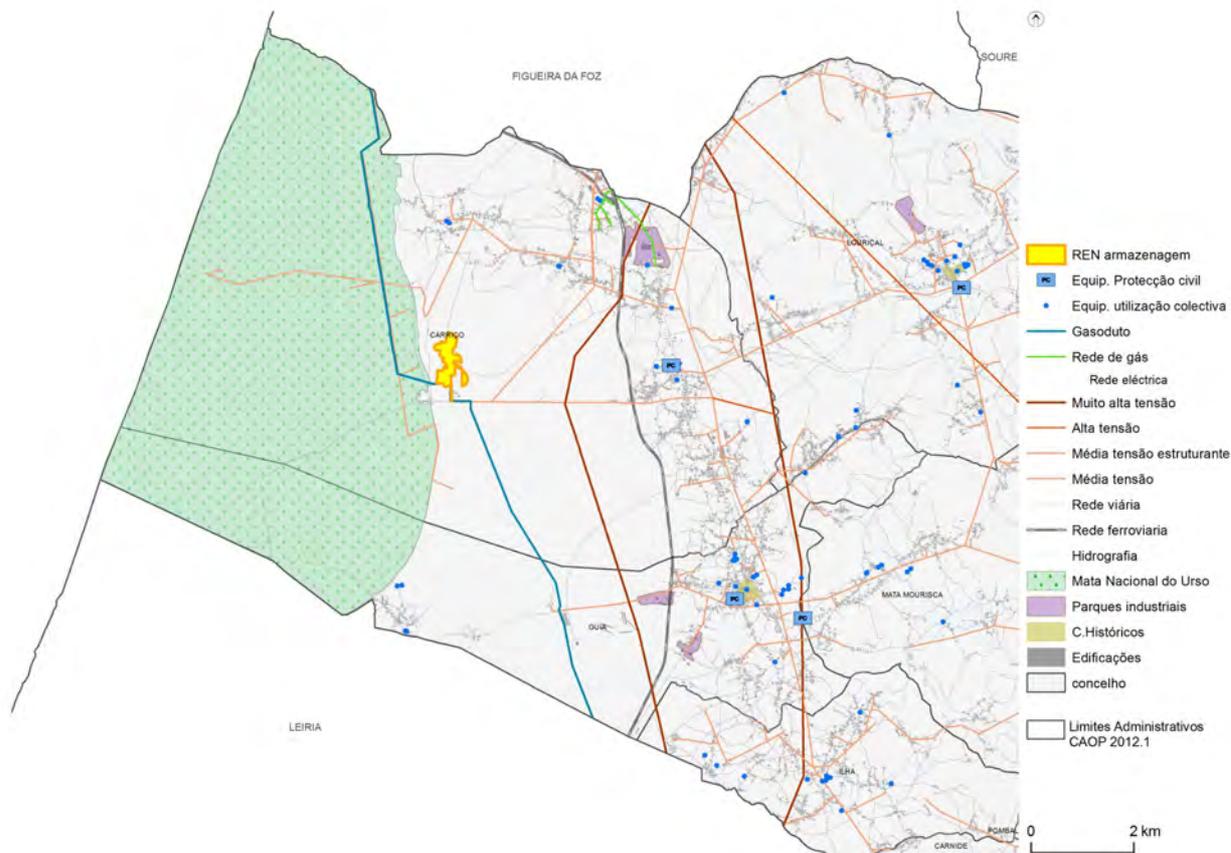
Figura 47: Ortofotocarta da REN, Armazenagem S.A. (2006)

Considerada uma localização privilegiada no território nacional, pelo facto de se encontrar contígua do gasoduto de 1.º escalão que atravessa o país e ser próxima do oceano atlântico (característica fulcral para a rejeição da salmoura resultante da lixiviação), a freguesia do Carriço surge em 1996 como o local de eleição para a implantação da armazenagem subterrânea de gás natural nacional, estabelecimento de nível superior de perigosidade e sujeito ao disposto no Decreto-Lei nº 254/2007

21 A Diretiva —Seveso II de 96/82/CE (alterada pela Diretiva 2003/105/CE), tem por objetivo a prevenção de acidentes industriais graves que envolvem substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente, tendo em vista assegurar, de maneira coerente e eficaz, níveis de proteção elevados em toda a Comunidade.

22 Segundo indicações do ofício p257/UPRA/NRA/2007, de 30 de novembro de 2007, proveniente da ANPC, a armazenagem subterrânea de gás natural inicialmente Transgás Armazenagem, foi atualizada para REN-Armazenagem S.A.

Figura 48: Localização da REN, Armazenagem S.A. e elementos expostos



A instalação da armazenagem está implantada na concessão Mineira da Renoeste e é composta por um conjunto de cinco cavidades de armazenagem em exploração (a que acresce mais uma propriedade da Galp) e infraestruturas de superfície (estação de gás). Atualmente está em desenvolvimento o projeto de expansão da armazenagem subterrânea com a construção de duas novas cavidades. Todas as cavidades estão ligadas por tubagens enterradas e de superfície à estação de gás, a qual assegura as atividades necessárias à exploração da armazenagem.

O gás natural é injetado e confinado sob pressão nas cinco cavidades construídas, nos anos 2000 e 2001, em formações de salgema a profundidades que variam entre 1000m e 1450m.

Ao nível das instalações é necessário considerar a perigosidade associada a:

- Estação de gás - possibilidade de ocorrer uma fuga de gás natural através de uma vedação deficiente ou até mesmo o seu colapso;
- Aquecedores alimentados a gás - ocorrência de uma explosão na câmara de combustão;
- Gerador de emergência - utilização de gasóleo como combustível e de óleo de lubrificação, levando a uma possível explosão;

- Contadores, compressores, arrefecedores, torres de absorção, filtros, separadores, coletores, cabeças de poço, tubagens e válvulas - :O produto manuseado é gás natural - produto com características inflamáveis; Operação a temperaturas elevadas (25 a 162°C); Operações a pressões muito elevadas (85 a 180 bar) aumentam a possibilidade de ruturas em tubagens e nos equipamentos com conseqüente libertação de gás. A ocorrência de rutura accidental de um equipamento poderá estar na origem na libertação de uma quantidade significativa de gás natural;
- Reservatórios subterrâneos de gás natural - o perigo potencial de ocorrência de uma fuga em quantidades apreciáveis de um produto inflamável;
- Cabeça de poço - rutura accidental poderá estar na origem da libertação de uma grande quantidade de gás natural;
- Cavidades - Fugas de gás e sobrepressões;
- Tubagem aérea ou enterrada - eventual fuga de produto de uma linha ou até mesmo o seu colapso.

Estes perigos poderão resultar de fontes de perigo externas como sismos, incêndios florestais, intrusão e sabotagem, assim como de danos accidentais provocados nas linhas de gás.

Internamente todas as instalações estão são monitorizadas e controladas bem como sujeitas a um conjunto de procedimentos internos que diminuem a probabilidade de ocorrências.

Ao nível externo, foram criados cenários de acidentes atendendo que os principais riscos para pessoas e bens associados a explosões ou fugas de gás natural são:

- A asfixia provocada pelo gás na ausência de ignição (o metano é considerado um asfixiante simples);
- incêndio originado pela (possível) ignição do gás e sua regressão ao ponto de fuga;
- Os níveis de radiação térmica associados a uma chama ancorada no orifício da fuga;
- A sobrepressão resultante da explosão, se esta ocorrer.

Segundo este mesmo Decreto-Lei, deve existir um trabalho conjunto, para a prevenção do risco de ocorrência de acidentes graves, de várias entidades ligadas à proteção civil, área do ambiente, operadores dos estabelecimentos e responsáveis pelo ordenamento do território, nomeadamente o artigo 5 que define a prevenção e controlo a ter em consideração nos planos municipais de ordenamento do território e operações urbanísticas, as câmaras municipais devem assegurar na elaboração, revisão e alteração dos planos municipais de ordenamento do território a fixação de distâncias de segurança adequadas entre os estabelecimentos abrangidos pelo presente decreto-lei e zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público e zonas ambientalmente sensíveis.

5.2.3.3 Acidentes em instalações combustíveis

Os riscos que assumem maior expressão, associados a acidentes em instalações combustíveis são: Direção de Serviços de Energia, Direção Regional da Economia do Norte, 2010:

- Risco de incêndio e explosão -volatilidade dos combustíveis, limites de inflamabilidade, fontes de ignição;
- Riscos associados ao manuseamento - risco de ingestão, risco de inalação, risco de contacto com a pele, risco cancerígeno;
- Riscos ambientais -derrame, absorção pelo solo, depósito em lençóis de água, migração através de infraestruturas.

Foram considerados neste ponto as áreas relativas a gasoleiras/bombas de combustível e depósitos de grande concentração de combustível propriedade de empresas/ indústrias, como por exemplo, o depósito de gasolina da empresa Adelino Duarte da Mota, sito nas Meirinhas.

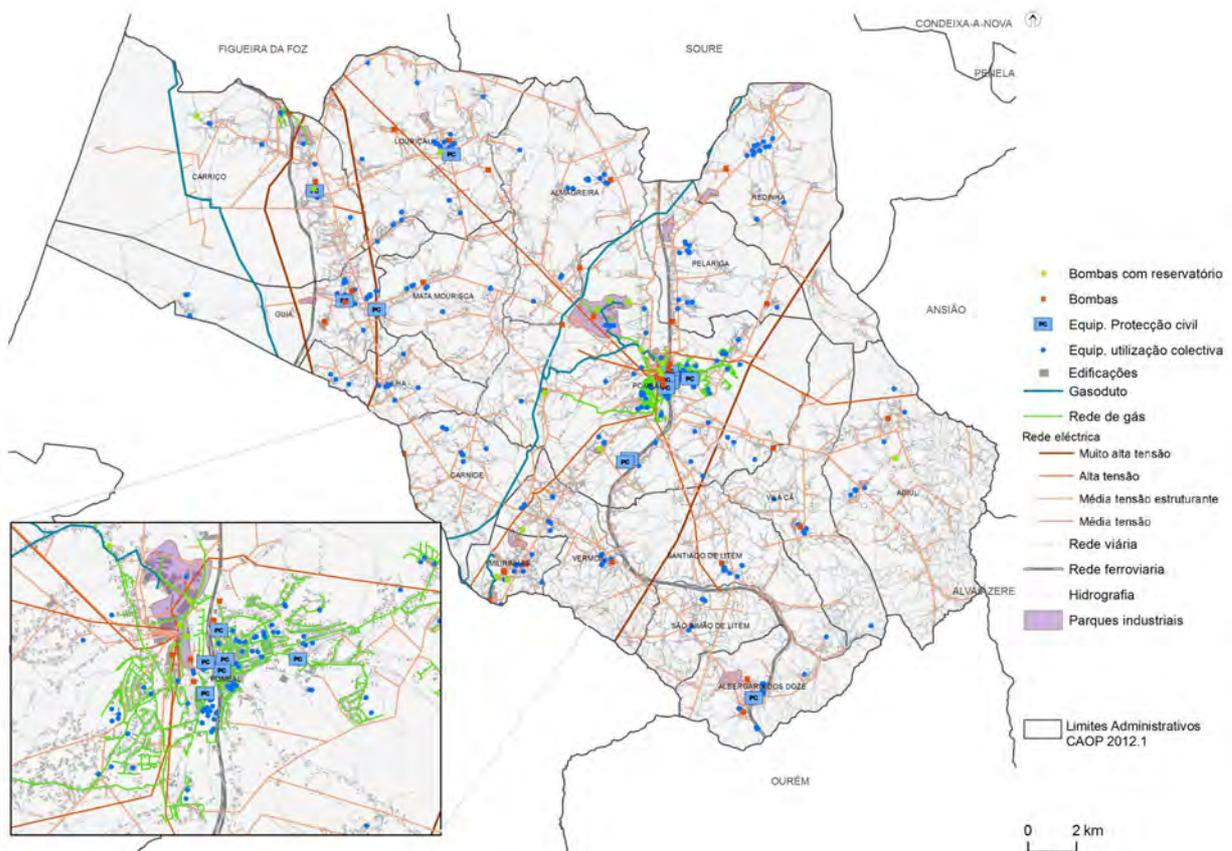


Figura 49: Identificação as áreas de concentração de combustível e elementos expostos

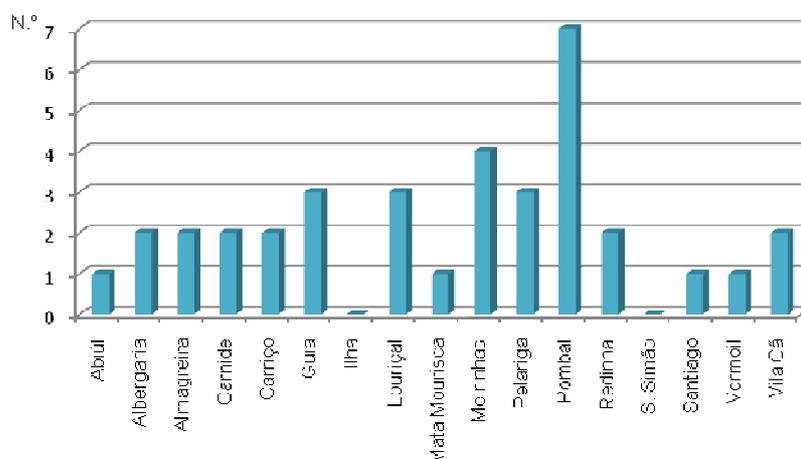


Gráfico 7: Localização de bombas de combustível por freguesia

Com um total de 35 registos, podemos afirmar, atendendo à figura anterior, que a sua distribuição não é equitativa uma vez que existem freguesias sem bombas de gasolina, como Abiúl e São Simão de Litém, e freguesias como a de Pombal com 9 bombas de gasolina. Nas restantes freguesias o número de bombas é aproximadamente 1 a 2 bombas por freguesia.

Os acidentes nestes locais assumem especial relevância quando as instalações se encontram próximas de elementos expostos, uma vez que em caso de explosão a área envolvente à instalação, nomeadamente o edificado corre risco de colapso e incêndio. Para além dos danos materiais, um acidente grave envolvendo instalações de combustíveis, poderia ser fatal para o ser humano, mais propriamente para possíveis trabalhadores, uma vez que a maior parte dos depósitos de combustíveis se encontram associados a grandes empresas, com grande número de trabalhadores.

5.2.3.4 Acidentes em armazenagem de produtos explosivos

A utilização de explosivos na indústria extrativa é uma prática tradicional desde que foi verificado o efeito demolidor destas substâncias, tendo-se generalizado com a introdução dos explosivos de segurança.

Segundo o Decreto-Lei n.º 376/84 de 30 de novembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 474/88, de 22 de dezembro, na introdução dos cartuchos de pólvora negra ou de explosivo nos furos dos tiros em minas, em pedreiras ou em quaisquer outros trabalhos de desmonte, bem como no seu atacamento, deve proceder-se com precaução, evitando os choques e os movimentos

bruscos e utilizando um atacador de madeira ou de material não suscetível de provocar faíscas.

Atendendo à realidade do concelho, foram considerados como locais com elevada suscetibilidade a este tipo de acidentes, as áreas com instalação de paióis fixos, de armazenagem de explosivos utilizados para o desmonte da rocha utilizando produtos explosivos, nomeadamente as industriais extrativas localizadas a Este do concelho, no maciço calcário da Sicó (Sicóbrita) e na Redinha (Domingues e Contente - Britas e Asfaltos, S.A). Para além destas, a indústria extrativa Iberobrita - Produtora de inertes, S.A. utiliza paióis móveis, sendo que o perigo associado a explosões é menor, uma vez que estes não se encontram em permanência no território concelhio.

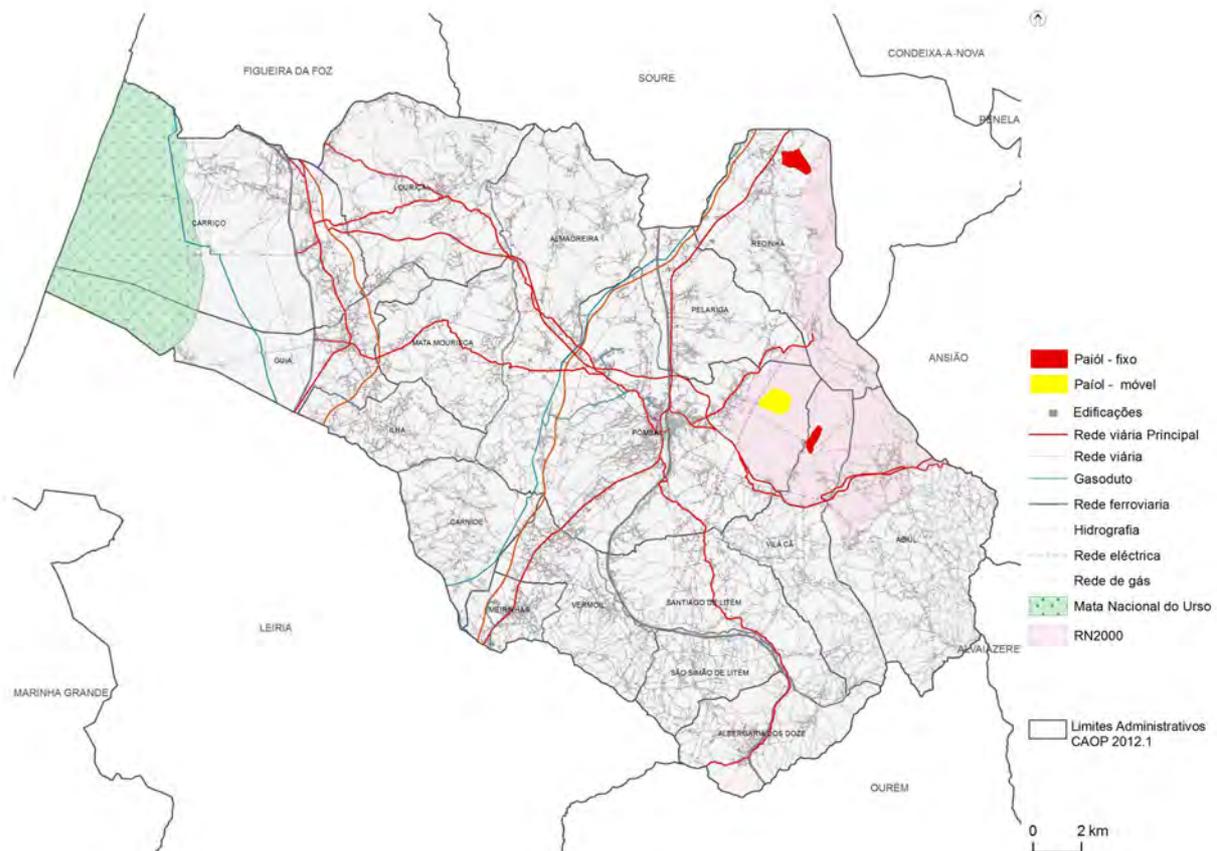


Figura 50: Localização dos paióis de armazenagem de explosivos na indústria extrativa

Os riscos relacionados ao uso de explosivos decorrem do manuseamento incorreto dos explosivos no desmonte de rocha das pedreiras, podendo originar danos graves nos trabalhadores, equipamentos, instalações e áreas contíguas à pedreira. A detonação accidental de substâncias explosivas ou ignição de produtos inflamáveis poderão também ocorrer quando estamos perante detonações em rochas industriais (Guerreiro, H.,2005).

Por forma a minimizar os impactos decorrentes de uma explosão, deverá ser estabelecido um perímetro de proteção em torno das pedreiras de, pelo menos, 100m. Para além destas medidas, deverá ser dado conhecimento ao setor responsável pela área, ao nível municipal, das datas e horário da realização dos desmontes, a fim de se proceder ao controle e possível monitorização dos mesmos, avisando, caso seja pertinente, a população residente nas proximidades.

5.2.3.5 Acidentes em estabelecimentos de atividades sujeitas a licença ambiental

Segundo a Agência Portuguesa do Ambiente²³, a Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) veio trazer uma nova perspetiva às tradicionais estratégias sectoriais de combate à poluição, e reconhecer que a abordagem integrada no controlo da poluição favorece a proteção do ambiente no seu todo. Esta nova política foi concretizada na União Europeia, através da publicação da Diretiva nº 96/61/CE, do Conselho, de 24 de setembro, relativa à PCIP (revogada pela Diretiva nº 2008/1/CE de 15 de janeiro),

Estão abrangidas pelo cumprimento da Diretiva certas atividades económicas a que está potencialmente associada uma poluição que se considera significativa e que é definida de acordo com a natureza e/ou a capacidade de produção das instalações. O funcionamento das instalações onde se desenvolvem atividades PCIP está condicionado à obtenção de uma Licença Ambiental, que é atribuída ao operador de uma instalação PCIP, pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), nos termos do Decreto-Lei nº 173/2008, de 26 de agosto (Diploma PCIP).

A licença ambiental tem em consideração os documentos de referência sobre as melhores técnicas disponíveis para os setores de atividade abrangidos pelo Diploma PCIP e inclui todas as medidas necessárias a fim de assegurar a proteção do ar, da água e do solo, e de prevenir ou reduzir a poluição sonora e a produção de resíduos, com o objetivo de alcançar um nível elevado de proteção do ambiente no seu todo.

No concelho de Pombal são identificados os seguintes estabelecimentos com licença ambiental, de acordo com a listagem disponibilizada pela CCDR-C²⁴, complementada com a listagem dos estabelecimentos industriais, com licença ambiental emitida em Janeiro de 2013, em que a Direção Regional de Economia do Centro é entidade coordenadora:

²³ <http://www.apambiente.pt>, consultado em 10/09/2010

²⁴ <https://www.ccdr.pt/>, consultado em 10/09/2010

Quadro 19: Estabelecimentos com licença ambiental no concelho de Pombal

N.º	Estabelecimentos (CCDRC)	Localização	Freguesia	N.º licença
1	Cariço Cogeração - Sociedade de Geração de Eletricidade e Calor, S.A.	Cariço	Cariço	5/2003
2	Lusiaves - Indústria e Comércio de Aves, S.A. (Núcleo I)	Agua Formosa	Ilha	6/2003
3	Lusiaves - Indústria e Comércio de Aves, S.A. (Núcleo II)	Agua Formosa	Ilha	6/2003
4	Lusiaves - Indústria e Comércio de Aves, S.A.	Cova - Vale Telheiro	Guia	2/2004
5	Lusiaves - Ind. e Com. Agroalimentar, S.A. (Avícola do Vale Telheiro)	Vale Telheiro	Guia	13/2007
6	ECOSOSER - Recuperação de Solventes e Resíduos, L.da	Chã Grande	Pombal	37/2008
N.º	Estabelecimentos (DREC)	Localização	Freguesia	N.º licença
7	Diamantino Malho & Companhia, Lda	Albergaria dos Doze	Albergaria dos Doze	260/2009
8	Abílio Duarte da Mota & Filhos, Lda	Vieirinhos	Cariço	339/2009
9	Hydro Building Systems, Lda	Aduguetete	Pombal	91/2008
10	Egeo Solventes, SA	Pinheirinho	Pombal	37/2008
11	Nemoto Portugal - Química Fina, Lda (Fábrica 2)	PIMM	Pombal	4/2006
12	Nemoto Portugal - Química Fina, Lda (Fábrica 1)	PIMM	Pombal	34/2007
13	Cemopol - Celuloses Moldadas Portuguesas, Lda	PIMM	Pombal	93/2008
14	Precerem – Industrias de construção SA (cerâmica 2)	Travasso	Pombal	350/2009
15	Precerem – Industrias de construção SA (cerâmica 1)	Travasso	Pombal	241/2008
16	Sumol + Compal Marcas, SA	Z. Ind. da Formiga	Pombal	324/1.0/2011

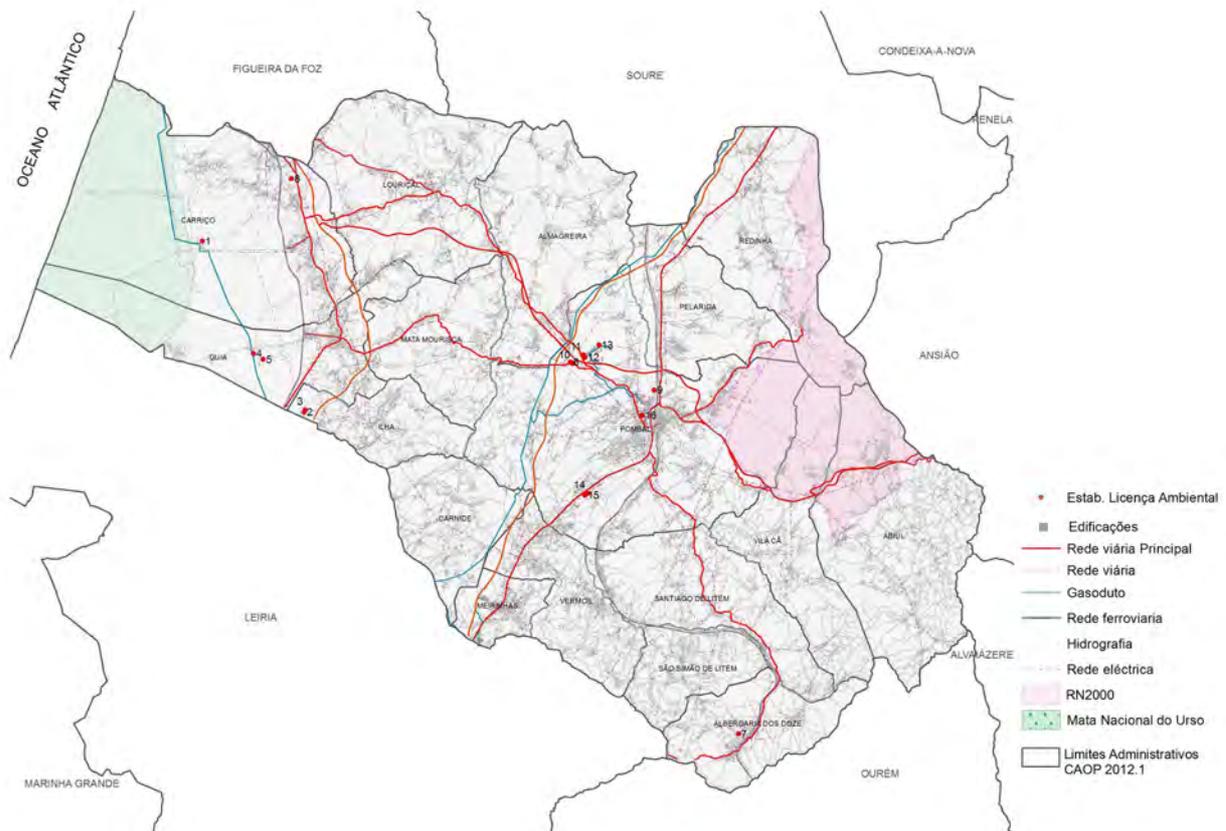


Figura 51: Estabelecimentos com licença ambiental e elementos expostos

À semelhança do que foi dito anteriormente deverá ser criado um perímetro de proteção em torno destes estabelecimentos, de 100m, deverão ser identificados todos os elementos expostos e vulnerabilidades territoriais contíguas, ou passíveis de serem afetadas em caso de ocorrências.

5.2.3.6 Incêndios e colapsos em centros históricos

Os centros históricos “coincidem por vias de regra com o núcleo de origem do aglomerado, de onde irradiaram outras áreas urbanas sedimentadas pelo tempo, conferindo assim a esta zona uma característica própria cuja delimitação deve implicar todo um conjunto de regras tendentes à sua conservação e valorização” (Direção geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, 2004)

Num contexto de urbanização em constante mutação ao longo das últimas décadas, emergiram novos espaços e conceitos, criaram-se novas centralidades e expandiram-se – ou mesmo esbateram-se – as fronteiras da cidade enquanto um núcleo organizado em torno de um centro carregado de simbolismo e identidade.

Esta tendência prolongada até à atualidade coloca os centros históricos perante importantes desafios que pretendem suplantar - ou pelo menos minimizar - os processos de envelhecimento demográfico, de degradação do património edificado, de desvitalização económica e de enclausuramento social, os quais fomentam uma progressiva alienação destas áreas da cidade face às novas exigências da sociedade contemporânea.



Fotografia 9: Degradação física do edificado no centro histórico da cidade de Pombal (2007)

Em termos de dinâmicas internas, assistiu-se a processo de declínio que poderá ter sido justificado pela crescente especulação imobiliária de que o valor dos solos foi alvo por parte dos proprietários dos prédios aí localizados. Este processo levou a que muitos proprietários se desinteressassem pela conservação dos seus prédios e contribuíssem para o estado de degradação em que o património edificado nestas áreas entrou progressivamente, nomeadamente ao nível de degradação da estrutura do edificado e das suas redes de infraestruturas básicas: saneamento, água e gás.

Também o congelamento das rendas contribuiu fortemente para que a situação atrás descrita se agravasse, tornando as intervenções em núcleos históricos autênticos quebra-cabeças em

termos financeiros, operacionais e sociais. Aliado a isto, a própria estrutura urbana dos centros históricos tornou-se, em muitos casos, desadequada face às exigências dos modernos usos terciários e residenciais, que devido às características do seu cadastro, dificultam o acesso e a implantação de grandes empresas.



Fotografia 10: Degradação de eixos viários de acesso e ruas estreitas ao centro histórico da cidade de Pombal (2007)



Fotografia 11: Estacionamento abusivo e dificuldade de acesso a viaturas de emergência no centro histórico da cidade de Pombal (2007)

Também esta dificuldade em criar estacionamento para residentes e ativos, aliado à inexistência de elevadores e outros elementos de conforto, contribuíram também para o progressivo abandono do edificado (Fernandes, 1999). Esta situação fez com que no centro se assistisse a um progressivo envelhecimento da população residente, especialmente pessoas idosas com graves problemas de locomoção.

Aplicando estes pressupostos teóricos à realidade existente, a degradação e consequente colapso de estruturas representa um perigo a ter em conta nas áreas nucleadas antigas, ou seja, nos centros históricos existentes no concelho, nomeadamente Abiúl, Louriçal, Redinha e Pombal, que remontam o século XII. Estes centros são caracterizados pela existência de edifícios muito antigos em ruas de difícil acesso a viaturas dos bombeiros, agravados pela deficiente localização e funcionalidade das bocas de incêndio e pelo estacionamento incorreto de viaturas. Uma vez que estamos perante um edificado antigo com séculos de existência, esta degradação prende-se essencialmente com os materiais utilizados: pedra, adobe e madeira, associados à falta manutenção, reparação e fiscalização das estruturas, por parte dos sucessivos proprietários e em função da idade, das cargas a que estão sujeitas e mesmo na consequência de catástrofes naturais como cheias e sismos.

Neste campo, é fundamental destacar a existência de dois edifícios em risco de colapso no centro histórico do Louriçal, mais propriamente na praça central da vila do Louriçal (edifício do

século XVII) e na Rua Capitão Cadete. Já no centro histórico da sede de concelho, é fundamental referenciar a existência de vários edifícios em elevado estado de degradação, com destaque para uma edificação em risco de colapso contígua a uma construção habitada por um casal de moradores de idade avançada, na praça Marques de Pombal.

Em relação aos incêndios urbanos, as causas mais comuns dos incêndios associadas a centros históricos, devem-se sobrecarga nas instalações elétricas, instalações fragilizadas pela elevada idade, fuga de gás, utilização indevida ou má utilização de fósforos, pontas de cigarros e velas mal apagados, incêndios nas cozinhas relacionados com óleo quente, entre outros.

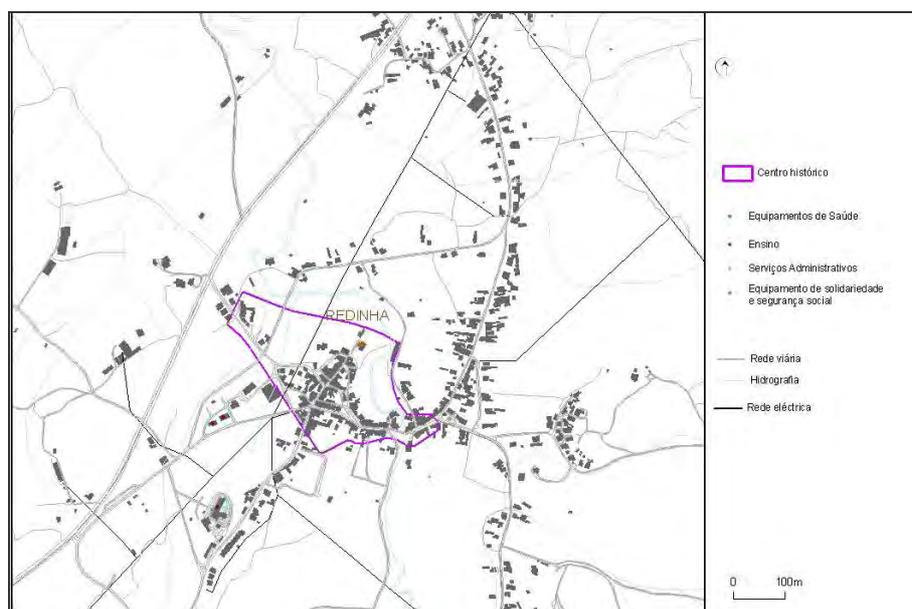


Figura 52: Centro histórico da Redinha

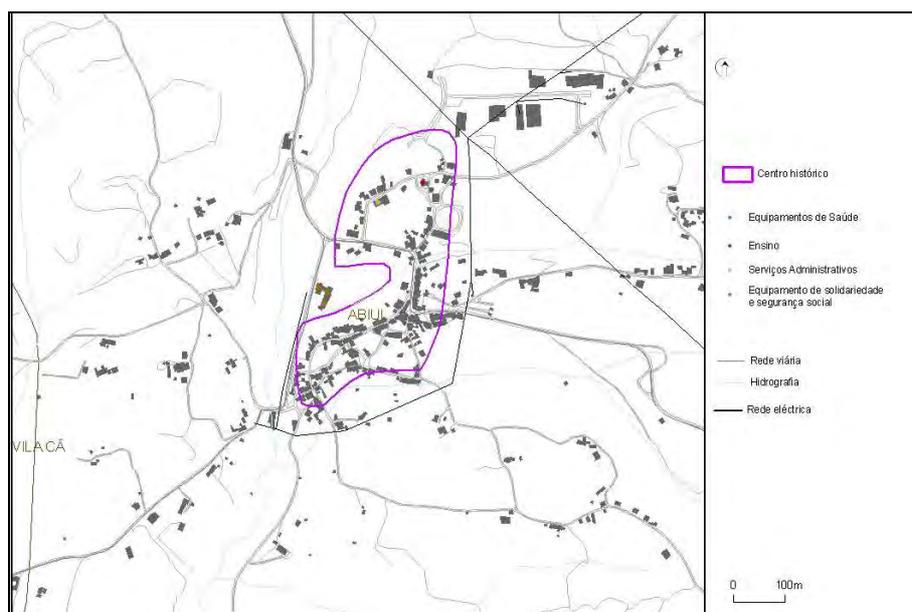


Figura 53: Centro histórico de Abiúl

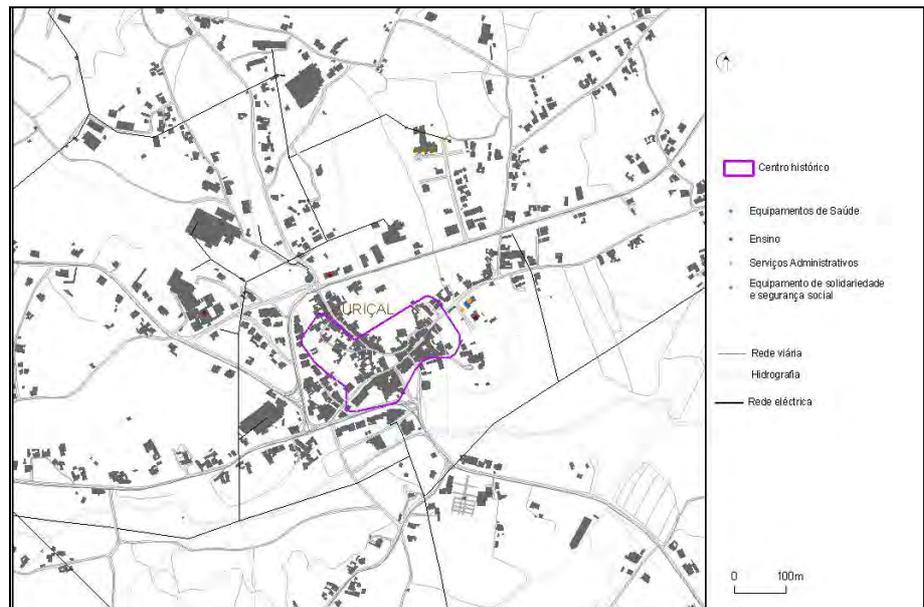


Figura 54: Centro histórico do Louriçal

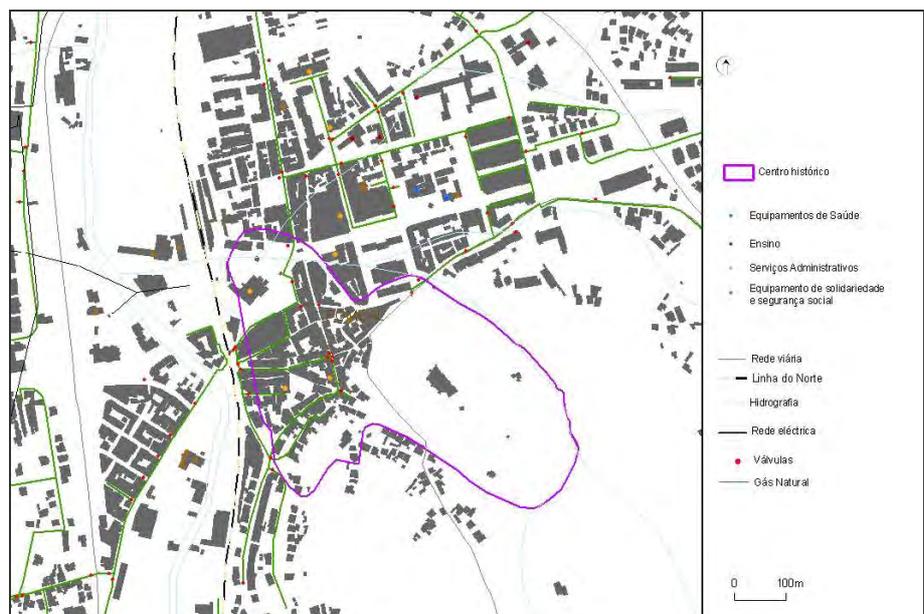


Figura 55: Centro histórico da cidade de Pombal

A prevenção deste tipo de suscetibilidade passa essencialmente pelo cumprimento de medidas de autoproteção por parte das populações, pela manutenção dos edifícios mais antigos, proibição de circulação em alguns eixos, pela criação de um sistema viário acessível aos carros de bombeiros e ainda pela existência de uma rede de bocas de incêndio eficaz e localizada estrategicamente.



Fotografia 12: Requalificação do espaço público urbano na vila do Louriçal (2010)

Por último é fulcral referir que estão a ser efetuadas, por parte do município, ações de requalificação com vista a diminuir esta suscetibilidade em todos os centros históricos do concelho. Neste sentido foram efetuadas obras de requalificação do espaço público urbano, por exemplo no Louriçal, assim como aquisição de imóveis degradados, de em alguns destes centros históricos, como é o caso de Pombal com vista à sua reabilitação e nobilitação e revitalização dotando-os de novas atividades e mudança de funções, como por exemplo da função residencial para serviços, como é o caso do arquivo municipal de Pombal.



Fotografia 13: Requalificação do espaço público urbano na cidade de Pombal (2010)

5.2.3.7 Poluição atmosférica grave com partículas e gases

A inventariação de emissões gasosas, bem como a sua caracterização é fulcral para uma correta avaliação da gestão da qualidade do ar. O acompanhamento das emissões de poluentes atmosféricos, bem como a definição das condições e regimes de monitorização, estão definidos no Decreto-lei nº 78/2004, de 3 de abril, que estabelece um novo regime legal de prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, visando a proteção do recurso natural ar, estipulando as medidas, procedimentos e obrigações das instalações abrangidas que possuam fontes de emissão.

Segundo a CCDR-C estão abrangidas pelo decreto mencionado todas as fontes de emissão gasosa associadas a:

- atividades industriais;
- produção de eletricidade e/ou vapor;
- manutenção e reparação de veículos;
- pesquisa e exploração de massas minerais;
- instalações de combustão integradas em estabelecimentos industriais, comerciais ou de serviços (prestação de cuidados de saúde, de ensino e instituições do Estado);
- atividades de armazenagem de combustíveis.

Atendendo ao disposto no Inventário de emissões gasosas na região Centro em 2005, podemos verificar que o concelho de Pombal regista um total de emissões fixas de 249341,249t/ano com uma grande incidência das emissões de Dióxido de Carbono (CO₂)²⁵ com 247719t/ano e emissões de dióxido de enxofre (SO₂) com 727t/ano. Estes valores têm origem no setor cerâmico, vidreiro e cimenteiro, dado o consumo e a tipologia dos combustíveis utilizados nestes setores. Dos setores mencionados o cerâmico é o responsável pela quase totalidade das emissões. Este setor é ainda responsável pelos elevados valores de Monóxido de Carbono registados, 384t/ano. Especialmente a maior incidência destas emissões ocorre nas freguesias das Meirinhas, Pombal e Carriço.

Quadro 20: Emissões de poluentes no distrito de Leiria por concelho
 Fonte: Inventário de emissões gasosas na região Centro em 2005 in <https://www.ccdrc.pt>

Distrito	Área (km ²)	PTS	CO	NO _x	SO ₂	COT	H ₂ S
Alvaiázere	161,00	0	0	1	2	0	0,00
Ansião	179,98	29	214	124	328	32	0,00
Batalha	103,56	8	23	5	2	2	0,00
Castanheira de Pera	66,86						
Figueiró dos Vinhos	171,95	0	0	2	3	0	0,00
Leiria	564,66	314	2028	1387	349	198	1,91
Marinha Grande	181,37	167	109	1332	969	14	0,00
Pedrogão Grande	128,59	0	0	0	0	0	0,00
Pombal	626,36	156	384	262	727	88	0,00
Porto de Mós	264,88	24	183	74	58	21	0,01
Total (t/ano)		697	2940	3187	2439	355	1,92

Distrito	CICl	CIF	MPT	MP I	MP II	MP III	CO ₂
Alvaiázere	0,00	0,00	0,002	0,000	0,002	0,000	526
Ansião	3,25	1,05	0,335	0,007	0,240	0,087	50102
Batalha	0,12	0,05	0,006	0,000	0,000	0,006	11432
Castanheira de Pera							
Figueiró dos Vinhos	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	476
Leiria	10,30	4,62	14,351	0,010	0,160	14,181	870907
Marinha Grande	13,90	4,43	1,608	0,040	0,151	1,414	240293
Pedrogão Grande	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0
Pombal	0,73	2,70	0,981	0,007	0,001	0,830	247719
Porto de Mós	7,62	6,10	0,090	0,001	0,081	0,008	61749
Total (t/ano)	35,91	18,94	17,373	0,065	0,635	16,527	1483204

25 O Dióxido de carbono (CO₂) é um gás incolor e inodoro de fórmula CO₂. O dióxido de carbono surge em todos os processos de combustão, pois ao queimar coque na presença de ar em abundância, o carbono (C) contido no coque junta-se ao oxigénio (O) do ar para formar dióxido de carbono. Este é mais pesado que o ar e por isso acumula-se no solo, o que pode ter consequências perigosas.

Quadro 21: Emissões de poluentes no concelho de Pombal, por freguesia
 Fonte: Inventário de emissões gasosas na região Centro em 2005 in <https://www.ccdrc.pt>

Distrito	Concelho	Freguesia	PTS	CO	NOx	SO2	H2S	COT	CICJ	CFE	MPT	MP I	MP II	MP III	CO2
LEIRIA	POMBAL	ABÍLIO									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	ALBERGARIA DOS DOZE	3,4	9,4	4,5	1,7	0,000	0,547	0,000	0,07	0,007	0,004	0,001	0,002	3403
LEIRIA	POMBAL	ALMAGREIRA									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	CARREIRO									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	CARRIÇO	30,9	27,2	21,5	1,6	0,000	1,587	0,178	1,19	0,000	0,000	0,000	0,000	134623
LEIRIA	POMBAL	LOURIÇAL									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	MATA MOURISCA	0,0	0,1	0,0	0,0	0,000		0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	17
LEIRIA	POMBAL	PELARIGA									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	POMBAL	76,8	283,0	82,1	696,2	0,000	78,483	0,557	0,19	0,972	0,003	0,001	0,824	50780
LEIRIA	POMBAL	REDINHA									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	S. TIAGO DE LITEM									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	SÃO SIMÃO DE LITEM									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	VERMOIL									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	VILA CA									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	MEIRINHAS	42,5	64,0	153,8	27,7	0,000	7,533	0,000	1,25	0,003	0,000	0,000	0,003	58816
LEIRIA	POMBAL	GUJA									0,000	0,000	0,000	0,000	
LEIRIA	POMBAL	ILHA									0,000	0,000	0,000	0,000	

A análise de emissões por freguesia permite verificar que a freguesia do Carriço é aquela que regista uma maior emissão de poluentes, nomeadamente CO₂, logo seguida das freguesias das Meirinhas e Pombal, com emissões de Dióxido de Carbono de 58816t/ano e 50780t/ano. Estes valores elevados de CO₂, são justificados, como foi dito anteriormente, pelo elevado número de emissões afetas às indústrias cerâmicas existentes nestas freguesias, nomeadamente, Abílio Duarte da Mota & Filhos Lda., na freguesia do Carriço, Preceram - Industrias de construção S.A. em Pombal e Umbelino Monteiro S.A e Adelino Duarte da Mota S.A. na freguesia das Meirinhas.

Segundo a página Leiria Económica²⁶, num artigo relacionado com a temática: “Emissões de CO₂ estão a asfixiar setor cerâmico”, as fábricas de cerâmica, em Portugal, estão a enfrentar grandes dificuldades no cumprimento das emissões de dióxido de carbono (CO₂), um problema que afeta, sobretudo, as empresas da cerâmica estrutural, onde se inclui a produção de materiais para a indústria da construção civil, como azulejos, tijolos e telhas. Em Pombal o responsável pela cerâmica Umbelino Monteiro questiona os critérios vigentes, discordando “do processo de licenciamento, porque se diz «prejudicado». No seu caso, tem uma licença para emitir nove mil quilotoneladas de CO₂, quando as necessidades da sua produção exigem chegar à casa das 16 mil. «Se a isso se somarem os custos dos combustíveis», sublinha Umbelino Monteiro, «veja o esforço e os sacrifícios que somos obrigados a fazer para manter as empresas com saúde e a competir num mercado que nos é cada vez mais desfavorável”.

Por último é essencial fazer referência a poluição atmosférica proveniente do elevado tráfego rodoviário existente no concelho, principalmente nas áreas envolventes às principais vias, não descorando a concentração existente na cidade de Pombal.

De facto, nestes locais existe uma elevada concentração de gases, de emissão contínua no tempo e espaço, com destaque para o CO₂, Pb (Chumbo) e o NO_x (óxido de azoto).

²⁶ <http://www.leiriaeconomica.com/item373.htm>
 Vol. IX - Riscos

5.2.3.8 Emergência radiológica

Segundo a Agência Portuguesa do Ambiente, as emergências radiológicas (excluindo a radioatividade natural, considerada anteriormente), encontram-se relacionadas com um vasto leque de cenários e uma ampla magnitude de consequências de menor ou maior gravidade, que causam impacto em larga escala na sociedade. Os seus efeitos para além da escala local, podem afetar sistemas indispensáveis para a manutenção de várias atividades humanas uma vez que a radiologia é indispensável, na medicina, na indústria ou mesmo na investigação.

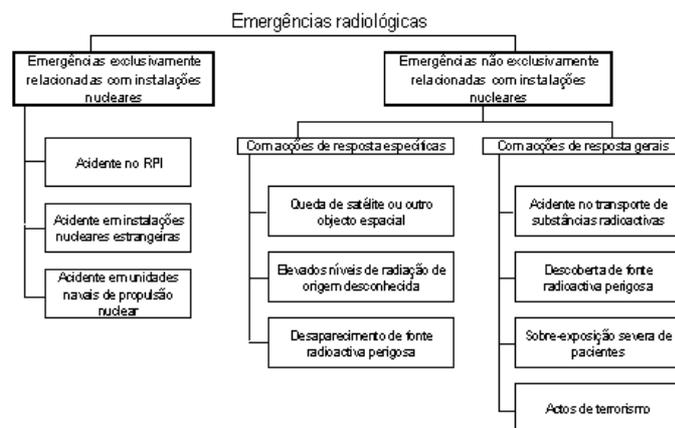


Figura 56: Esquema de emergência radiológica
 Fonte: <http://www.apambiente.pt> (consultado em 10/9/2010)

As emergência radiológicas estão associadas na maior parte dos casos à existência de centrais nucleares (inexistentes no nosso território), no entanto, podem ocorrer emergências resultantes de fontes mais localizadas (medicina, indústria, investigação, transporte de substâncias radioativas), ou mesmo, com concentrado de urânio produzido nas nossas instalações mineiras, atualmente em fase de encerramento.

Em relação aos efeitos que associados a uma emergência radiológica o grau de risco para qualquer indivíduo está relacionado com o grau de exposição que sofre, as consequências na saúde, especialmente o aparecimento de cancro, têm efeitos futuros devido à exposição a radiações de substâncias presentes na atmosfera, no solo ou alimentos devido à sua deposição ou lavagem da nuvem radioativa pela chuva, e consequente introdução na cadeia alimentar. Assim, uma implementação rápida de medidas de proteção, logo no início da emergência e em períodos seguintes, vai reduzir consideravelmente a exposição às radiações e, portanto, o risco associado.

Apesar de não existirem instalações nucleares em Portugal, acidentes em instalações estrangeiras representam um perigo real com efeitos que se podem fazer sentir a grandes

distâncias. Falamos essencialmente das 7 centrais nucleares em funcionamento, num total de 9 unidades, e outras instalações do ciclo de combustível nuclear, localizadas em Espanha.

No que concerne ao concelho de Pombal, não poderemos aferir situações diferenciadas face ao restante território nacional. No entanto, em caso de emergência radioativa potenciada por um acidente nuclear, mormente nas centrais espanholas, o território poderia ser afetado, por uma nuvem radioativa, potenciada pelas condições meteorológicas existentes no momento da fuga, nomeadamente direção e velocidade do vento, face a qual deveriam ser tomadas algumas medidas de proteção por forma a reduzir a exposição da população a radiações, nomeadamente:

- Procura de abrigo (no local de residência, escola, local de trabalho) ou permanecer dentro de casa durante um determinado período de tempo de modo a evitar os riscos de maiores exposições que se verificam no exterior ;
- Restrição ao acesso a áreas contaminadas;
- Restrições ao consumo de alimentos contaminados ;
- Abrigo de gado (bovino, ovino e caprino) e alimentar o mesmo recorrendo a forragens, de modo que os animais não se alimentem com produtos contaminados.
- Evacuação das populações nas imediações

Com vista à monitorização de radiação, foi criada uma rede de monitorização de emergência - RADNET (Rede de Vigilância em Contínuo da Radioatividade do Ar Ambiente), que mede ininterruptamente a radiação gama no ar de 11 estações instaladas no território continental, 1 na Madeira e 1 nos Açores, e que em caso de elevados níveis de radiação aciona os sistemas automáticos sonoros e visuais instalados na Agência Portuguesa do Ambiente e na Autoridade Nacional de Proteção Civil. Os valores de radiação poderão ser consultados em <http://www.apambiente.pt>.



Figura 57: Localização da rede RADNET em Portugal
Fonte: <http://www.prociv.pt>

5.3 Riscos Mistos

5.3.1 RELACIONADOS COM A ATMOSFERA

5.3.1.1 Incêndios florestais

Ao falar de incêndios é imperativo falar de ordenamento territorial. Este ordenamento passa acima de tudo pelo ordenamento florestal em coassociação com o ordenamento agrícola e urbano. A espacialização da floresta, agricultura e espaço urbano num sistema coeso e organizado, leva a uma minimização dos efeitos do homem sobre o meio ambiente e sobre os riscos que daí advêm.

A análise que aqui se inicia procura abordar, de acordo com o PMDFCI²⁷ -Pombal, a temática dos incêndios florestais tendo em consideração a severidade deste risco no concelho. De todos os riscos analisados no presente plano, este é aquele que regista uma maior frequência (anual) e que mais danos provoca, quer ao nível dos povoamentos florestais, quer ao nível da atividade humana e do próprio Homem, uma vez que muitas vezes este risco afeta animais, habitações e os próprios Homens enquanto espectadores e enquanto intervenientes diretos no teatro de operações.

O PMDFCI para o concelho de Pombal foi elaborado em maio de 2009, tendo obtido aprovação, nos termos da Portaria n.º 1139/2006, de 25 de outubro, por parte da AFN, em 28 de setembro de 2009. Este plano procurou acima de tudo, através do diagnóstico global e abrangente da floresta do concelho, assim como, das suas estruturas biofísica, económica e social, desenvolver ações de sensibilização às populações, estabelecer programas de ação de defesa da floresta contra incêndios e promover desta forma a sua execução, definir as medidas necessárias de previsão e planeamento integrado das intervenções de diferentes entidades perante a ocorrência de um incêndio, assim como, elaborar estratégias de recuperação de áreas ardidas.

²⁷ Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios
Vol. IX - Riscos

Cartas de perigosidade e risco de incêndio

Para a elaboração do mapa de perigosidade, foi necessário ter em conta os conceitos de probabilidade e suscetibilidade, pois é através da sua multiplicação que obtemos a nossa cartografia de risco e automaticamente o mapa de perigosidade.

Em termos práticos a probabilidade, ou seja, a verosimilhança de ocorrência de um fenómeno num determinado local em determinadas condições, expressa a percentagem média anual de ocorrência de um incêndio num determinado local. Assim, foi somado o número de ocorrências num determinado local e posteriormente foi dividido pelo total de anos em análise (10 anos), utilizando a fórmula: $(X/Y)*100$, em que $x = n.^o$ ocorrências e $Y = n.^o$ de anos da série.

A suscetibilidade resultou do cruzamento/multiplicação da ocupação do solo proveniente do Corine Land Cover 2000 com os declives existentes, em graus.

Depois de calculadas as duas variáveis acima mencionadas foi efetuada a sua multiplicação através do qual se obteve o mapa de perigosidade do concelho de Pombal.

Da análise do mapa seguinte é possível concluir que a maior parte do concelho se encontra sobre perigosidade baixa e muito baixa, com exceção das freguesias de Abiúl e Albergaria dos Doze que registam os valores mais altos e muitos altos de perigosidade, e nas freguesias de Pombal, Vila Cã, Santiago e São Simão de Litém, que registam igualmente valores de perigosidade médios e altos.

Em termos espaciais os locais com perigosidade média a muito alta localizam-se a Sudoeste do concelho e correspondem a lugares que registaram uma maior concentração de incêndios florestais, nos últimos 16 anos, o que se poderá justificar pelo facto de o fator mais relevante neste resultado estar relacionado com o número de ocorrências em determinada área do Concelho, fazendo assim aumentar ou diminuir o seu grau de perigosidade.

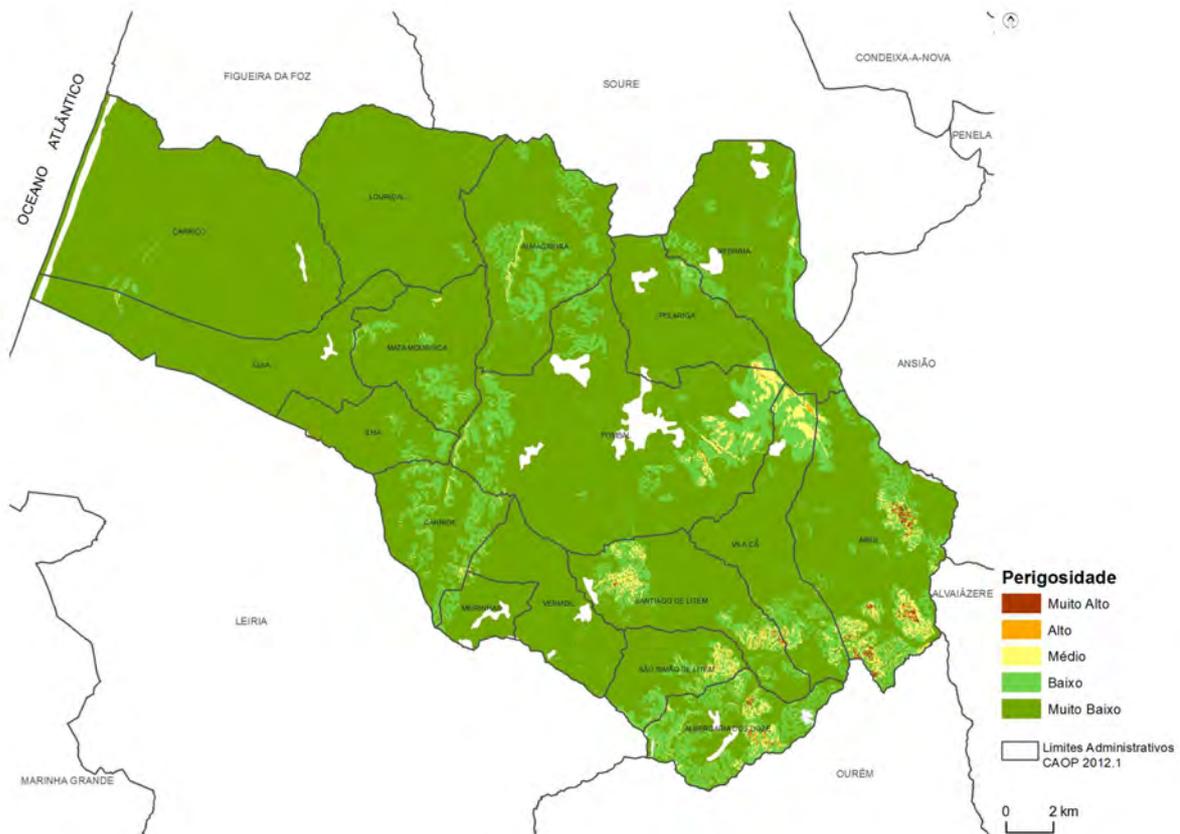


Figura 58: Mapa de Perigosidade do concelho de Pombal
Fonte: PMDFCI 2009

Para o cálculo do mapa de risco foi necessário cruzar os valores da vulnerabilidade com o valor de determinado elemento (dano potencial) com o mapa de perigosidade obtido anteriormente.

Sendo o risco o produto da perigosidade pelo dano potencial, em que o dano potencial corresponde à multiplicação da vulnerabilidade pelo valor económico de determinado elemento em risco, o presente mapa permite-nos identificar qual a potencial de perda para cada lugar cartografado, sendo fundamental, em conjunto com o mapa de perigosidade na programação de ações de prevenção e de supressão.

Para a elaboração desta carta foi fundamental, antes de mais atribuir valores de vulnerabilidade, ou seja, o grau de perda a que um determinado elemento em risco está sujeito que varia entre 0 e 1, em que 0 significa que o elemento é inalterável com a ocorrência de determinado fenómeno não ocorrendo qualquer dano e 1 significa que o elemento é totalmente destrutível pelo fenómeno. Depois de determinada a vulnerabilidade foi necessário atribuir o valor económico (valor de mercado em euros dos elementos em risco) a cada elemento em risco. De salientar que foi atribuído o valor 0 à vulnerabilidade e ao valor dos aglomerados populacionais e áreas industriais existente.

Os valores atribuídos por elemento em risco, em termos de vulnerabilidade e valor económico estão expressos no quadro seguinte.

Quadro 22: Valores de vulnerabilidade e risco para os elementos considerados
Fonte: PMDFCI, 2009

Designação	Vulnerabilidade	Valor (€/ha)
Hortícolas	0.25	40
Mato com medronheiro	1.5	191
Mato com pinheiros	1	84
Eucalipto	0.75	136
Cultura arvense de sequeiro	0.25	40
Cultura arvense de regadio	0	55
Desértico	0	1
Erva com pinheiros	0.5	84
Erva espontânea	0.4	52
Estufas	0.5	60
Carvalho	0.6	618
Cerejeira	0.5	191
Charcas	0	20
Choupo	0.5	507
Arvoredo frutífero diverso	0.25	40
Autoestrada	0.25	100
Barreiras	0	20
Areiro	0	180
Arroz	0	55
Afloramentos rochosos	0	20
Amieiro	0.5	507

Do resultado da multiplicação da vulnerabilidade pelo valor económico resultou o dano potencial que posteriormente foi multiplicado pelo mapa de perigosidade obtido anteriormente. O resultado destas multiplicações permitiu chegarmos à carta de risco, conforme-se se pode verificar pela análise da figura seguinte.

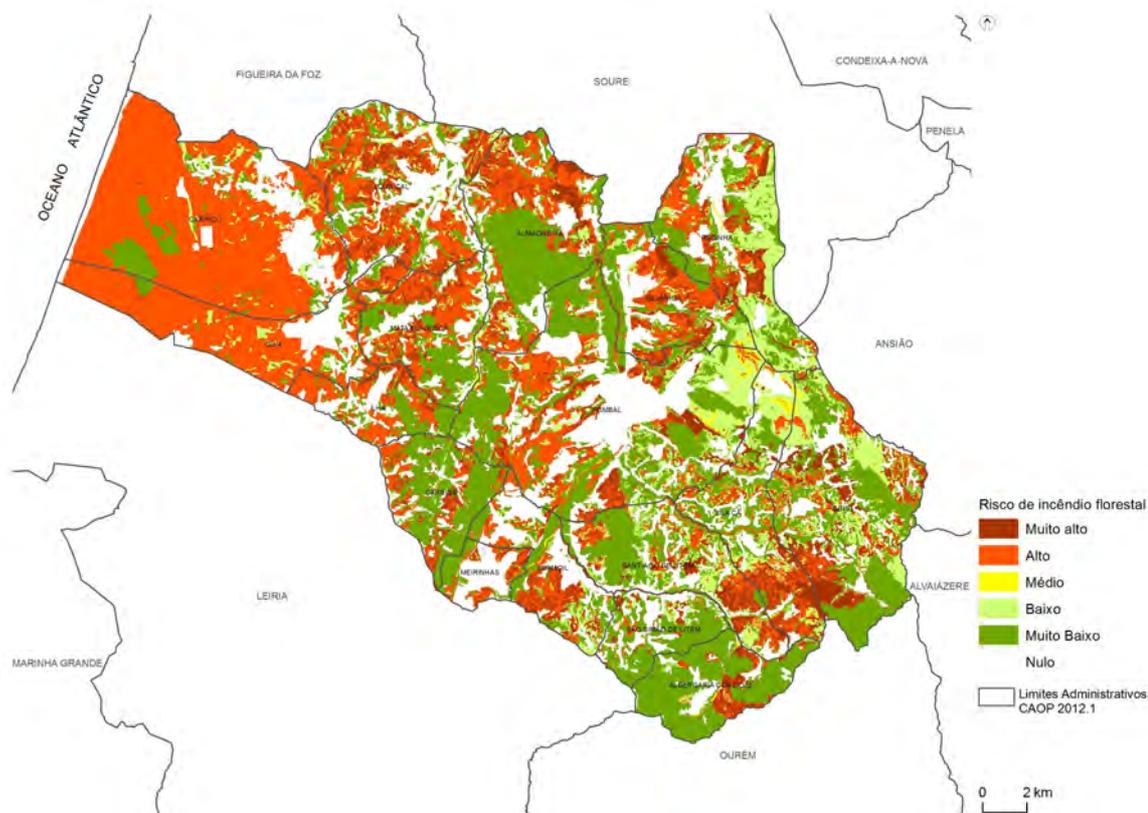


Figura 59: Risco de incêndio no concelho de Pombal
Fonte: PMDFCI 2009

Da leitura do mapa anterior podemos concluir que as classes de elevado (29%) e muito baixo (29%) são aquelas com maior representatividade ao nível do concelho, com cerca de 58% do total. Por sua vez a classe média apenas está presente em 0.61% do total de área do concelho.

Na análise por freguesia aquelas que detêm a maior percentagem de área em risco muito elevado são a freguesia de Vila Cã, com 15.97 % logo seguida da freguesia de Abiúl com 15.13%. Em termos de risco elevado são claramente as freguesias do Carriço e da Guia aquelas que apresentam as maiores percentagens de risco elevado e muito elevado, com 72.28% e 69.67% respetivamente.

Em contraponto são as freguesias de São Simão de Litém e Albergaria dos Doze aquelas que apresentam um menor risco de incêndio, com mais de 80% de área nas classes nula, muito baixa e baixa.

Como foi dito anteriormente, a classe de risco nulo corresponde às áreas com aglomerados populacionais que não foram consideradas ao nível da determinação de risco de incêndio, sendo a sua maior expressão nas mais urbanas, com maiores densidade populacionais, como é o caso das freguesias das Meirinhas e Vermoil, com 46% e 35%, respetivamente.

Quadro 23: Classes de risco de incêndio, por freguesia, em percentagem
 Fonte: PMDFCI, 2009

Freguesia	Nulo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Elevado	Muito Elevado
Ilha	23.81	26.81	2.47	0.00	40.63	6.28
Carnide	15.02	54.27	2.74	0.00	20.26	7.72
Vermoil	35.03	22.59	9.00	0.46	21.14	11.80
Meirinhas	45.76	27.78	2.24	0.05	17.23	6.95
Pombal	29.50	33.82	11.95	1.18	16.17	7.38
Pelariga	20.94	27.80	9.51	0.62	28.22	12.90
Abiúl	13.88	39.67	20.06	0.66	10.61	15.13
Vila Cã	18.20	25.55	18.95	1.77	19.56	15.97
Santiago	19.46	35.96	16.02	0.45	16.51	11.59
S. Simão	28.49	54.63	6.19	0.09	5.72	4.87
Albergaria	10.36	71.38	1.97	1.97	6.48	7.84
Guia	18.68	6.55	5.10	0.00	67.58	2.09
Mata Mourisca	20.72	30.37	5.20	1.05	31.56	11.10
Redinha	18.96	26.48	26.86	0.60	17.29	9.82
Cariço	15.80	8.28	3.63	0.00	71.32	0.96
Louriçal	26.65	16.68	7.57	0.42	34.45	14.23
Almagreira	15.79	40.09	6.00	0.44	25.62	12.07
Total	21.12	29.23	10.19	0.61	29.87	8.98

Aplicação da carta de risco no ordenamento territorial

É necessário realçar a importância desta carta de risco, uma vez que, segundo o n.º 2 do artigo n.º 16 do decreto-lei n.º 124/2006 de 28 de junho, alterado pelo decreto-lei n.º 17/2009 de 14 de janeiro “a construção de edificações para habitação, comércio, serviços e indústria, fora das áreas edificadas consolidadas é proibida nos terrenos classificados nos PMDFCI com risco de incêndio das classes alta e muito alta”.

Ao nível dos vetores estratégicos que estruturam o modelo territorial para a região Centro, o PROT-C emana que deve ser interdita a construção de edificações destinadas a habitação permanente ou temporária, turismo ou outras atividades, que pelo seu isolamento, dificuldade de acesso ou valor patrimonial põem em causa populações ou forças de proteção, em áreas de suscetibilidade elevada.

Esta suscetibilidade, no caso de Pombal, uma vez que foi elaborada a carta de risco respetiva, será adaptada, por forma a que à classe elevada corresponda as classes elevada e muito elevada da presente carta de risco.

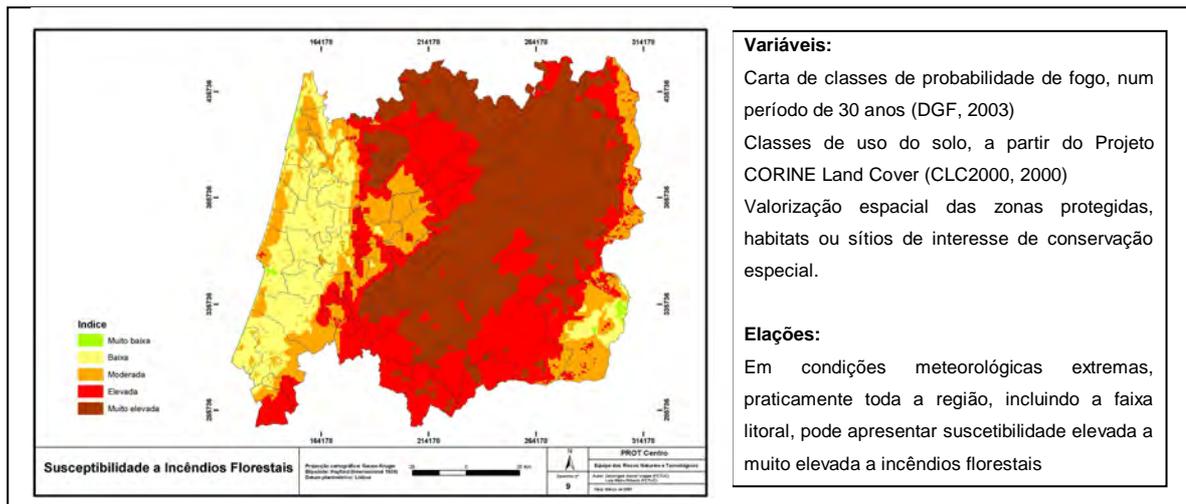


Figura 60: Suscetibilidade a incêndios florestais segundo o PROT-C
Fonte: PROT-C,2007

Para além desta interdição deverá ser restringida a localização de infraestruturas ou equipamentos de utilização coletiva que limitem ou condicionem a movimentação segura e eficiente dos meios aéreos, podendo ser necessário proceder à sua realocização.

Segundo o n.º3 do decreto-lei mencionado, as “novas edificações no espaço florestal ou rural fora das áreas edificadas consolidadas têm de salvaguardar, na sua implantação no terreno, as regras definidas no PMDFCI respetivo”, pelo que o presente plano prevê as seguintes disposições a aplicar às novas edificações nos referidos espaços:

- Habitações e outro edificado: Afastamento mínimo de 5m aos limites laterais, frontal e posterior;
- Estabelecimentos industriais: Afastamento mínimo de 10m aos limites do terreno, sem prejuízo do cumprimento da legislação em vigor no respeitante a poluição sonora, atmosférica e de salubridade pública.

O PMDFCI contém ainda as ações necessárias à defesa da floresta contra incêndios abrangendo, para além das ações de prevenção, a previsão e a programação integrada das intervenções das diferentes entidades envolvidas perante a eventual ocorrência de incêndios, como preconizado no n.º 1 do artigo 10º do Decreto-Lei 124/2006, de 28 de junho.

Aumento da resiliência do território - gestão ativa dos espaços florestais

Para o cumprimento do disposto, o PMDFCI será centrado nos principais eixos estratégicos definidos no Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios (PNDFCI) aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 65/2006, de 26 de maio, sendo eles:

- 1.º Eixo Estratégico: Aumento da resiliência do território aos incêndios florestais.
- 2.º Eixo Estratégico: Redução da incidência dos incêndios.
- 3.º Eixo Estratégico: Melhoria da eficácia do ataque e da gestão dos incêndios.
- 4.º Eixo Estratégico: Recuperação e reabilitação dos ecossistemas.
- 5.º Eixo Estratégico: Adaptação de uma estrutura orgânica e funcional eficaz.

A tendência para o aumento do risco de incêndio florestal obriga a tornar o nosso território menos vulnerável. Importa, por essa razão, aumentar a gestão ativa dos espaços agrícolas e florestais, aplicar estrategicamente sistemas de gestão de combustível tornando os espaços florestais mais resilientes à ação do fogo e desenvolver processos que permitam aumentar o nível de segurança de bens e pessoas.

É por isso fundamental delinear uma linha de ação que objetive a gestão funcional dos espaços e introduza, em simultâneo, princípios de DFCI de modo a tendencialmente diminuir a intensidade e área percorrida por grandes incêndios e facilitar as ações de pré-supressão e supressão.

O aumento da resiliência do território está assim, intrinsecamente relacionado com o ordenamento do território e o planeamento florestal, promovendo a estabilização do uso do solo e garantindo que essa ocupação se destina a potenciar a sua utilidade social.

É neste eixo que se procurará dar resposta ao n.º 1 do artigo 15.º do Decreto lei n.º 124/2006, de 28 de junho, definindo os espaços florestais onde vai ser obrigatório a gestão de combustíveis junto das diferentes infraestruturas presentes e se operacionaliza ao nível municipal as faixas de gestão de combustível previstas nos níveis de planificação regional e nacional.

- Criar e manter redes de faixas de gestão de combustível, intervindo prioritariamente nas zonas com maior vulnerabilidade aos incêndios;
- Implementar mosaicos de parcelas gestão de combustível;
- Criar e manter redes de infraestruturas (rede viária e rede de pontos de água).

Faixas de gestão de combustível

A floresta portuguesa é considerada como uma prioridade nacional, deste modo, importa modificar vivamente a relação da sociedade com a floresta, atuando de forma planeada no setor florestal e criando condições para a execução de medidas de natureza estrutural cuja materialização imediata se impõe, face à necessidade de dar preeminência à gestão e preservação do património florestal existente.

A realização destes objetivos passa pela atualização das medidas preventivas existentes, incorporando diferentes cuidados ligados à preservação da floresta, delineando uma nova cartografia quantitativa e qualitativa da probabilidade de incêndio florestal, estabelecendo regras para a circulação nas áreas florestais, definindo um quadro jurídico para a expropriação de terrenos necessários às infraestruturas florestais, convertendo formas de intervenção substitutiva do Estado face aos proprietários e produtores florestais, determinando normas para o uso do fogo e retratando apreensões relativas à quantidade de carga combustível nas áreas florestais enquanto potenciadoras da deflagração e progressão de incêndios florestais.

Os objetivos supramencionados são expressos no Decreto-Lei 124/2006, de 28 de junho, e estabelecem medidas e ações estruturais e operacionais a desenvolver no âmbito do Sistema Nacional de Prevenção e Proteção da Floresta contra Incêndios (SNPPFCI).

De acordo com o disposto nas alíneas a), b), c) e d) do n.º 1, artigo 15 do DL 124/2006, de 28 de junho, foram identificados os aglomerados populacionais, parques e polígonos industriais, inseridos em áreas florestais, em volta dos quais foram criadas áreas de proteção de 100m.

Os objetivos fundamentais para a criação destas faixas assentam sobretudo na necessidade de diminuir a superfície percorrida por grandes incêndios de forma a facilitar o combate/intervenção direta ou indireta na frente do fogo ou nos seus flancos, reduzir os efeitos associados à passagem de incêndios, por forma a proteger áreas edificadas, vias de comunicação, infraestruturas e povoamentos florestais e por último isolar focos potenciais de incêndios reduzindo a probabilidade de propagação de incêndios a áreas adjacentes a linha elétricas, rede viária, entre outras.

As redes de faixas de gestão de combustível têm como principal objetivo a redução do risco de incêndio facilitando a 1.ª intervenção e o combate a incêndios.

De acordo com o decreto-lei 124/2006, as faixas de gestão de combustível deverão se efetuadas pelas entidades responsáveis pela sua gestão nas seguintes dimensões e atribuições:

- Nos espaços rurais a entidade que detenham a administração dos terrenos circundantes são obrigados a efetuar a limpeza de uma faixa de gestão de combustível com a largura mínima de 50m em torno das habitações (a partir da parede exterior da edificação).
- Deverá ainda ser deixada uma faixa pavimentada em redor da habitação de 1m a 2m, manter as árvores em redor da habitação derramadas 4m acima do solo (50% da altura total da árvore se esta tiver menos de 8m), providenciar para que as copas distem umas das outras pelo menos 4m, certificar-se que as árvores e arbustos encontram-se, pelo menos, 5m afastados da edificação e que os ramos nunca se projetem sobre a cobertura, manter os sobrantes da exploração agrícola ou florestal fora da faixa de 50m em redor da habitação, manter as botijas de gás e outras substâncias inflamáveis ou explosivas armazenadas a 50m das habitações ou em compartimentos isolados, guardar as pilhas de lenha afastadas da habitação (a mais de 50m) e conservar uma faixa de 10m limpa de matos de cada lado do caminho de acesso à habitação.
- Nos aglomerados populacionais confinantes com espaços rurais é sempre necessário conservar uma faixa de limpeza de 100m em torno do aglomerado, sendo esta responsabilidade dos proprietários ou administradores dos terrenos;
- Nos parques e polígonos industriais dever-se-á criar uma faixa de gestão de combustível de 100m em torno dos mesmos, cabendo as respetivas suas entidades gestoras a competência por esta limpeza;
- Na rede viária, é obrigatório providenciar uma faixa de limpeza de largura nunca inferior a 10m, para cada lado dos caminhos e estradas florestais, sendo a responsabilidade de:
 - Autoestrada: A1 - Brisa e A17 - Brisal;
 - IEP - Estradas Nacionais e Itinerários complementares.
- Na rede ferroviária deverá ser criada uma faixa de 10m, a partir dos carris externos, sendo esta da responsabilidade da REFER;
- Nas linhas elétricas de muito alta tensão, a REN, é responsável pela limpeza de 10m em torno à projeção dos cabos exteriores;
- Nas linhas de média tensão, é a EDP a responsável por esta limpeza, devendo criar uma faixa de 7m em torno da projeção vertical dos cabos condutores exteriores.

Rede Viária Florestal

Para se poder reduzir o risco de incêndio é fundamental que exista no concelho uma rede viária com boas condições de acessibilidade e com uma densidade elevada e equitativa, por forma a otimizar as ações de 1.^a intervenção e combate em caso a incêndios florestais, e diminuído a probabilidade de ocorrência de grandes incêndios.

Existem no concelho mais de 4000km de rede viária, no entanto, a rede viária florestal apresenta algumas deficiências, como falta de largura, falta de áreas de cruzamento, entre outras, que perfazem 1500km, ou seja cerca de 35% da rede viária existente. Os restantes 2500km apresentam-se ou em boas ou razoáveis condições de circulação.

A circulação de veículos na rede viária acarreta um aumento da probabilidade de início de incêndios; faúlhas, cigarros. A criação de faixas de 10m laterais à rede viária, e fundamental, uma vez que as duas autoestradas que atravessam o concelho: IP1(A1) e IC1(A17), apresentam uma grande taxa de ocupação florestal, uma vez que transpõem áreas florestais de pinheiro, carvalho e eucalipto de grandes dimensões.

As estradas de maior circulação, nomeadamente estradas nacionais e itinerários complementares, sobre a responsabilidade do Instituto de Estradas de Portugal, deverão estar sujeitas a gestão de combustível numa faixa lateral de 10m. A circulação de veículos na rede viária acarreta um aumento da probabilidade de início de incêndios e as faúlhas, cigarros, lixo com vidros lançado para as bermas e alimentação dos viajantes junto à estrada são algumas das causas prováveis de início de deflagrações.

O concelho de Pombal é atravessado, na direção Norte-Sul por duas importantes linhas ferroviárias, a Linha do Norte e a Linha do Oeste. A linha do norte atravessa o concelho de Pombal num comprimento total de cerca de 27 km, nas freguesias de Albergaria dos Doze, S. Simão do Litém, Santiago do Litém, Vermoil, Pombal e Pelariga. De um modo geral este troço de linha ferroviária desenvolve-se no meio do vale agrícola do Rio Arunca, não atravessando áreas perigosas. Existem apenas pequenos troços localizados onde a Linha do Norte, atravessa manchas com características florestais com perigo de incêndio elevado.

A linha do Oeste atravessa o concelho de Pombal num comprimento total de cerca de 11 km, nas freguesias da Guia e do Carriço. Ao contrário da Linha do Norte, o desenvolvimento da Linha do Oeste, no concelho de Pombal, verifica-se, maioritariamente, numa área com características florestais dominada por pinheiro e eucalipto.

Atendendo ao anteriormente disposto, a possível existência de faúlhas devido à fricção das rodas nos carris, as pontas de cigarros lançadas, poderão estar na origem de algumas situações de perigo de incêndio florestal, daí ser importante a REFER providenciar a gestão de combustível numa faixa lateral de terreno contada a partir dos carris externos numa largura não inferior a 10m.

Rede de Pontos de água

Para além de bocas de incêndio e diversos locais onde os veículos terrestres podem fazer o enchimento e recarga dos respetivos depósitos, a rede de pontos de água procura identificar todos os locais onde com o máximo de rapidez, possa ser feito o enchimento e recarga dos meios terrestres e aéreos.

No que se refere ao primeiro caso, ou seja, locais para enchimento e recarga dos veículos terrestres, o concelho está suficientemente bem dotado, já que, praticamente todas as povoações, mesmo de pequenas dimensões, têm uma boca de incêndio, um poço, torneira e pontos de água que resolvem o problema em questão.

No que se refere ao enchimento e recarga de meios aéreos, que neste caso apenas poderão ser os helicópteros, o concelho apresenta uma boa rede de pontos de água, contrariando as carências que em grande parte resultavam, até ao ano de 2005, do facto da natureza geológica calcária do interior do concelho não favorecer a existência de charcas ou pequenas lagoas naturais, que mantenham água com profundidade suficiente durante o período estival.

Assim procedeu-se ao levantamento dos pontos de água existentes e à sua identificação de acordo com a Portaria 133/2007, de 26 de janeiro. No mapa e quadro seguintes podemos observar esta localização, bem como a enumeração dos vários pontos de água existentes por tipo de ponto de água, a sua quantidade e o seu volume, em m³.

Em relação ao tipo de pontos de água existentes verificamos que existem essencialmente charcas no total de 36. Para além destas, encontramos reservatórios DFCI, Tanques, Albufeiras de açude e pontos de água associados à existência de um rio. Estes 53 pontos de água, têm capacidade total para 169902m³ de água.

Apoio ao combate

Para que se possa ter um apoio ao combate eficaz é necessário haver um conjunto de infraestruturas, nomeadamente faixas de gestão de combustível executadas, rede viária e rede de pontos de água operacionais.

Para a sua elaboração foi cruzada a seguinte informação:

Rede viária operacional - que corresponde à rede viária constante no Plano Nacional Rodoviário, à rede municipal de estradas municipais e à rede viária florestal.

Faixas de Gestão de Combustível executadas - representam as FGC de acordo com a sua descrição e segundo a fase conclusão do projeto, ou seja, as faixas em torno dos aglomerados populacionais, rede viária, parques e polígonos industriais e rede ferroviária com FGC executadas ao longo dos últimos anos.

Pontos de água operacionais - resultam da combinação entre as classes dos pontos de água, terrestres, aéreos e mistos (terrestres e aéreos) segundo a sua categoria: 1.^a ordem ou 2.^a ordem.

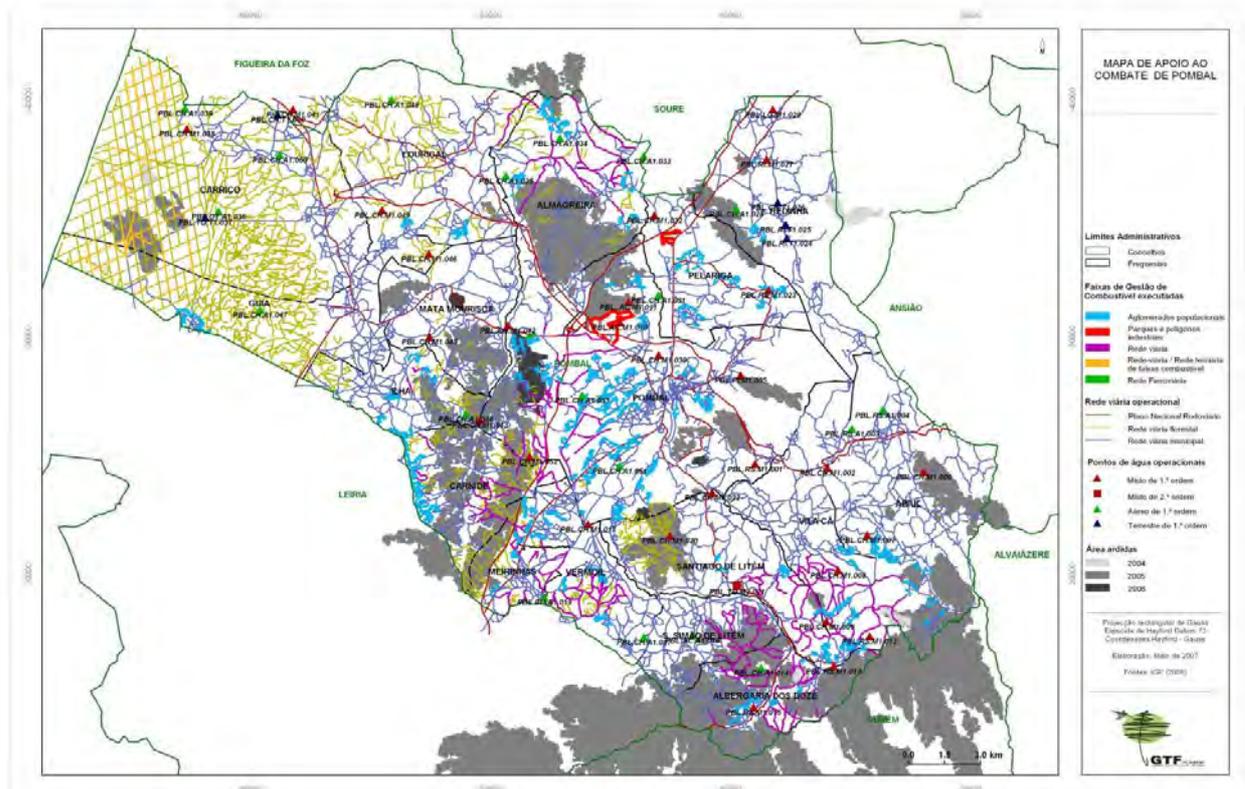


Figura 61: Mapa de apoio ao combate de Pombal
Fonte: PMDFCI, 2009

Áreas ardidas

A avaliação e mitigação dos impactos causados pelos incêndios e implementação de estratégias de reabilitação a longo prazo, apresentam-se como o objetivo fulcral sobre o qual importa desenvolver um programa específico dirigido à recuperação de áreas ardidas, aplicando as orientações estratégicas do Conselho Nacional de Reflorestação, dos Planos Regionais de Ordenamento Florestal e as recomendações técnicas do INAG e das IES.

A recuperação de áreas ardidas é o primeiro passo para tornar os ecossistemas mais resilientes aos incêndios florestais, assumindo dois níveis de atuação: de emergência, para evitar a degradação de recursos e infraestruturas (consolidação de encostas, estabilização de linhas de água, recuperação de caminhos, entre outras ações) imediatamente após a ocorrência do incêndio, e de médio prazo, infraestruturando e requalificando os espaços florestais de acordo com princípios de Defesa da Floresta contra Incêndios, aproveitando a janela de oportunidade que os incêndios apesar de tudo criam para alterações estruturais no território e no setor florestal.

Nas intervenções de emergência há sobretudo que estabelecer prioridades e tipos de intervenção em função da natureza e severidade dos impactos do fogo, incluindo a opção de não-intervenção. Neste caso, é necessário focar o controlo de erosão em escarpas e taludes, a avaliação das zonas suscetíveis a deslizamentos das camadas superficiais do solo, as necessidades de correção fluvial (estabilização de margens) e de enquadramento paisagístico de redes viárias (taludes de estradas e linhas de caminho de ferro) e, por fim, a consolidação de escarpas.

Deverá ainda ser considerado o disposto no artigo 36.º do Decreto-Lei n.º 124/2006, de 28 de junho, prevendo-se medidas especiais de avaliação e de intervenção na rede viária florestal onde seja necessário aplicar uma faixa mínima de 25m para a remoção dos materiais queimados nos incêndios.

Áreas ardidas (histórico)

O concelho de Pombal, à semelhança da maioria dos concelhos com elevada área florestal, tem registado ao longo dos últimos anos um elevado número de ocorrências e consequentemente um elevado número de hectares ardidos que resultam de um conjunto de fatores físicos, económicos, sociais e culturais, tais como o abandono dos sistemas agroflorestais e consequente acumulação de carga de combustível, o abandono de acessos que dificulta a rápida intervenção dos bombeiros, bem como o envelhecimento populacional.

No entanto, apesar da área ardida ser manifestamente elevada, muitas tem sido as ações realizadas pelo município com vista à diminuição destes elevados valores. Ações de beneficiação de caminhos florestais associadas à criação de faixas de gestão de combustível ajudaram e irão seguramente ajudar a diminuir estas estatísticas, pois funcionam como barreira de proteção, como descontinuidade vertical e horizontal numa floresta cada vez mais caracterizada pelo aumento de espécies de crescimento rápido e de grande inflamabilidade, tais como o eucalipto ou a acácia.

No que concerne à distribuição espacial das áreas ardidas ao longo do concelho, podemos observar através da análise do mapa seguinte, que os incêndios registados têm uma maior concentração a S e SE do concelho, onde os declives são mais elevados e as manchas de eucalipto e pinheiro bravo ocupam grande parte das vertentes. Assim, é a freguesia de Albergaria dos Doze a mais atingida ao longo dos anos, com especial incidência para o ano de 2005, por grandes incêndios florestais que consumiram aproximadamente 95% da sua área total, ou seja, durante os últimos 16 anos arderam cerca de 2200ha, numa freguesia com um total de 2295.56ha.

Por sua vez as freguesias que registam menores áreas ardidas situam-se no limite Oeste do concelho, nomeadamente nas freguesias do Carriço, Guia e Louriçal, com uma média de 2,2% do total da sua área ardida. É ainda necessário salientar que o ano de 2005 foi dramático para o concelho de Pombal, uma vez que, só neste ano arderam mais de 10000ha ao longo de todo o concelho, com especial incidência nas freguesias da Almagreira, Carnide e Albergaria dos Doze.

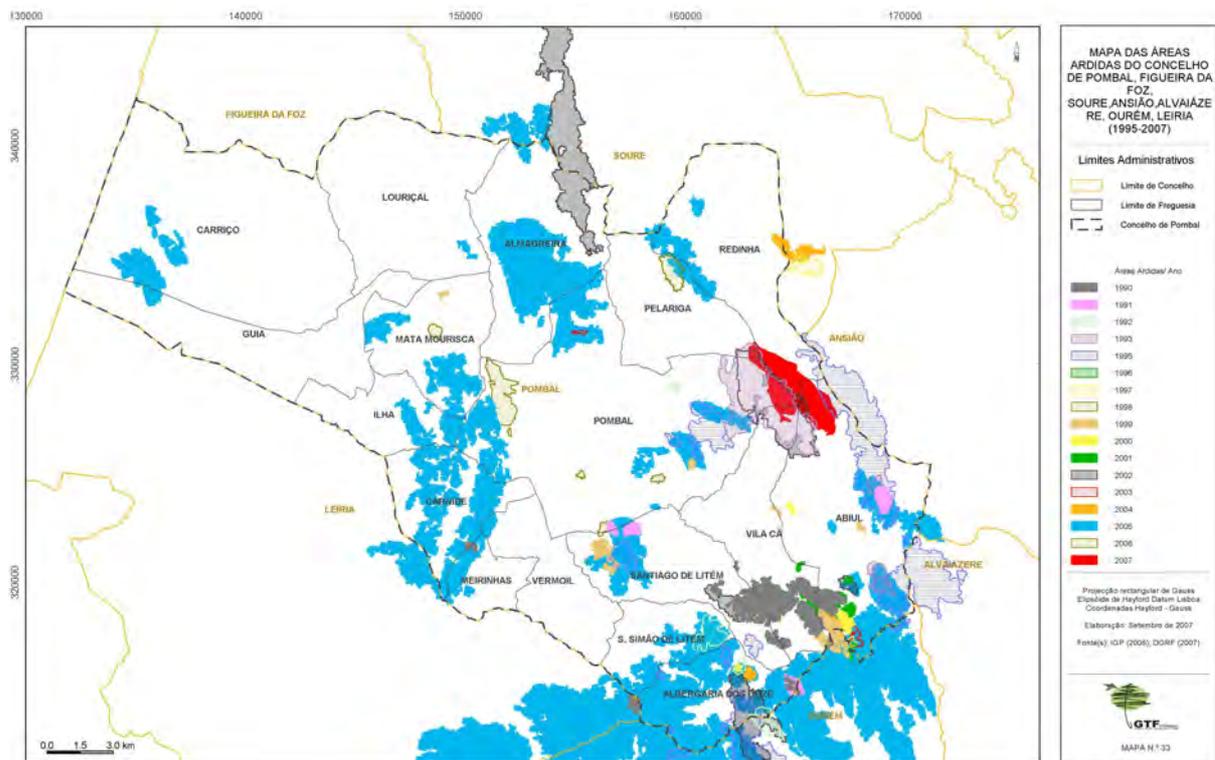


Figura 62: Mapa das áreas ardidas do concelho de Pombal (1990-2007)

Fonte: GTF Pombal

A dinâmica do comportamento dos incêndios na maioria dos concelhos do país e nomeadamente no concelho de Pombal pode ser explicada pelos seguintes fatores:

- *Abandono das áreas agrícolas e conseqüente diminuição da população nas freguesias mais rurais* que leva ao aumento considerável da carga combustível (espécies muito inflamáveis) inexistência de compartimentação da paisagem, à perda significativa da vigilância “popular” e conseqüentemente a uma menor participação da população na primeira intervenção e no combate. Também o minifúndio, estrutura fundiária que caracteriza as parcelas neste concelho facilita o risco de ignição e propagação dos incêndios.

- *Pressão urbana e agrícola sobre os espaços florestal* que se verifica pela realização de queimadas e queimas bem como a utilização da floresta como espaço de lazer (com deposição de lixo, fogueiras, cigarros, entre outros).

- *Condições meteorológicas e o relevo existente* com presença de ventos locais, exposição a ventos moderados a fortes e ventos secos e uma época estival que abrange cerca de 4 meses com temperaturas elevadas e precipitação muito baixa e relevos caracterizados por áreas de declives acentuados nomeadamente nas freguesias da Redinha, Pombal, Vila Cã, Abiúl, São Simão de Litém e Albergaria dos Doze.

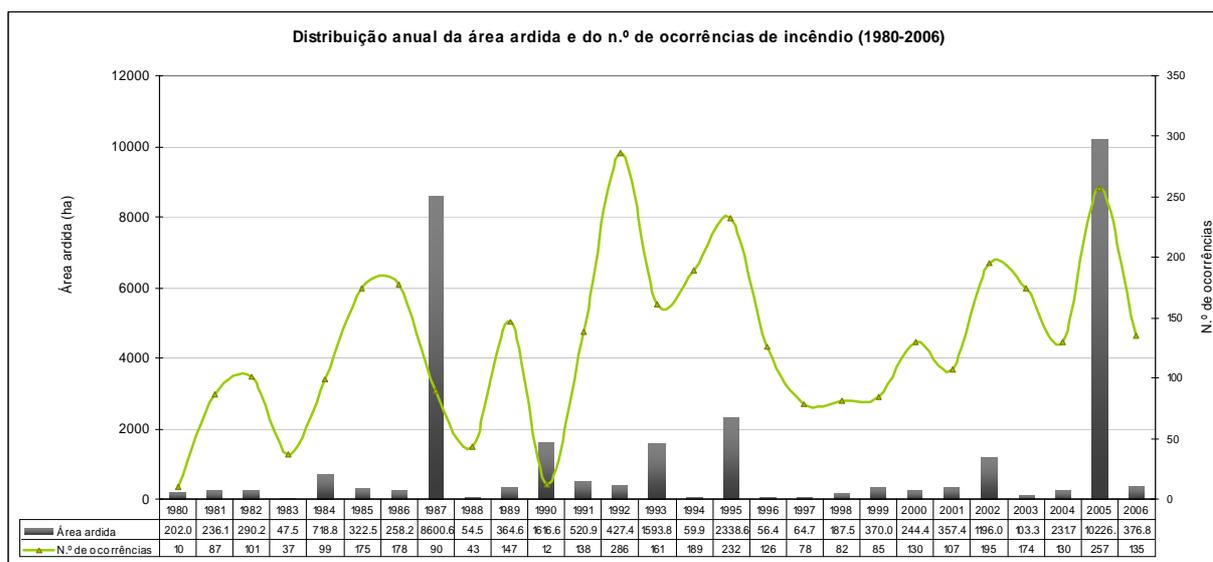


Figura 63: Distribuição anual da área ardida e do n.º de ocorrências de incêndio (1980-2006)
Fonte: DGRF, 2007

Face ao gráfico anterior é possível identificar um ciclo de incêndios de 18 anos no concelho de Pombal no que diz respeito à área ardida, uma vez que os anos de 1987 e 2005 registaram um pico do número de área ardida, cerca de 8600.6ha e 10226.9ha respetivamente.

Os fatores que poderão justificar estes valores bastante elevados e discrepantes em relação aos restantes anos, não são lineares em termos meteorológicos uma vez que a velocidade do vento no dia 4 de agosto de 2005 era de 0.8km/h e 0.2km/h no dia 5, ou seja, velocidades reduzidas e no entanto a área ardida foi bastante elevada. Em todo o caso estes valores poderão ser justificados não só pelo elevado número de ocorrências ocorridas durante os dias críticos, uma vez que tiveram início 18 focos de incêndio no mesmo dia e em simultâneo, mas também, pela acumulação de cargas de combustível resultantes do abandono dos sistemas agroflorestais, criando uma continuidade de massas florestais.

5.3.2 RELACIONADOS COM A ÁGUA

5.3.2.1 Degradação e contaminação de aquíferos

Um aquífero é uma formação ou corpo geológico que contém água e a pode ceder em quantidades economicamente aproveitáveis. Um sistema aquífero é um domínio espacial de uma ou várias formações geológicas, limitado em superfície e em profundidade, que define um ou vários aquíferos, relacionados ou não entre si, e que constitui uma unidade prática para a exploração de águas subterrâneas (Decreto-Lei n.º 382/99 de 22 de setembro).

Apesar do poder filtrante e das características autodepuradoras dos sistemas aquíferos, as águas subterrâneas, uma vez contaminadas, podem gerar processos praticamente irreversíveis, pelo que a sua descontaminação torna-se muito difícil (Zêzere, 2008).

A forma e a densidade da rede de drenagem refletem de certa maneira tanto a permeabilidade do solo como as áreas de recarga de aquíferos. No geral pode afirmar-se que a uma maior densidade de drenagem corresponde uma menor permeabilidade, logo menor risco de contaminação das águas subterrâneas. No entanto, em áreas de recarga de aquíferos e em áreas em que o nível freático se encontra relativamente mais à superfície, aí, o risco de contaminação será muito elevado.

Segundo Ferreira, A. (2010), os aquíferos porosos, nomeadamente nos locais onde o substrato é constituído por as areias devido à sua porosidade permitem um grande captação de água.

Também dentro das características topográficas será interessante ter o conhecimento do declive do terreno, pois quando ele é forte o escoamento será também maior o que levará a uma diminuição da infiltração, transportando os contaminantes para longe dessas áreas declivosas. Em áreas planas ocorrerá o inverso. A contaminação tem assim uma proporção inversa à percentagem da inclinação.

Logo, se solos porosos apresentam uma contaminação elevada, devido à forte infiltração, os solos compactos argilosos tem um risco de contaminação baixo.

Também as áreas cársicas possuem uma elevada vulnerabilidade quanto à contaminação das reservas de água subterrâneas, essa contaminação poderá ser temporalmente curta no local contaminante. No entanto, o seu efeito irá evidenciar-se posteriormente em locais adjacentes às regiões cársicas, pois estes sistemas comportam-se como autênticos reservatórios de água que alimentam as nascentes em seu redor.

Pode-se assim concluir que a contaminação potencial das águas subterrâneas cresce com a permeabilidade e a altura do nível freático, e decresce com a inclinação e a profundidade da rocha mãe. Se a estes fatores se juntar uma rede de drenagem pouco densa e focos emissores de produtos contaminantes, então estão reunidas as condições para que as águas subterrâneas sejam fortemente poluídas.

A contaminação das águas subterrâneas, incluindo aquíferos e camada freática por norma dependem de fatores, como foi abordado anteriormente, que estão associados à geologia - fator determinante quanto ao risco de contaminação e à profundidade da rocha mãe - suas

características determinam por um lado a altura do nível freático e por outro a possibilidade de circulação de água que vai adquirindo elementos resultantes do contacto com os materiais por onde circula.

Entre as potenciais ameaças de poluição à água subterrânea encontram-se ainda: a deposição de resíduos industriais sólidos e líquidos ou de produtos dissolvidos e arrastados por águas de infiltração em terrenos permeáveis; a deposição de dejetos animais resultantes de atividades agropecuárias; a construção incorreta de fossas sépticas; a utilização de herbicidas e fungicidas; e a sobre-exploração dos aquíferos em zonas sensíveis. No entanto, destaca-se a poluição produzida por nitratos de origem agrícola, quase sempre associada à agricultura intensiva e ao uso excessivo de fertilizantes (Zêzere, 2008).

A nossa área de estudo em termos de sistemas aquíferos encontra-se sobre os aquíferos O11 Sicó - Alvaiázere, O10 Leirosa - Monte Real, O13 Louriçal e O15 Ourém, como se pode observar pela análise da figura seguinte.

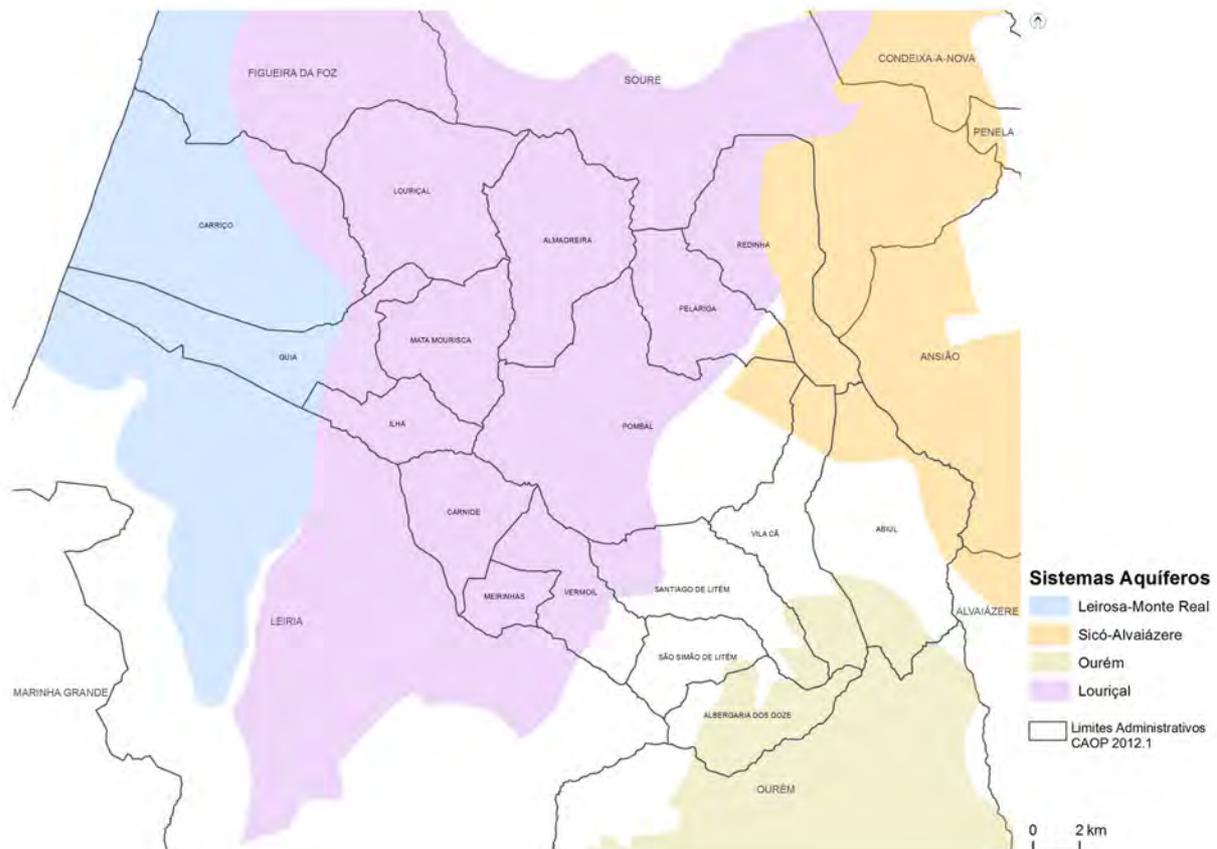


Figura 64: Sistemas Aquíferos existentes no concelho de Pombal

O mesmo ocorrerá aquando de situações de precipitação intensa em que estas pedreiras funcionam como bacias de acumulação descarregando diretamente para o sistema de circulação cársico, todo o tipo de detritos através das fraturas e algares.

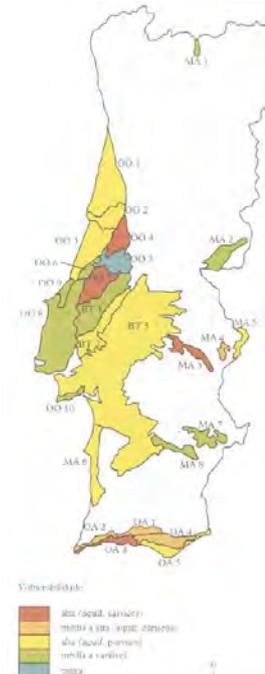


Figura 66: Vulnerabilidade à contaminação dos sistemas aquíferos
Fonte: PNA, 2001

5.3.2.2 Degradação e contaminação de águas superficiais

Tendo em consideração o Plano Nacional da Água (2001), a contaminação das águas superficiais pode ter várias origens, podendo estas ser divididas em diversas categorias tomando como referência o tipo de substâncias poluentes: nutrientes provenientes de fonte tóxicas e difusas, materiais pesados e outras substância perigosas, micropoluentes orgânicos, radioatividade e salinização.

Para efeitos de monitorização e controle desta contaminação, em 1991 deu-se início ao processo de instalação de estações automáticas (progredindo de Sul para Norte), pelo INAG da rede de qualidade da água (RQA).

Esta rede consiste na monitorização da qualidade da água superficial (rios e albufeiras) com vista a avaliar a sua evolução, detetar tendências e identificar os principais fatores que a afetam, dando cumprimento ao estabelecido em legislação comunitária e transposta para o direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 31 de maio.

A classificação da qualidade da água para usos múltiplos permite obter informação sobre os usos que potencialmente podem ser considerados na massa de água classificada. São consideradas cinco classes:



No concelho de Pombal é fulcral analisar os valores associados a três estações de monitorização da qualidade de águas superficiais, nomeadamente a Ponte de Mocate, que monitoriza a água respeitante ao Rio Arunca, a estação de Ponte Banhos, que monitoriza a água proveniente da Ribeira de Carnide e a estação de Ponte Agroal que monitoriza a qualidade da água superficial do Rio Nabão.

Pela análise dos valores constantes no SNIRH (Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos), podemos verificar que, segundo os parâmetros analisados, a água do rio Arunca, no ano de 2008, era classificada com a classe C - água com qualidade aceitável, suficiente para a irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Esta água, permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes) mas com reprodução aleatória é ainda apta para recreio sem contato direto. Esta classificação C é determinada pelos resultados obtidos que registam a existência de partículas coliformes fecais e estreptococos fetais (com um pico de emissões em abril de 2008 de 6000/100ml) e oxigénio dissolvido .

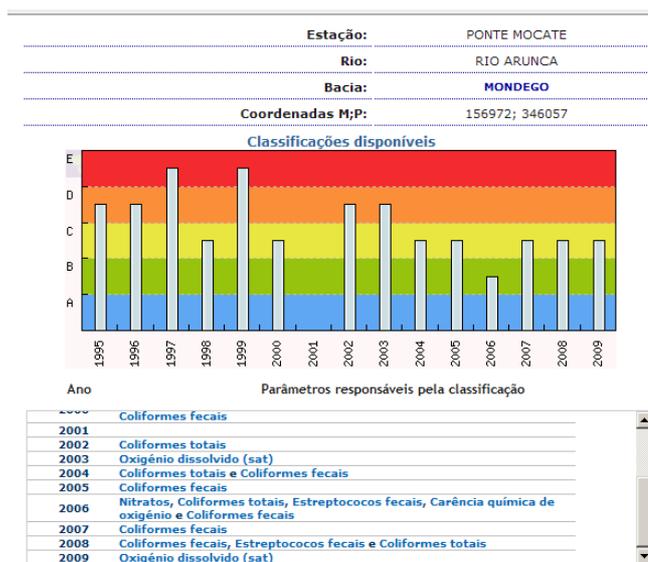


Figura 67: Estação de RQA: Ponte de Mocate -Rio Arunca
Fonte: www.SNIRH.pt

Já a Ribeira de Carnide, no local de registo da qualidade da água - Ponte banhos, devido ao elevado valor de sólidos suspensos totais (em abril de 2008 superior a 150mg/l) detinha em

2008, uma classificação de E, ou seja, água extremamente poluída e inadequada para a maioria de usos. Já no ano de 2009 a qualidade da água registou uma ligeira melhoria passando para a classificação D, registando no entanto, a presença de azoto amoniacal e carência química de oxigénio.

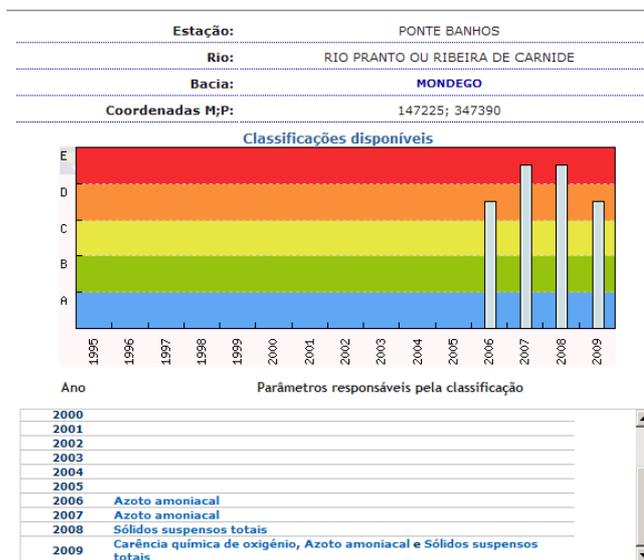


Figura 68: Estação de RQA: Ponte Banhos -Ribeira de Carnide
 Fonte: www.SNIRH.pt

O Rio Nabão, classificado como zona protegida ao abrigo da Lei da Água (artigo 4.º, alínea j)) da Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro) e pelo DL n.º 198/2008, de 8 de outubro, no âmbito da Diretiva n.º 78/659/CEE, apresenta uma qualidade razoável da sua água, sendo a oxidabilidade o parâmetro que regista a maior alteração, evidenciando um pico de concentração em novembro de 2009.

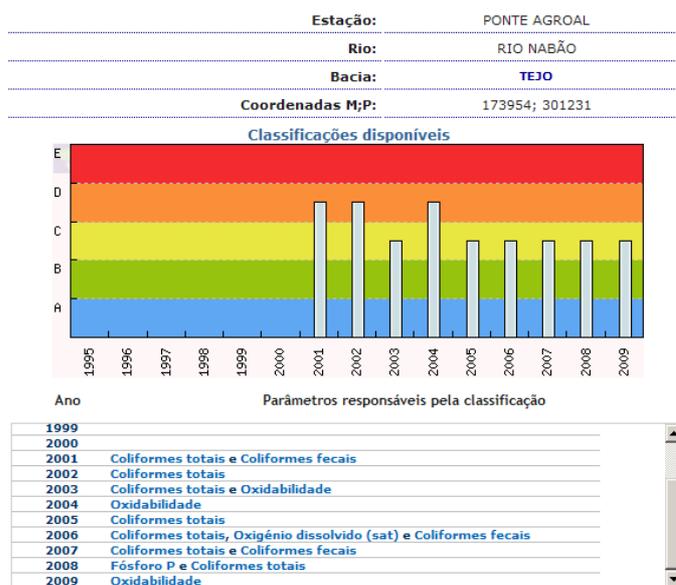


Figura 69: Estação de RQA: Ponte Agroal-Rio Nabão

Por último é fundamental evidenciar a contaminação resultante da emissão de poluentes provenientes das pecuárias existentes no concelho (ver volume VII), de acordo com informação disponibilizada pelo executivo das 17 juntas de freguesia do concelho, nomeadamente nas localidades de Porto Lameiro (Mata Mourisca), Ilha, Matos da Ranha, Outeiro da ranha, Ranhas e Crespos, Guia (aviários), Pinhete, Canavieira (indústria na qual é feita anodização de alumínio e que drena para os cursos de água contíguos - Bacia Hidrográfica do rio Arunca).

5.3.3 RELACIONADOS COM O SOLO

5.3.3.1 Erosão hídrica dos solos

A erosão hídrica do solo (erosão potencial) é uma medida estrutural dos processos erosivos, dependente apenas dos fatores físicos (precipitação, erodibilidade dos solos, comprimento e declive das vertentes) e independente da ocupação do solo.

Assim, com base na aplicação do modelo U.S.L.E., constante no PMDFCI (2009), estimou-se a erosão hídrica, por erosão laminar e sulcos, em toda a área geográfica do concelho. O procedimento seguido foi a interseção de 3 mapas temáticos correspondentes aos 3 fatores considerados:

- Carta do índice de Erosividade, valor constante para cada freguesia,
- Carta de Litofacies
- Carta do fator topográfico

Obteve-se então a carta de erosão potencial segundo a U.S.L.E., à esc.1/25.000, na qual aparece representada, em cada pixel, de 100x100 m, a classe de erosão potencial correspondente, tendo para o efeito sido consideradas 5 classes.

Quadro 25: Classes de erosão potencial e graus de erosão

Erosão potencial do solo (t/ha.ano)	Grau de erosão
<12,5	Sem qualquer limitação quanto ao uso do solo
12,5 - 25	Uso agrícola com poucas limitações
25 - 100	Pastagem, floresta de produção sem limitações
100-200	Floresta de produção com algumas limitações
>200	A proteger, floresta protetora

Tendo em consideração o disposto, só nas duas primeiras se pode falar de solos com vocação agrícola, a partir daí recomendam-se atividades mais protetoras dos fenómenos erosivos, a pastagem numa primeira fase e a floresta de produção, até que na última classe já só é recomendável a floresta protetora.

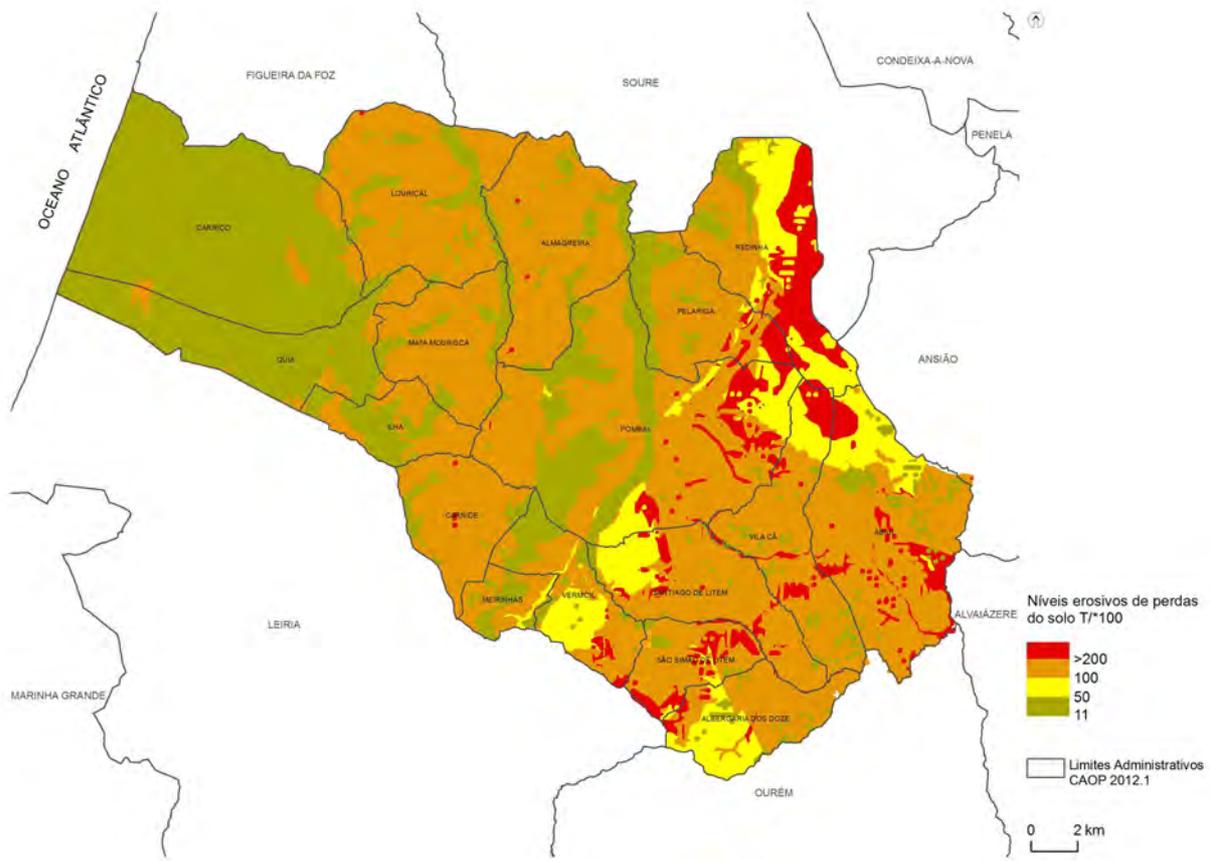


Figura 70: Suscetibilidade à erosão hídrica do solo (erosão potencial)

No quadro seguinte, apresentam-se os valores alcançados (em ha e em % de superfície territorial) pelas distintas classes de erosão potencial nas várias freguesias, de acordo com a carta de erosão hídrica do solo construída.

Quadro 26: Erosão potencial por classes de erosão nas freguesias do concelho
Fonte: PMDFCI (2009)

Freguesias	áreas(ha), por classes de erosão potencial: (t/ha.ano)					Media-T/Ha.Ano
	<10	10-50	50-100	100-200	>200	
Cariço	0	8 085	0	357	0	24
Guia	0	3 219	15	480	0	36
Louriçal	0	807	0	4 002	2	128
Almagreira	0	869	0	3 435	6	124
Pelariga	0	670	53	1 383	333	133
Mata Mourisca	0	435	0	2 107	0	128
Ilha	0	861	0	741	0	79
Carnide	0	385	0	1 880	11	128
Meirinhas	0	311	90	502	1	96
Redinha	0	554	1 228	1 024	1 401	157
Pombal	0	2 514	895	5 451	888	122
Vila Câ	0	210	235	2 263	319	150
Abiul	0	388	711	3 477	736	149
Vermoil	0	600	620	852	96	95
Santiago de Litém	0	86	475	2 213	312	148
S. Simão Litém	0	52	10	1 170	373	180
Alberg. dos Doze	0	139	397	1 583	175	138
Total	0	20 186	4 729	32 919	4 653	112

Como se pode constatar, com base na observação dos elementos anteriormente apresentados, registam-se valores claramente elevados, com cerca de 93% da área incluída em classes de erosão potencial de média a alta. Este comportamento diferencial significa que o concelho tem condições físicas potenciadoras de níveis erosivos elevados, mas a cobertura do solo atual, maioritariamente florestal, apresenta uma boa cobertura, o que permite que a erosão atual seja reduzida, no entanto, a ocorrência de alterações significativas da cobertura atual do solo, por exemplo, na sequência de incêndios, mobilizações do solo muito intensas, poderão conduzir ao rápido agravamento dos níveis erosivos, pelo que, o ordenamento territorial a efetuar, deverá ser fortemente condicionado pela erosão potencial.

Por freguesias, as que apresentam um nível erosivo potencial mais elevado são S. Simão do Litém e Redinha, respetivamente com 180t/ha.ano e 157t/ha.ano, e as que apresentam menor erosão hídrica do solo são as freguesias do Carriço e da Guia com 24 t/ha.ano e 36 t/ha.ano, respetivamente em resultado dos fatores físicos existentes, nomeadamente, menores declives e menores comprimentos de vertente.

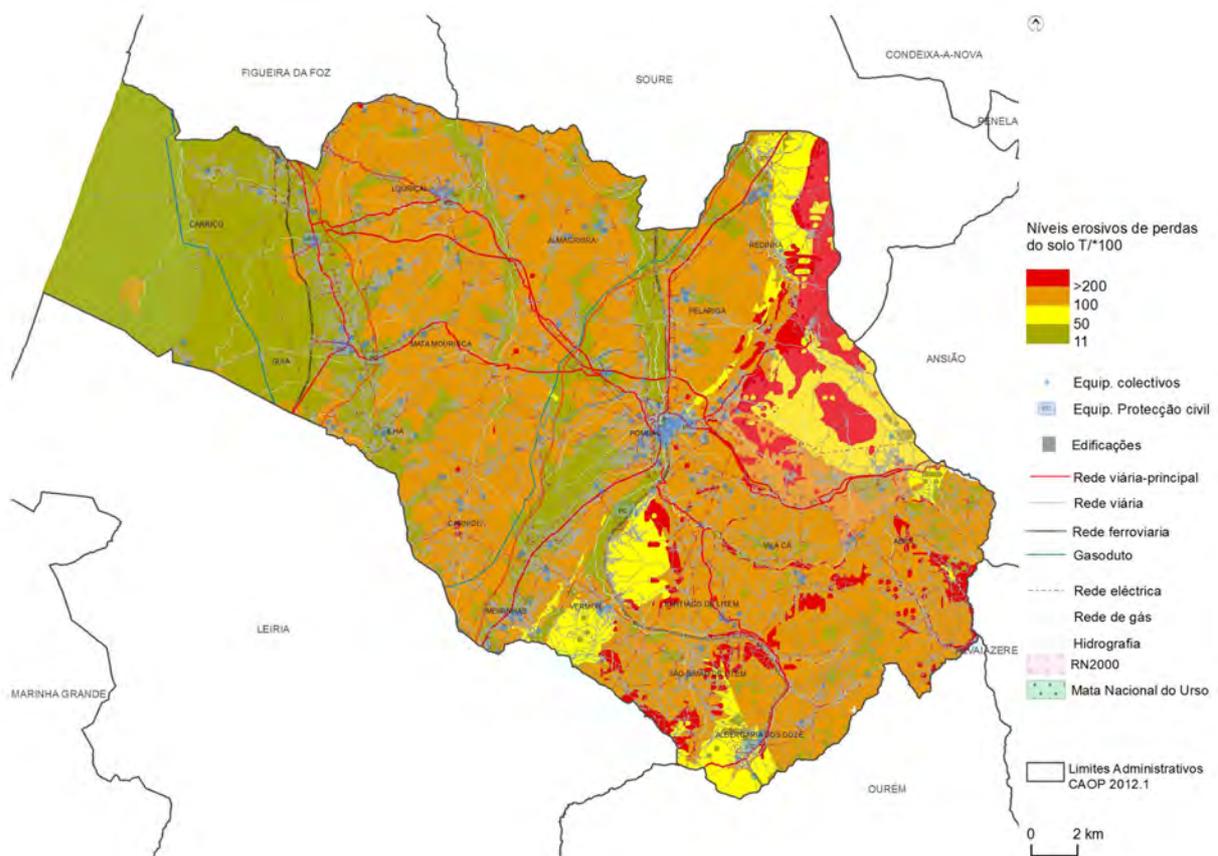


Figura 71: Suscetibilidade à erosão hídrica do solo (erosão potencial) e elementos expostos

5.3.3.2 Degradação e contaminação dos solos

Segundo o Relatório do Estado do Ambiente 1999 — Solos, são diversos os processos químicos e físicos, muitos deles provocados e, ou acelerados pela ação do Homem, causadores de **degradação do solo**, tornando-o suscetível a fenómenos de erosão. E a erosão é um dos fatores que mais contribui para a desertificação - processo de degradação ambiental que se pode considerar praticamente irreversível e que se encontra caracterizado em Portugal Continental este fenómeno da desertificação tem também, por sua vez, particular responsabilidade pela degradação dos solos de vastas áreas do país.

A degradação dos solos pode ser devida a quatro processos distintos: erosão hídrica, erosão eólica, deterioração física e deterioração química (Zêzere, 2008) :

- Erosão hídrica - merece particular atenção a erosão hídrica, por ser a mais comum em no concelho por motivos que se ligam diretamente com as nossas características climáticas, e que condiciona os sistemas tradicionais de agricultura, bem como as áreas sujeitas a sobrepastoreio, onde a degradação da vegetação e a compactação do solo constituem fatores decisivos ao seu desencadeamento.
- Erosão eólica - O vento é ainda outro fator meteorológico que pode ocasionar erosão dos solos, apesar de com pouca expressão no nosso país
- Deterioração física - A agricultura intensiva pode também provocar degradação física do solo. A exposição do solo à chuva, o calcamento da lavoura e o tráfego da maquinaria pesada, a impermeabilização e o encharcamento do solo, a alteração do perfil do terreno, são algumas das principais causas da degradação física dos terrenos. A estas causas de degradação junta-se a ocorrência de incêndios e o abandono de áreas agrícolas.
- Deterioração química - A perda de nutrientes e de matéria orgânica, a salinização, a alcalinização (sodificação), a poluição e a acidificação, cujas principais razões são a utilização incorreta de técnicas agrícolas e a desflorestação.

A sensibilidade do solo aos diferentes tipos de degradação depende das suas características. Assim, as áreas semiáridas e sub-húmidas secas, apresentam em regra, terrenos de declives médios a acentuados, onde predominam solos pobres em matéria orgânica, com texturas grossas a médias, com pequena a média espessura, com baixa a média capacidade de retenção e de armazenamento de água, de fertilidade baixa a média e com risco de erosão médio a alto, como acontece nomeadamente com os Leptosolos, Cambissolos e Luvisolos.

São diversas as atividades económicas responsáveis por situações mais ou menos graves de contaminação do solo, salientando-se as indústrias, a extração mineira, o armazenamento de substâncias perigosas e combustíveis, e atividade agrícola. A utilização de água de má

qualidade para rega conduz também à degradação dos solos e, conseqüentemente, dos lençóis freáticos (Relatório do Estado do Ambiente 1999 — Solos).

Em termos legislativos, a proibição de contaminação o solo está presente em alguns diplomas legais, nomeadamente na Lei nº 11/87 de 7 de abril (Lei de Bases do Ambiente), no Decreto Lei nº 400/82, de 23 de setembro (Código Penal Português), no seu artigo 279.º - Poluição, ao qual se associa, o presente no Despacho nº 10997/2003, de 5 de junho que estabelece as medidas relativas ao destino a dar aos resíduos provenientes das explorações agrícolas e a identificação de locais adequados para a sua deposição, e pelo Decreto-Lei nº 118/2006, de 21 de junho (revoga o DL n.º 446/91) que define o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, de forma a evitar efeitos nocivos para o homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais e a promover a sua correta utilização. Da análise deste decreto podemos aferir que foram considerados novos pressupostos, nomeadamente a produção biológica com vista à salvaguarda dos valores ambientais e de saúde humana.

Como critério para avaliação da contaminação dos solos, o Instituto dos Resíduos (Agência Portuguesa do Ambiente) recomenda a adoção do *Guidelines for Use at Contaminated Sites in Ontário (1997)*, referente às normas do Estado de Ontário (Canadá).

Apesar da legislação apresentada, é de salientar que ainda não foi publicada legislação específica referente à contaminação dos solos, no sentido da criação de medidas regulamentares que obriguem, por exemplo, à descontaminação de um determinado local, ou mesmo a identificação dos valores limite decorrentes da presença e do teor de uma determinada substância poluente, de contaminação dos solos.

No concelho de Pombal surgem no território, casos pontuais de lixeiras e sucatas a céu aberto, nomeadamente nas freguesias do Carriço, Louriçal, Meirinhas, Santiago de Litém e São Simão de Litém, assim como locais de descarga de poluentes por parte de algumas indústrias transformadoras.

6 SÍNTESE CONCLUSIVA

Na criação de um conceito de prevenção e planeamento de emergência, quando estamos perante o âmbito de aplicação à escala municipal, nomeadamente no presente Plano Diretor Municipal, é essencial identificar e avaliar exaustivamente as várias perigosidades, suscetibilidades, vulnerabilidades afetas ao território sobre as quais vão incidir as estratégias e propostas de desenvolvimento.

Das suscetibilidades identificadas será necessário destacar aquelas que, em caso de ocorrência, assumem especial severidade para a população. Falamos essencialmente nos incêndios florestais, dada a elevada percentagem de espaços florestais existentes no concelho, do combustível existente e do histórico de área ardida, que possibilitaram a elaboração da carta de risco de incêndio, que define um elevado e muito elevado risco de incêndio em 38,85% do território concelhio. De salientar que têm sido criadas ferramentas técnicas, como o PMDFCI, e implementadas ações no território com vista a prevenção e minimização deste risco, nomeadamente, a criação de faixas de gestão de combustível, a construção e beneficiação da rede viária florestal e pontos de água, bem como ao nível da vigilância e diminuição do combustível, a constituição de uma equipa de sapadores florestais.

As cheias assumem-se como o perigo com maior frequência e duração na cidade de Pombal, podendo provocar em situações de cheia rápida, como a ocorrida em 26/10/2006 que provocou inúmeros estragos materiais e perda de vidas humanas. Para tal foi elaborado um plano de cheias para a cidade de Pombal, apoiada por outros estudos técnicos, com vista a minimização e prevenção de potenciais danos.

Pela sua magnitude e intensidade, pela proximidade à falha ativa Seia-Pombal-Nazaré e pela existências de falhas ativas na área em estudo, a ocorrência de um sismo poderá provocar na área em grande perda de vidas humanas e estragos no edificado de toda a área, potenciado pelo seu carácter imprevisível

Os movimentos de vertentes, surgem como outro perigo que se encontra delimitado no território, e suscetível de elevados prejuízos. Edificados, vias, equipamentos e mesmo pessoas, poderão estar sujeitos a este perigo, que afetou e poderá vir a afetar o território, potenciado pela construção desordenada em vertentes instáveis.

Uma vez que a área é atravessada pelas mais importantes vias ferroviárias como a Linha do Norte e Linhas do Oeste e a nível rodoviário o IC2(EN1) , IC8, IP1(A1), IC1(A17) e EN109 que ligam Lisboa ao Porto, Pombal a Castelo Branco, respetivamente, é de realçar a grande

suscetibilidade de ocorrência de acidentes viários e acidentes no transportes de matérias perigosas. Esta suscetibilidade é ainda ampliada com a passagem do gasoduto principal proveniente de Sines e que abastece o norte do País, e com a existência no concelho da armazenagem subterrânea de gás natural, REN Armazenagem, que contém o reservatório de gás natural para todo o território nacional.

Em relação aos restantes perigos, podemos afirmar que todos eles assumem especial relevância no território, e todos eles foram quantificados, identificados, avaliados e geridos, no sentido de definir estratégias de prevenção, minimização, de tomada de decisões de intervenção e respetiva monitorização, de forma a minimizar e controlar a sua probabilidade de ocorrência.

Em suma, podemos afirmar que é fundamental integrar a prevenção de riscos no ordenamento territorial, uma vez que este servirá de base a uma estrutura ordenada do espaço antropicamente modificado, procurando minimizar o seu efeito de perturbação do equilíbrio do meio (Almeida, A.,1988).

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Esquema síntese da avaliação da perigosidade para o PROT-C	9
Gráfico 2: Suscetibilidade a nevoeiros, por freguesia	25
Gráfico 3: Elementos expostos em áreas de suscetibilidade a cheias/inundações em quilómetros	50
Gráfico 4: Suscetibilidade a sismos, por freguesia	61
Gráfico 5: Suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes, no concelho de Pombal (%)	74
Gráfico 6: N.º de acidentes rodoviários por freguesia 2005-2010	84
Gráfico 7: Localização de bombas de combustível por freguesia	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Riscos em Portugal continental	7
Figura 2: Fatores a ter em consideração na revisão do PDM Pombal	17
Figura 3: Articulação dos conceitos fundamentais associados à análise dos riscos	20
Figura 4: Carta de suscetibilidade a nevoeiros	24
Figura 5: Carta de suscetibilidade a nevoeiros e elementos expostos	25
Figura 6: Suscetibilidade a ondas de calor segundo o PROT-C	26
Figura 7: Suscetibilidade a vagas de frio segundo o PROT-C	29
Figura 8: Suscetibilidade à seca segundo o PROT-C	31
Figura 9: Bacias convergentes para a cidade de Pombal	38
Figura 10: Tr = 10 e Tr = 100 para o setor urbano de Pombal	40
Figura 11: Áreas impermeabilizadas nas bacias envolventes à cidade	41
Figura 12: locais públicos e privados na cidade de Pombal com danos provocados pelas cheias de 26/10/2006	42
Figura 13: Carta de suscetibilidade a cheias/inundações no concelho de Pombal	47
Figura 14: Área ocupada por elementos expostos em áreas de suscetibilidade a cheias/inundações (ha)	51
Figura 15: Carta de elementos expostos a suscetibilidade a cheias/inundações	55
Figura 16: Zonas de Máxima Intensidade Sísmica em Portugal Continental	57
Figura 17: Suscetibilidade sísmica segundo o PROT-C	58
Figura 18: Carta de suscetibilidade a sismos	60
Figura 19: Carta de suscetibilidade a sismos e elementos expostos	62
Figura 20: Fontes naturais de radioatividade	64
Figura 21: Médias anuais por concelho de radão	65
Figura 22: Radiação gama natural terrestre(nGy.h-1)	65
Figura 23: Suscetibilidade à radioatividade natural segundo o PROT-C	66
Figura 24: Esquema exemplificativo de um desabamento	67
Figura 25: Esquema exemplificativo de um balançamento	68
Figura 26: Esquema exemplificativo de um deslizamento rotacional	68
Figura 27: Esquema exemplificativo de um deslizamento translacional.	69
Figura 28: Esquema exemplificativo de uma expansão lateral	69
Figura 29: Esquema exemplificativo de uma escoada.	70
Figura 30: Suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes segundo o PROT-C	71
Figura 31: Carta de suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes no concelho de Pombal	73
Figura 32: Suscetibilidade qualitativa de deslizamentos na bacia do Arunca	75
Figura 33: Suscetibilidade associada à erosão litoral segundo o PROT-C	78
Figura 34: Património geomorfológico do maciço de Sicó	79
Figura 35: Cavidades naturais: susceptibilidade de colapso e áreas de proteção	82
Figura 36: Sinistralidade rodoviária, 2005-2010 no concelho de Pombal e elementos expostos	83
Figura 37: Localização das vias-férreas existentes no concelho e elementos expostos	86
Figura 38: Localização das infraestruturas aéreas e elementos expostos	87
Figura 39: Principais vias no transporte de mercadorias perigosas e elementos expostos	89
Figura 40: Suscetibilidade à contaminação marítima, segundo o PROT-C	90
Figura 41: Carta de suscetibilidade a colapso de pontes	93
Figura 42: Rede de gasodutos: principal e secundário e ramal de Pombal	95
Figura 43: Mapa da rede elétrica de muito alta, alta e média tensão e elementos expostos	96
Figura 44: Mapa de ocorrências de linhito no concelho de Pombal	98
Figura 45: Suscetibilidade tecnológica à atividade industrial e comercial, segundo o PROT-C	99
Figura 46: Localização dos parques e áreas industriais no concelho de Pombal	100
Figura 47: Ortofotocarta da REN, Armazenagem S.A. (2006)	102
Figura 48: Localização da REN, Armazenagem S.A. e elementos expostos	103
Figura 49: Identificação as áreas de concentração de combustível e elementos expostos	105
Figura 50: Localização dos paióis de armazenagem de explosivos na indústria extrativa	107
Figura 51: Estabelecimentos com licença ambiental e elementos expostos	109
Figura 52: Centro histórico da Redinha	112
Figura 53: Centro histórico de Abiúl	112
Figura 54: Centro histórico do Louriçal	113
Figura 55: Centro histórico da cidade de Pombal	113

Figura 56: Esquema de emergência radiológica	117
Figura 57: Localização da rede RADNET em Portugal	118
Figura 58: Mapa de Perigosidade do concelho de Pombal	121
Figura 59: Risco de incêndio no concelho de Pombal	123
Figura 60: Suscetibilidade a incêndios florestais segundo o PROT-C	125
Figura 61: Mapa de apoio ao combate de Pombal	131
Figura 62: Mapa das áreas ardidas do concelho de Pombal (1990-2007)	134
Figura 63: Distribuição anual da área ardida e do n.º de ocorrências de incêndio (1980-2006)	135
Figura 64: Sistemas Aquíferos existentes no concelho de Pombal	137
Figura 65: Localização de unidades de extração de inertes e sistemas aquíferos no concelho de Pombal	138
Figura 66: Vulnerabilidade à contaminação dos sistemas aquíferos	139
Figura 67: Estação de RQA: Ponte de Mocate -Rio Arunca	140
Figura 68: Estação de RQA: Ponte Banhos -Ribeira de Carnide	141
Figura 69: Estação de RQA: Ponte Agroal-Rio Nabão	141
Figura 70: Suscetibilidade à erosão hídrica do solo (erosão potencial)	143
Figura 71: Suscetibilidade à erosão hídrica do solo (erosão potencial) e elementos expostos	144

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Conceitos fundamentais	18
Quadro 2: Riscos naturais, tecnológicos e mistos no concelho de Pombal	22
Quadro 3: Variáveis e respetivas ponderações: Nevoeiros	23
Quadro 4: Suscetibilidade a nevoeiros por classes	24
Quadro 5: Variáveis e respetivas ponderações: cheias/inundações	45
Quadro 6: Suscetibilidade a cheias/inundações por classe de suscetibilidade e bacia hidrográfica (ha)	48
Quadro 7: Área de suscetibilidade a cheias/inundações integradas (ha) em perímetro urbano, por bacia hidrográfica	48
Quadro 8: Elementos expostos em áreas de suscetibilidade a cheias/inundações em metros	50
Quadro 9: Elementos expostos em áreas de suscetibilidade a cheias/inundações (m ²)	52
Quadro 10: Variáveis e respetivas ponderações: Sismos	59
Quadro 11: Suscetibilidade a sismos por classes	60
Quadro 12: Variáveis e respetivas ponderações: Deslizamentos	74
Quadro 13: Suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes no concelho de Pombal, por freguesia (ha)	74
Quadro 14: Inventário do património geomorfológico: cavidades subterrâneas	80
Quadro 15: Variáveis e respetivas ponderações: Colapso de cavidades naturais	81
Quadro 16: Suscetibilidade a colapso de cavidades naturais, por classes	81
Quadro 17: Principais derrames ocorridos em Portugal.	91
Quadro 18: Intervenção na EN342 KM7+200 -abatimento de passeio de passagem hidráulica	92
Quadro 19: Estabelecimentos com licença ambiental no concelho de Pombal	109
Quadro 20: Emissões de poluentes no distrito de Leiria por concelho	115
Quadro 21: Emissões de poluentes no concelho de Pombal, por freguesia	116
Quadro 22: Valores de vulnerabilidade e risco para os elementos considerados	122
Quadro 23: Classes de risco de incêndio, por freguesia, em percentagem	124
Quadro 24: Caracterização geral dos aquíferos	138
Quadro 25: Classes de erosão potencial e grau de erosão	142
Quadro 26: Erosão potencial por classes de erosão nas freguesias do concelho	143

BIBLIOGRAFIA

Livros e Publicações:

- ABREU, U., RODRIGUES D., TAVARES A. (2007) - Esboço geomorfológico do concelho de Câmara de Lobos (ilha da Madeira). Tipologia dos movimentos de vertente. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Volume V, APGeomorfologia, Lisboa.
- ALMEIDA, A. C (1988) - O concelho de Anadia do Cértima ao rebordo montanhoso. Um contributo da Geografia Física para o urbanismo, cadernos de geografia, n.º 7, Coimbra.
- AMARAL, E.M. (2000) - Natural gamma radiation in air versus soil nature in Portugal in "Proceedings do 10th International Congress of the International Radiological Protection Association, IRPA-10", Hiroshima, Japão.
- AQUALOGUS, PC&A (2004)- Estudos hidrológicos do rio Arunca em Pombal – projeto de execução – alteração. Pombal.
- AYALA-CARCEDO, F. & Cantos, J. (2002). Riesgos naturales. Ed. Ariel Ciencia, Barcelona.
- BRUNSDEN, D. (1984) - Mudslides. In Brunsden, D.; Prior, D.B. (Eds.), Slope Instability, John Wiley and Sons, Chichester.
- CABRAL, J. (2003) - A Geologia na avaliação da perigosidade sísmica. Seminário "Riscos Geológicos", Associação Portuguesa de Geólogos, Póvoa do Varzim.
- CARDOSO, A. (2007) - Planos de segurança e emergência aplicados a centros históricos, trabalho académico, Coimbra.
- CARRARA, A., CARDINALI, M., GUZZETTI, F. E REICHENBACH, P. (1995) - "GIS Technology in mapping landslide hazard". In Carrara, A. e Guzzetti, F. (ed.) - Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- COROMINAS, J. (1996) - Debris slide. in Dikau, R.; Brunsden, D.; Schrott, I.; Ibsen, M.-L. (Eds.), Landslide Recognition. Identification, Movement and Causes. John Wiley & Sons, Chichester, p.97-102.
- CRUDEN D.M., VARNES D. J. (1996) - Landslide types and processes. In: Turner A.K.; Shuster R.L. (eds) Landslides: Investigation and Mitigation. Transp Res Board, Spec Rep 247, Washington, National Academy Press.
- CRUDEN, D.M. (1991) - A simple definition of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 43, Paris.
- CUNHA L., DIMUCCIO L. (2002) - Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição, Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra, Territorium 9, Coimbra.
- CUNHA P.P. (2003)- Riscos associados com cheias fluviais. Seminário "Riscos Geológicos" (Resumos), 29 e 30 de setembro 2003, Póvoa de Varzim.
- CUNHA, L. (sem data) - O curso: processos, formas e sociedade, Instituto de Estudos Geográficos, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- DIAS, J. A et al (2009) - As Zonas Costeiras no contexto dos Recursos Marinhos, Revista da Gestão Costeira Integrada 9(1) p.3-5.
- DIAS, J. A.; (1993) - Estudo de Avaliação da Situação Ambiental e Proposta de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa (Geologia Costeira). Edição eletrónica: http://w3.ualg.pt/~j dias/JAD/ebooks/EsaminAveiro/8_CEspinhoF.pdf.
- DIAS, J. A.; FERREIRA, O.; PEREIRA, A. RAMOS (1994) - Estudo sintético de diagnóstico da geomorfologia e da dinâmica sedimentar dos troços costeiros entre Espinho e Nazaré. Edição eletrónica de 2005: w3.ualg.pt/~j dias/JAD/ebooks.
- DIKAU, R. et al (Eds.) (1996) - Landslide Recognition. Identification, Movement and Causes. John Wiley & Sons, Chichester.
- FERNANDES, J.A.R (1999) - Qualificação e vivificação das áreas centrais: O caso da Baixa do Porto. Instituto Superior de Ciências Empresariais e de Turismo, Porto.
- FERNANDES, R. (2001) - Modelação de derrames de hidrocarbonetos, trabalho académico na licenciatura em engenharia do ambiente, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- FERREIRA, A. (2002) - Relatório do Sourão, Município de Pombal. Pombal.
- FERREIRA, A. (2010) - Caracterização Morfométrica das Bacias Hidrográficas e Áreas Inundáveis do Concelho de Pombal, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos, Coimbra.
- GASPAR, J. (coord.) (2004) - Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território, 3º 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. 2ª Versão, fevereiro 2005, MAOT, DGOTDU, Lisboa.
- GOMES, F. (sem data) -Erosão Costeira e Ordenamento do território na Costa da Caparica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Instituto da Água.
- GREEN, E., Hughes, B.M.R., Lomas, P.R (1993) "Fontes naturais de radiação ionizante na Europa", Comissão das Comunidades Europeias.

- GUERREIRO, H. (2005) - Condições de segurança, higiene e saúde no trabalho em explorações de rocha ornamental e industrial, XV encontro nacional do colégio de engenharia geológica e de minas da ordem dos engenheiros
- GUERREIRO, L. (2010) - Danos em Pontes devido à ação sísmica, Trabalho académico em Engenharia Sísmica de Pontes, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- HUTCHINSON, J.N. (1988) - General report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. In BONNARD, C. (Ed.), Landslides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides, Lausanne, 1988, Vol. 1, Balkema, Rotterdam, p.3-35.
- LOURENÇO, L. (2006)- Notas, notícias e recensões: Riscos naturais antrópicos e mistos, Territorium 14, Coimbra.
- MEDEIROS, C. A. (coord.) (2005) - Geografia de Portugal, 1- Ambiente físico, Circulo de Leitores, Rio de Mouro
- MILLER, J. B. (1997) - Inondations: personnes menacées, stratégies de prévention, Organização das Nações Unidas, Nova Iorque e Genebra.
- MIRANDA, J. M., Batista M. A. (2006) - Riscos naturais, Instituto Dom Luiz, Lisboa.
- MIRANDA, J. M., Batista M. A. (2006a) - Riscos naturais, risco de cheia, Instituto Dom Luiz, Lisboa.
- NEMCOK, A. (1977) - Geological/tectonical structures - an essential condition for genesis and evolution of slope movements. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 16, Krefeld, p.127-130.
- NEMCOK, A. et al(1972) - Classification of Landslides and Other Mass Movements. Rock Mechanics, 4, Wien, p.71-78.
- PANIZZA, M. (1990) - Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla Valutazione d'Impatto Ambientale. La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- PASUTO, A.; Soldati, M. (1996) - Rock spreading. In Dikau, R.; Brunnsden, D.; Schrott, L.; Ibsen, M.-L. (Eds.), Landslide Recognition. Identification, Movement and Causes. John Wiley & Sons, Chichester, p.122-136.
- PEDROSA, A.S (2006) A integração da prevenção dos riscos no ordenamento territorial.Colóquio "Paisagem, Património e Riscos Naturais: perspetivas de planeamento comparado", CCDR Norte, Porto.
- PEDROSA, A.S., Pereira, A.C.A. (2006)- Diagnóstico dos fatores condicionantes da suscetibilidade face ao risco de inundação urbana no concelho de Matosinhos, Territorium 13, Coimbra.
- PEREIRA, A.R. (2004) - O espaço litoral e a sua vulnerabilidade. Geoinova, 9, Lisboa, p.33-43.
- REBELO, F. (2003)- Riscos Naturais e Ação Antrópica- Estudos e reflexões . 2.ª edição, Imprensa da Universidade, Coimbra.
- ROCHA, J. S. (1993) - "Caracterização das zonas sujeitas a risco de cheias em Portugal". Simpósio sobre Catástrofes Naturais: estudo, prevenção e proteção, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- RODRIGUES M.L. (coord), Cunha L., Ramos C., Ramos-Pereira A., Teles V., Dimuccio L. (2007) - "Glossário Ilustrado de Termos Cársicos",Edições Colibri, Lisboa.
- SANTOS, P (2009) - Cartografia de áreas inundáveis a partir do método de reconstrução hidrogeomorfológica e do método hidrológico –hidráulico Estudo comparativo na bacia hidrográfica do rio Arunca, Dissertação de Mestrado em Geociências apresentada à Universidade de Coimbra, Coimbra.
- SARAIVA, M. G. (1987) - A defesa contra cheias e sua inserção no Ordenamento do Território. Área Metropolitana de Lisboa, Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- SARAIVA, M. G., Correia, F. N. (1993) - Flood Plain Management in Portugal. A Review. Relatório preparado no âmbito de uma colaboração com a Middlesex University sobre as melhores práticas de prevenção e controlo de cheias na Europa, Lisboa.
- SAUNDERS, P. (2001) - Nós e as radiações, Comissão das comunidades europeias, Belgica
- SIRIEYS, P. (1984) - Divers types de mecanismes de mouvements de terrains. Mouvements de Terrain. Colloque de Caen, Z, J.L. (1991) - As costeiras a Norte de Lisboa: evolução quaternária e dinâmica atual das vertentes. Finisterra, XXVI, 51, Lisboa.
- SOETERS; R. & VAN WESTEN, C.J. (1996)- Slope Instability Recognition, Analysis and Zonation In Turner, A.K. & Schuster, R.L. (eds.), Landslides. Investigation and Mitigation. Transportation Research Board, Special Report 247,Washington D.C,National Academy Press.
- THYWISSEN, k (2005) - Exposure is another component of disaster risk, and refers to that which is affected by natural disasters, such as people and property. United Nations University Unuehs- Institute for Environment, and Human Security—ADRC.
- TTERRA (2012) - Estudo hidrológico e hidráulico e definição da zona inundável centro de meios aéreos/pista de ultraleves, Município de Pombal. Pombal
- VARNES, D. J. (1978) - "Slope movement types and processes". In Schuster, R. L.; Krizek, R. J. (Eds.), Landslide, Analysis and Control, Transportation Research Board Special Report, 176, Washington D. C.
- VARNES, D. J. (1984) - "Landslide hazard zonation: a review of principles and practice". UNESCO, Natural Hazards, 3, Paris.
- WORKING PARTY ON WORLD LANDSLIDE INVENTORY, UNESCO (1990) - A suggested method for reporting a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 41, Paris, p.5-12.
- WORKING PARTY ON WORLD LANDSLIDE INVENTORY, UNESCO (1991) - A suggested method for a landslide summary. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 43, Paris, p.101-110.

WORKING PARTY ON WORLD LANDSLIDE INVENTORY, UNESCO (1993a) - A suggested method for describing the activity of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 47, Paris, p.53-57.

WORKING PARTY ON WORLD LANDSLIDE INVENTORY, UNESCO (1993b)- Multilingual landslide glossary. International Geotechnical Societies, Canadian Geotechnical Society, Richmond.

ZÁRUBA, Q.; Menci, V. (1982) - Landslides and their Control. Elsevier, Amsterdam.

ZÊZERE, J. L. (Coord) (2008) - Diagnóstico estratégico do PROT-OVT Riscos e Proteção Civil, Lisboa.

ZÊZERE, J. L.(2000) - A classificação dos movimentos de vertente: tipologia, atividade e morfologia, Apontamentos de Geografia, Série investigação, nº 6, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa.

ZÊZERE, J.L., Pereira, A.R., Morgado, P. (2006) - Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal continental. Apontamentos de Geografia, Série investigação, nº 19, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa.

Planos e Estudos:

Agenda 21 (1992) Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro.

ANPC (2008) - Cadernos técnicos PROCIV de elaboração de Planos Municipais de Emergência, Lisboa

ANPC (2009a) - Cadernos técnicos PROCIV - 6 Manual para a elaboração, revisão e análise de planos municipais de ordenamento do território na vertente da Proteção Civil, Lisboa

ANPC (2009b) - Cadernos técnicos PROCIV - 9 Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Proteção Civil, Lisboa

Diagnóstico e contributos para uma visão estratégica territorializada da Região Centro - Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, CCDR-C (2007), Coimbra

Direção de Serviços de Energia, Direção Regional da Economia do Norte (2010) - Riscos Associados Às Instalações De Armazenagem De Combustíveis, Seminário Sobre Riscos Tecnológicos

Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (2009) - ANPC, Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, Instituto Geográfico Português

International Strategy for Disaster Reduction. Terminology of disaster risk reduction (2000), United Nations, Geneve, Suíça

Inventário de emissões gasosas na Região Centro (2005) - Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, CCDR-C, Coimbra

Jornal o Eco, edição 2753, 29 de novembro de 2007

Jornal Região de Leiria, 2 de maio de 2003

Plano de Cheias para o concelho de Pombal (2007) - Proteção Civil do Município de Pombal

Plano de Emergência Externo da Ren, Armazenagem S.A (2008)- Município de Pombal

Plano Diretor Municipal de Pombal (1995),Pombal.

Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (2007), Gabinete Técnico Florestal do Município de Pombal.

Plano Municipal de Emergência (2009) - Município de Pombal

Plano Municipal de Intervenção Florestal (2002) - Gabinete Técnico Florestal do Município de Pombal.

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

Plano Nacional da Água (2001),Instituto da Água, Lisboa

POCC - Plano de Ordenamento da Orla Costeira Ovar-Marinha Grande (1999), INAG, Lisboa

Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (2007) - Sumário, DGOTDU, Lisboa.

Radão-Um gás radioativo de origem natural (folheto informativo) - Instituto Tecnológico Nuclear

Recenseamento Geral da População (2001) - Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.

Relatório do Estado do Ambiente (1999) — Solos- Instituto do Ambiente, versão digital <http://www.iamambiente.pt/rea99/rea99.htm>

Vocabulário de termos e conceitos do ordenamento do território (2005) - DGOTDU, Lisboa

Regulamentos:

Decreto N.º 235/83 de 31 de maio - Regulamento de segurança e ações para estruturas de edifícios e pontes

Decreto-Lei 124/2006 de 28 de junho

Decreto-Lei 79/2006 de 4 de abril

Decreto-Lei 89/87 de 26 de fevereiro

Decreto-Lei n.º 152/94 de 26 de maio

Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto

Decreto-lei n.º 226-A/2007 de 31 de maio

Decreto-Lei n.º 380/99 de 22 de setembro

Decreto-Lei n.º 382/99 de 22 de setembro

Decreto-Lei n.º 41-A/2010 de 29 de abril

Decreto-Lei nº 170-A/2007 de 4 de maio de 2007

Decreto-Lei nº 173/2008, de 26 de agosto

Decreto-Lei nº 254/2007 de 12 de julho

Decreto-Lei nº 364/98 de 21 de novembro

Decreto-Lei nº 46/94 de 22 de fevereiro

Decreto-Lei nº 468/71 de 5 de novembro

Decreto-Lei nº 48/87 de 26 de fevereiro

Decreto-Lei nº 73/2009 de 31 de março

Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de abril,

Decreto-Lei nº93/90 de 19 de março

Diretiva n.º 2008/68/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de setembro

Diretiva nº 2008/1/CE de 15 de janeiro

Lei n.º 27/2006, de 3 de julho

Lei n.º 48/98, de 11 de agosto

Lei n.º 54/2005 de 15 de novembro

Lei n.º 54/2007 de 31 de agosto

Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro

Lei n.º 65/2007, de 12 de novembro

Recomendação da Comissão 90/143/EURATOM

Sites Internet:

http://dn.sapo.pt/2005/07/21/sociedade/pombal_explosao_fabrica_tres_feridos.html

<http://www.ansr.pt/Default.aspx?tabid=315&language=pt-PT><http://snirh.pt/>

<http://www.apambiente.pt>

http://www.dgotdu.pt/PNPOT/Storage/pdfs/PNPOT_RELATORIO.pdf

<http://www.estradasdeportugal.pt/>

<http://www.leiriaeconomica.com/item373.htm>.

<http://www.prociv.pt>

<http://www.proteccaocivil.pt>

<http://www.SNIRH.pt>

<https://www.ccdrc.pt/>