

I. Quaresma, J. L. Zêzere

*RISKam - Avaliação e Gestão de Perigosidades e Risco Ambiental, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa*

## CHEIAS E MOVIMENTOS DE MASSA COM CARÁCTER DANOSO EM PORTUGAL CONTINENTAL

### 1. INTRODUÇÃO

O território continental Português é susceptível à ocorrência de fenómenos naturais de natureza hidro-geomorfológica (e.g. cheias e movimentos de massa) com potencial para se transformarem em desastres naturais. A sua frequência temporal é relativamente baixa, condicionando o desvanecimento destes fenómenos na memória colectiva das populações expostas ao seu impacto potencial. Porém, as cheias e os movimentos de massa têm, em regra, uma recorrência espacial assinalável. Por esta razão, admite-se como provável a ocorrência de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso nas áreas que anteriormente tenham sofrido os seus efeitos, assumindo que os factores condicionantes e desencadeantes dos fenómenos perigosos permanecem inalterados. Neste contexto, é absolutamente determinante a construção de inventários dos eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso de natureza histórica (Barnolas & Llasat, 2007). A constituição deste inventário para o território português integra-se numa abordagem mais vasta e em curso, dedicada ao estudo das cheias e movimentos de massa com carácter danoso ocorridos em Portugal continental no século XX e início do século XXI. Neste trabalho apresentam-se os resultados obtidos a partir da análise de um período referente a 109 anos, compreendido entre 1900 e 2008.

### 2. APONTAMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho foram consideradas todas as cheias e movimentos de massa ocorridos em Portugal Continental que tenham resultado em mortes, feridos, desaparecidos, evacuados ou desalojados, independentemente do número de afectados. Este critério articulou-se com a metodologia de trabalho adoptada, que consistiu na pesquisa na imprensa escrita nacional diária, de carácter generalista. Assume-se que os eventos hidrológicos e geomorfológicos que reúnem as condições atrás mencionadas serão suficientemente relevantes para serem relatados pelos referidos órgãos de comunicação social. Sendo de fácil acesso como fonte de informação, os jornais oferecem uma imagem abrangente dos acontecimentos e ajudam a estabelecer uma cronologia sequencial da ocorrência dos eventos (Quaresma, 2008).

O trabalho desenvolvido consistiu na pesquisa sistemática do Diário de Notícias, que constitui um jornal de referência nacional com uma edição temporalmente contínua. Adicionalmente, foram consultadas edições de outros jornais (e.g. Século e Público) para colmatar falhas na informação recolhida. No total foram consultados cerca de 39.000 jornais diários.

Para cada evento foi recolhida a seguinte informação: título e data da fonte da notícia; data da ocorrência (dia, mês, ano); tipo de evento; localização; número de mortes, feridos, desaparecidos, evacuados e desalojados; prejuízos materiais e entidades envolvidas. Como o inventário se encontra focalizado nas consequências dos eventos, um mesmo fenómeno natural (e.g. uma cheia) pode originar vários registos (definidos como eventos), correspondendo cada uma a efeitos específicos em entidades territoriais particulares. Cada evento registado foi codificado e georeferenciado, utilizando para o efeito coordenadas toponímicas. A informação foi posteriormente integrada numa base de dados em ambiente SIG.

O processo de levantamento histórico de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso deparou-se com alguns problemas. Por vezes, os relatos dos eventos contabilizam apenas qualitativamente o número de pessoas afectadas, com a utilização de termos como «muitos», «alguns» e «vários», problema também reportado por Guzzetti *et al.* (2005) num trabalho similar desenvolvido na Itália. Para colmatar estas faltas procedeu-se à consulta de outras publicações diárias de carácter generalista mas nem sempre foi possível obviar estas faltas (Quaresma, 2008). Noutros casos, as pessoas afectadas são contabilizadas com referência ao número de famílias. Quando a consulta de outras publicações não permitiu completar a informação, foi considerada a dimensão média das famílias clássicas (número de elementos) em Portugal Continental correspondente à década da ocorrência do evento, de acordo com os valores reportados nos censos.

Na maior parte dos casos, a descrição dos fenómenos de natureza geomorfológica não é clara o suficiente para determinar com precisão qual o tipo de movimento de massa. Adicionalmente, a utilização de termos pouco precisos para descrever os fenómenos, como «derrocada», «abatimento», «desmoronamento», «aluímento» e «enxurrada», não facilita a sua classificação inequívoca. O termo «enxurrada» possui um significado ambivalente porque também é utilizado, por vezes, para descrição de cheias. Neste contexto, decidiu-se não subdividir as manifestações de instabilidade geomorfológica, que ficaram agrupadas sob a designação genérica de «movimentos de massa».

Apesar do problema da censura jornalística, que abrange grande parte do século XX, os resultados apurados permitem afirmar que não parecem existir omissões na publicitação da ocorrência de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso; no entanto, admite-se que os números das consequências possam tido sido alterados de modo a fornecer uma imagem menos dramática das situações (e.g. nos eventos de Novembro de 1967).

### 3. VALIDAÇÃO DO INVENTÁRIO

O processo de validação do inventário de eventos hidro-geomorfológicos com consequências danosas teve por objectivo avaliar a consistência dos dados e aferir a credibilidade da informação, tendo presente o método de recolha utilizado. Neste sentido, o inventário foi cruzado com uma base de dados exclusivamente dedicada a movimentos de massa para a região norte do país, efectuada com recurso a fontes de informação mais diversificadas (S.

Pereira *et al.*, 2008). Foi aplicada a análise comparativa ao número de ocorrências e à quantificação das consequências (número de mortos, feridos e desalojados), seleccionando do nosso inventário os movimentos de massa ocorridos na região norte. O grau de confiança apurado foi de 73%, com respeito ao número de eventos geomorfológicos na região norte. Para o número de mortes o nível de sobreposição dos dois inventários é de 76%, enquanto para o número de feridos se observa um valor semelhante (78%). De entre o conjunto de consequências consideradas, o número de desalojados foi o que registou um grau de confiança mais elevado, na ordem dos 80%. Admitindo que a amostra utilizada na comparação é representativa da totalidade do inventário, e tendo em consideração que os movimentos de massa, ao contrário das cheias, são um fenómeno pouco conhecido do público em geral e muitas vezes confundido com eventos hidrológicos, conclui-se que o grau de confiança da base de dados é elevado. Em qualquer circunstância, têm-se presentes as limitações metodológicas da construção de um inventário com as características apresentadas, cujos registos têm sempre tendência para pecar por defeito.

#### 4. DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DOS EVENTOS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS

O levantamento documental permitiu o registo de 1030 eventos de natureza hidrogeomorfológica com carácter danoso para o período 1900-2008, o que equivale a uma média de 10 ocorrências por ano. O tipo de evento mais frequente foi a cheia, com 846 ocorrências (82% do total), enquanto os movimentos de massa perfazem somente 18% dos casos (184 eventos).

A distribuição anual dos eventos registados denuncia a existência de diversas concentrações de anos caracterizadas pelo elevado número de ocorrências (fig. 1). A primeira concentração verificou-se entre 1908 e 1916, incluindo o máximo absoluto anual de ocorrências (47 em 1909). A segunda concentração de eventos verifica-se entre meados dos anos 30 e o final da década de 60, correspondendo ao período com maior número de ocorrências no conjunto dos 109 anos considerados. A terceira concentração tem início em meados dos anos 90 e prolonga-se até 2008.

No que respeita aos picos das ocorrências, observa-se que estes se verificam, frequentemente, em dois anos consecutivos (e.g., 1936/37, 1940/41, 1947/48, 1959/60, 1963/63, 1966/67, 1978/79, 1996/97, 2000/01). Este facto não denuncia qualquer padrão temporal, apenas resulta da organização dos dados em anos civis, o que determina a separação de registos correspondentes a um mesmo Inverno chuvoso em dois anos consecutivos.

Os meses de Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro totalizam, em conjunto, 72% dos casos (fig. 2). Estes meses são aqueles em que, normalmente, se registam os valores máximos da precipitação anual, que desencadeiam os fenómenos hidro-geomorfológicos estudados. As cheias apresentam o valor máximo de ocorrência no mês de Janeiro (167) secundado de perto por Dezembro (159) e Novembro (158) (fig. 2), ou seja, no final do Outono e no início do Inverno, muito provavelmente em associação com a ocorrência de episódios de chuvas intensas que tendem a ser mais frequentes neste período do ano (Ferreira, 1985; Ventura, 1987; Ramos & Reis, 2001). Os movimentos de massa apresentam o pico de ocorrência também no mês de Janeiro (46). No entanto, em oposição aos eventos hidrológicos, são os meses de Março (37) e Fevereiro (35) que apresentam valores próximos aos do mês de Janeiro. Consta-se, assim, que os máximos de frequência dos eventos geomorfológicos ocorrem dois meses

mais tarde comparativamente aos eventos hidrológicos. Esta observação poderá indiciar que, apesar de associados a um mesmo factor desencadeante (a precipitação), os fenómenos naturais considerados revelam tempos de resposta diferenciados.

802

Figura 1 – Eventos hidro-geomorfológicos registados por ano de ocorrência no período 1900-2008. As barras cinzentas representam o número anual de eventos (escala da esquerda); a recta preta representa a média anual de ocorrências (escala da esquerda); a curva preta refere-se à frequência acumulada das ocorrências (escala da direita).

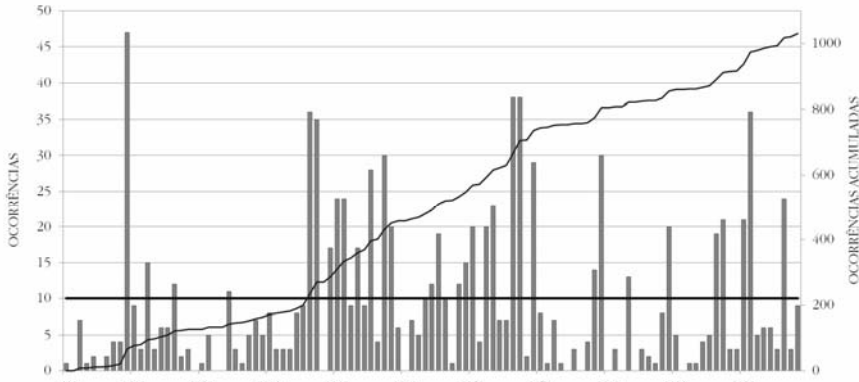
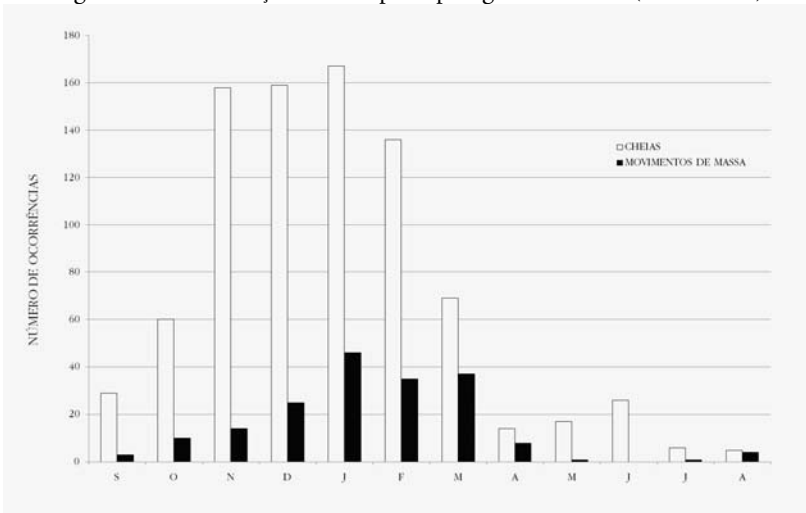


Figura 2 – Distribuição mensal por tipologia de eventos (1900-2008)



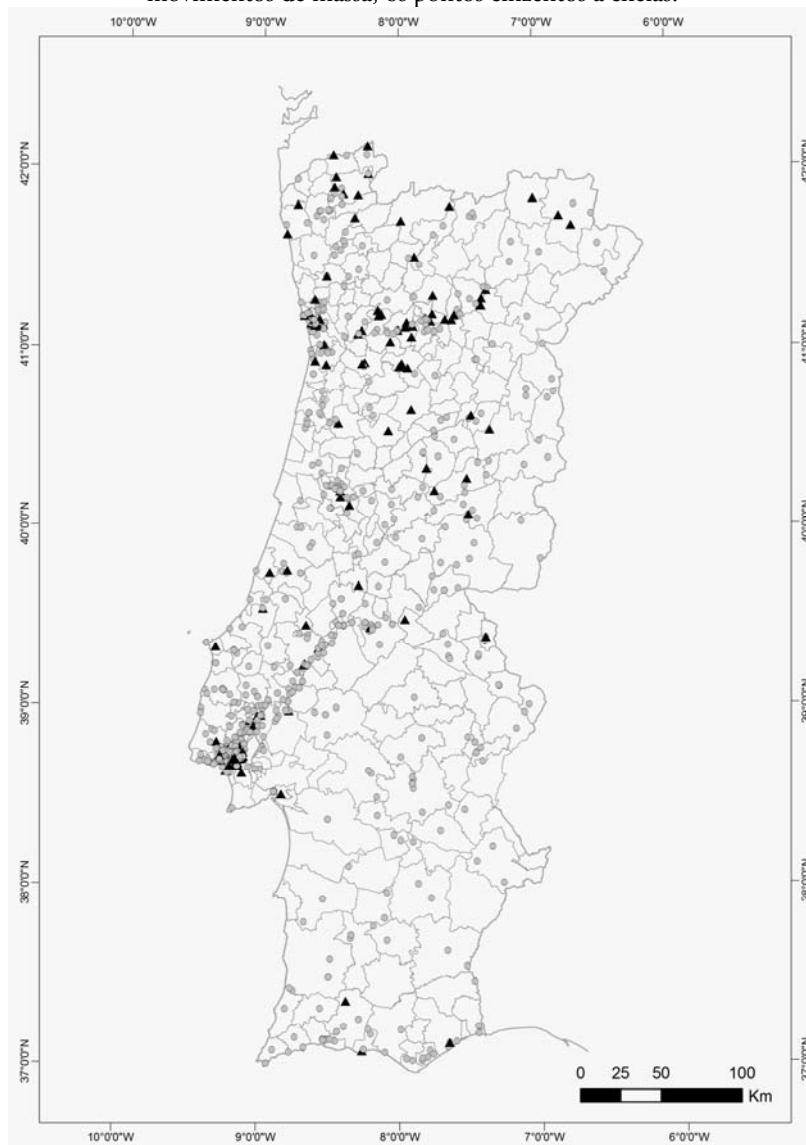
## 5. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS EVENTOS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS

Os eventos hidro-geomorfológicos que produziram efeitos danosos no período 1900-2008 distribuem-se por todo o território nacional (fig. 3). No entanto, é possível distinguir 5

áreas que apresentam uma maior concentração de ocorrências: (i) área metropolitana do Porto; (ii) margem norte da área metropolitana de Lisboa; (iii) região do vale inferior do Tejo; (iv) região do vale inferior do Douro; (v) área de Coimbra.

Os movimentos de massa ocorreram, predominantemente, a norte do vale do Tejo, o que é compreensível atendendo aos condicionalismos de natureza topográfica e geológica. As cheias revelam uma distribuição dispersa por todo o território.

Figura 3 – Distribuição espacial de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso em Portugal Continental no período 1900-2008. Os triângulos pretos correspondem a movimentos de massa, os pontos cinzentos a cheias.



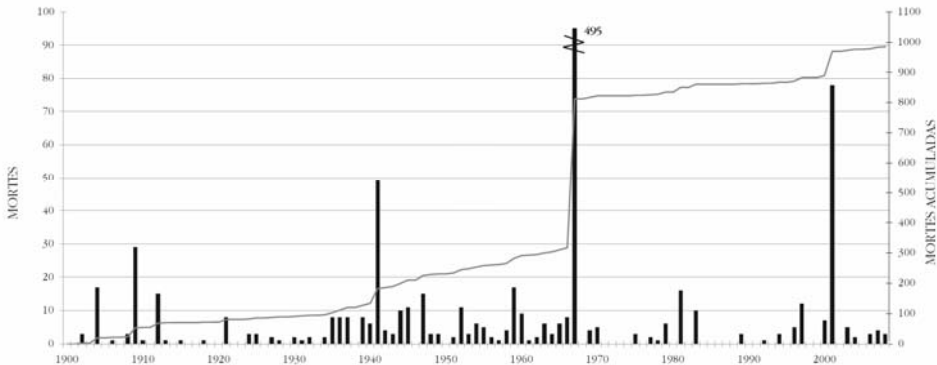
## 6. AS CONSEQUÊNCIAS DOS EVENTOS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS

804

Nos 109 anos abrangidos por esta investigação, as cheias e movimentos de massa foram responsáveis por 986 mortes (média de 9 mortes por ano), 696 feridos e 211 desaparecidos. O número de evacuados e desalojados reportados ascendeu a 12.074 e 13.920, respectivamente.

Verificaram-se 242 eventos com vítimas fatais, 24,2% do total das ocorrências. 85% das vítimas mortais (840 mortes) foram provocadas por 186 cheias, enquanto que os eventos geomorfológicos (63) correspondem somente a 15% do total de vítimas mortais (146) no mesmo período. A exemplo do verificado na evolução temporal do número de eventos, foi entre os anos 30 e o fim dos anos 60 do século XX que ocorreu o maior número de mortes (fig. 4). Neste período destaca-se claramente o ano de 1967, com 495 mortes no evento de cheia rápida na região de Lisboa. Numa posição secundária encontra-se o ano de 2001, marcado por um número elevado de eventos fatais no norte do país, de onde se destaca o ocorrido com a queda da ponte de Entre-os-Rios.

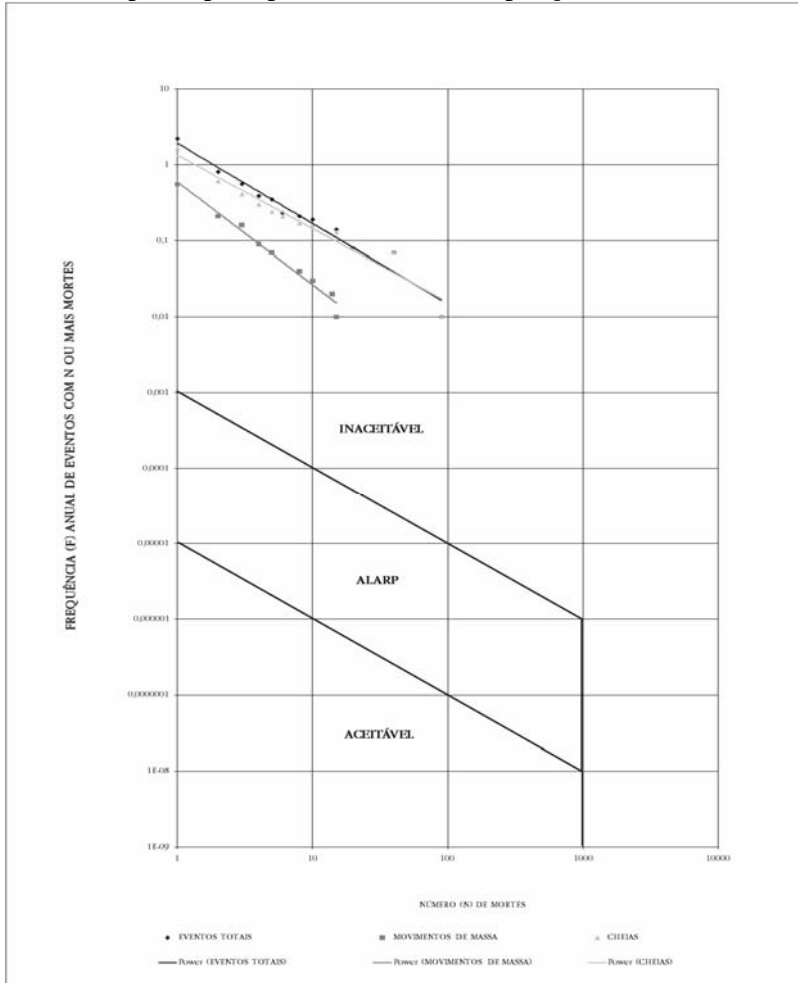
Figura 4 – Número total de mortes provocadas por eventos hidro-geomorfológicos no período 1900-2008. Barras pretas: número de mortes (escala da esquerda). Linha cinzenta: número de vítimas mortais acumuladas (escala da direita)



Pese embora o desequilíbrio na frequência de ocorrência, com uma proporção de 4,6 cheias para 1 de movimentos de massa, os dois tipos de fenómenos possuem índices de mortalidade próximos: 0,79 para os movimentos de massa e 0,99 para as cheias. Adicionalmente, se não considerarmos a situação excepcional de Novembro de 1967, o índice de mortalidade para as cheias decresce para 0,41.

A distribuição mensal de vítimas mortais e dos eventos que provocaram mortes, por tipologia, indica uma concentração nos meses de Outono e Inverno. A importância do mês de Novembro resulta sobretudo das cheias, de onde sobressai o episódio de Novembro de 1967. Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março são os meses que apresentam os valores mais elevados, depois do máximo de Novembro, reflectindo, em parte, a distribuição mensal da totalidade dos eventos hidro-geomorfológicos.

Figura 5 – Curvas F-N (frequência vs. consequências) dos eventos hidro-geomorfológicos no período 1900–2008 e Critério de aceitabilidade social do risco do governo de Hong Kong (Hong Kong Government Planning Department, 1993).



## 7. AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA SOCIAL AO RISCO

O critério de tolerância social ao risco tem um papel fundamental no processo da gestão do risco porque fornece orientações para a decisão. Os critérios do risco adotados no território de Hong Kong e em países como o Reino Unido, Canadá e Austrália incluem três níveis fundamentais (HSE, 1992): risco aceitável, risco inaceitável (o risco pode ser justificado só em circunstâncias excepcionais) e zona ALARP (*as low as reasonably practicable*) em que o risco é tolerado desde que um benefício líquido lhe esteja associado, e quando a redução do risco não é praticável, ou é desproporcionada em termos de custos por comparação com as vantagens que proporciona.

A utilização de curvas F-N (frequência *vs.* Consequência), para avaliação quantitativa do risco de perda de vidas humanas, facilita a comparação dos efeitos provocados por diferentes desastres naturais e o seu enquadramento nos critérios de tolerância social ao risco (Guzzetti, 2000).

Foram construídas curvas F-N para todos os eventos registados (recta preta) entre 1900 e 2008 (função de probabilidade  $y = 1,9207047x^{-1,05}$ ,  $R^2 = 0,962$ ), e separadamente para as cheias (recta cinzenta clara) (função de probabilidade  $y = 1,339x^{-0,96}$ ,  $R^2 = 0,947$ ) e movimentos de massa (recta cinzenta) (função de probabilidade  $y = 0,596x^{-1,35}$ ,  $R^2 = 0,977$ ).

Da leitura da Figura 5 resulta evidente que os riscos para a vida humana decorrentes dos fenómenos hidrológicos e geomorfológicos em Portugal são inaceitáveis, de acordo com os padrões internacionais, justificando o desenvolvimento e implementação de medidas eficazes de prevenção e de mitigação, por parte das entidades responsáveis.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo os critérios preconizados pela EM-DAT, nos 109 anos analisados verificaram-se, pelo menos, 17 catástrofes naturais no território Português continental provocadas por eventos hidro-geomorfológicos. No entanto, o número de cheias e movimentos de massa com consequências danosas verificado no período em análise, segundo os critérios definidos previamente, foi bastante maior, como se prova pelo apuramento de 1030 ocorrências, sendo que este número peca seguramente por defeito, devido a deficiência das descrições jornalísticas. Os eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso ocorrem por todo o território continental, existindo o predomínio das cheias em relação aos movimentos de massa. Ao contrário do que é descrito em diversas bases de dados internacionais, os dados apurados neste trabalho não confirmam um incremento temporal no número de eventos registados.

A mortalidade apurada é significativa, com uma média de 9 mortes/ano. As cheias foram responsáveis por mais mortes mas são os movimentos de massa que, em termos relativos, provocam mais vezes vítimas mortais.

Esta investigação, por abranger um período bastante longo (109 anos), permite lançar os fundamentos para a construção de uma futura base de dados, que contribuirá para a tomada de decisões na prevenção eficaz dos efeitos das cheias e dos movimentos de massa em Portugal Continental prevenindo, limitando e mitigando as suas consequências nefastas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barnolas, M. & Llasat, M.C. 2007, «A flood geodatabase and its climatological applications: the case of Catalonia for the last century», *Natural Hazards Earth System Sciences*, vol.7, no.2, pp. 271-281.
- EM-DAT, 2009, The International Disaster Database, disponível em: <http://www.emdat.be/disaster-list>.
- EM-DAT, 2009, The International Disaster Database, disponível em: <http://www.emdat.be/criteria-and-definition>.
- Ferreira, D.B. 1985, «Les depressions convectives du basin atlantique nord subtropical oriental», *Finisterra*, Revista Portuguesa de Geografia, CEG, Lisboa, vol. XX, no. 39, pp. 25-45.
- Guzzetti, F., Stark, C.P. & Salvati, P. 2005, «Evaluation of Flood and Landslide Risk to the Population of Italy», *Environmental Management*, vol.36, no.1, pp. 15-36.
- Guzzetti, F. 2000, «Landslide fatalities and the evaluation of landslide risk in Italy», *Engineering Geology*, vol. 58, no. 2, pp. 89-107.

- Health and Safety Executive (HSE) 1992, *The tolerability of risk from nuclear power stations*, revised, HMSO, London, UK.
- Hong Kong Government Planning Department 1993, *Chapter 12: Potentially hazardous installations, Hong Kong Planning Standards and Guidelines*, Hong Kong Government, Hong Kong, pp. 12-19.
- Quaresma, I. «Inventariação e Análise de Eventos Hidro-geomorfológicos com carácter danoso em Portugal Continental» Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, 2008.
- Pereira, S., Bateira, C. & Santos, M. 2008, «Base de dados de movimentos de vertente: um instrumento de apoio ao PROT Norte», *Inforgeo*, 22/23 Riscos e Ambiente, Associação Portuguesa de Geógrafos, pp.25-36.
- Ramos, C. & Reis, E. 2001, «As Cheias no Sul de Portugal em Diferentes Tipos de Bacias Hidrográficas», *Finisterra*, Revista Portuguesa de Geografia, CEG, Lisboa, vol. XXXVI, no. 71, pp. 61-82.
- Ventura, J.E. 1987, «As gotas de ar frio e o regime da precipitação em Portugal», *Finisterra*, Revista Portuguesa de Geografia, CEG, Lisboa, vol. XXII, no. 43, pp. 39-69.