

EVENTOS HIDRO-GEOMORFOLÓGICOS COM CARÁCTER DANOSO EM PORTUGAL CONTINENTAL: ANÁLISE PRELIMINAR AO PERÍODO 1970-2006

I. Quaresma

Departamento de Geografia, Fac.Letras Universidade de Lisboa, ivania@geographus.com

J.L. Zêzere

Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, jlzezere@fl.ul.pt

Resumo

Portugal Continental está sujeito à ocorrência de fenómenos naturais que têm o potencial para gerar danos e que redundam, por vezes, em situações de catástrofe ou desastre. Dos diversos tipos de desastres naturais com incidência em Portugal, os de natureza hidro-geomorfológica (e.g., cheias e movimentos de massa) são os que ocorrem com maior frequência, com prevalência para os de carácter hidrológico.

De acordo com a EM-DAT, base de dados sobre desastres naturais de referência internacional, ocorreram muito poucos desastres naturais do tipo hidro-geomorfológico no território Português, no decurso do século XX. No entanto, esta referência tem que ser entendida à luz dos critérios, razoavelmente restritivos, utilizados pelos gestores desta base de dados para a caracterização de uma catástrofe natural (e.g., ocorrência de 10 ou mais mortes; existência de 100 ou mais pessoas afectadas). Com efeito, o século XX e os primeiros anos do século XXI foram marcados em Portugal Continental pela ocorrência de numerosos eventos de natureza hidro-geomorfológica, que provocaram danos corporais e materiais significativos, traduzindo-se em mortos, feridos, desaparecidos, evacuados e desalojados, e originando milhões de euros de prejuízos. Ainda que as consequências destes eventos sejam relevantes, elas tendem a desvanecer-se na memória colectiva, o que contribui para a subvalorização dos fenómenos perigosos em causa. Deriva daqui um sério problema que torna necessárias políticas de prevenção e mitigação eficientes. Neste trabalho apresentam-se os primeiros resultados de uma investigação sobre desastres naturais em Portugal Continental, baseada em relatos na imprensa escrita diária, num intervalo de 106 anos. Pretende-se construir um inventário que sustente o estudo dos padrões temporal e espacial dos eventos com carácter danoso, tornando-se num instrumento basilar para o ordenamento do território e para o planeamento de emergência em Portugal Continental.

Palavras-Chave: Desastres Naturais, Cheias, Movimentos de Massa, Base de Dados

1. Introdução

De acordo com a Estratégia Internacional para a Redução das Catástrofes Naturais das Nações Unidas (UN/ISDR), uma catástrofe ou desastre consiste numa "interrupção séria da funcionalidade de uma comunidade, causando perdas humanas, materiais ou ambientais significativas, que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afectada em recuperar com base nos seus próprios recursos" (www.unisdr.org).

A redução das catástrofes naturais tem estado na ordem do dia da ONU nas últimas duas décadas. A Assembleia Geral das Nações Unidas, através das resoluções 54/219 e 56/195, estabeleceu um programa de implementação de uma Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (ISDR), que substituiu o programa IDNDR (Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais), iniciado em 1987 pela resolução 42/169. Em Janeiro de 2005 decorreu em Kobe, no Japão, uma Conferência Mundial sobre a Redução de Desastres Naturais promovida pela Assembleia-Geral da ONU. O objectivo desta Conferência Intergovernamental prendeu-se com a elaboração de uma nova estratégia para a prevenção e mitigação de desastres naturais, a ser desenvolvida para o período de 2005 a 2015. Uma das metas da nova estratégia a implementar pelos governos signatários, consiste no aumento da "consciência pública sobre os riscos, a vulnerabilidade e a importância da redução de desastres a nível mundial" (www.portugal.gov.pt). O território de Portugal Continental é susceptível à ocorrência de fenómenos naturais bastante energéticos e que, por isso, têm um potencial destruidor elevado. Quando estes fenómenos atingem territórios vulneráveis podem redundar em catástrofes.

Os eventos de natureza hidro-geomorfológicos (e.g. cheias e movimentos de massa) constituem os fenómenos naturais, com potencial para se transformarem em desastres, que ocorrem com maior frequência em Portugal Continental. No entanto, a frequência temporal dos desastres naturais é relativamente baixa no nosso país, condicionando o desvanecimento destes fenómenos na memória colectiva das populações expostas ao seu impacto potencial. Este facto justifica, pelo menos em parte, a existência de uma vulnerabilidade dos elementos em risco razoavelmente elevada, que decorre de uma preparação insuficiente para fazer face à ocorrência dos fenómenos naturais perigosos.

Os fenómenos hidrológicos e geomorfológicos 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, fará todo o sentido a existência de um inventário dos eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso de natureza histórica (Barnolas e Llasat, 2007).

A compilação de um inventário que regista para um território concreto o tipo de eventos, a sua localização, a data de ocorrência e as consequências materiais e humanas constitui uma primeira e simples abordagem para qualquer estudo sobre risco (Devoli et al., 2007). Por outro lado, o tipo de informação disponibilizada numa base de dados histórica sobre ocorrências hidrológicas e geomorfológicas danosas pode contribuir para que o cidadão, individual e conscientemente, tenha a hipótese de fazer escolhas, contribuindo para a prevenção e mitigação do risco a que se encontra sujeito, por diminuição da exposição ou da vulnerabilidade.

Os inventários e bases de dados temáticas disponíveis têm sido produzidos para âmbitos locais, regionais, nacionais e internacionais (e.g. Guzzetti and Tonelli, 2004; Devoli et al. 2007; Barnolas and Llasat, 2007). A EM-DAT (Emergency Events Database) constitui a base de dados sobre desastres naturais de referência internacional. Foi criada como suporte para as acções humanitárias do Governo Belga e da Organização Mundial de Saúde (OMS) e tem sido gerida, desde 1988, pela OMS, em colaboração com o Centro para a Investigação Epidemiológica de Desastres (CRED), com sede na Universidade Católica da Lovaina em Bruxelas. Na Europa, a Itália destaca-se pela quantidade e qualidade dos inventários nacionais e regionais produzidos. A Itália possui uma base de dados nacional de informação histórica sobre cheias e deslizamentos desde 1994, que surgiu em resposta a um pedido do Ministro da Protecção Civil Italiana (Guzzetti e Tonelli, 2004). Na Nicarágua, foi criada em 2003 uma base de dados digital nacional de deslizamentos, da responsabilidade do Instituto Nicaraguense de Estudos Territoriais (INETER). Pretende-se, com esta base de dados, disponibilizar uma ferramenta de trabalho para as autoridades nacionais, assim como para a comunidade científica, com o objectivo da avaliação da perigosidade, gestão de emergências, planeamento territorial, desenvolvimento de sistemas de alerta e implementação de políticas preventivas públicas e privadas (Devoli et al., 2007). Ao nível regional, refira-se, a título de exemplo, a base de dados sobre as cheias que ocorreram no século XX para toda a Catalunha, criada com o objectivo de melhorar a avaliação do risco de cheia (Barnolas e Llasat, 2007).

O presente trabalho integra-se numa abordagem mais vasta e em curso, dedicada ao estudo dos eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso ocorridos em Portugal Continental no século XX e início do século XXI. Neste sentido, apresentam-se os resultados preliminares obtidos a partir da análise do período de 37 anos, compreendido entre 1970 e 2006.

2. Metodologia de trabalho

De acordo com a EM-DAT, foram poucos os desastres naturais, de natureza hidro-geomorfológica, que ocorreram desde o início do século XX, em Portugal Continental (Tabela 1). Esta base de dados regista apenas 11 eventos, que terão sido responsáveis por 543 vítimas mortais. No entanto, estes valores pecam claramente por defeito, por razões que se prendem com os critérios, razoavelmente limitativos, utilizados pelos gestores da base de dados. Um evento particular apenas é incluído na EM-DAT se satisfazer um ou mais que um dos critérios que a seguir se apresentam: (i) ocorrência de 10 ou mais mortes, (ii) existência de 100 ou mais pessoas afectadas, (iii) declaração do estado de emergência, e (iv) pedido de ajuda internacional. Devido ao carácter limitativo destes critérios não foram considerados eventos de natureza hidro-geomorfológica que provocaram danos corporais e materiais significativos em Portugal Continental.

A investigação em curso pretende constituir uma base de dados de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso ocorridos em Portugal Continental, tão completa e consistente quanto possível. Neste sentido, são consideradas todas as ocorrências que tenham resultado em mortes, feridos, desaparecidos, evacuados ou desalojados, independentemente do número de afectados. O critério utilizado articula-se com a metodologia de trabalho adoptada, que consiste, em primeiro lugar, 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.

Tabela 1. Desastres Naturais ocorridos em Portugal Continental no período entre 1900 e 2007, segundo a EM-DAT.

ANO	MÊS	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE EVENTO	MORTOS	FERIDOS	DESALOJADOS	AFFECTADOS	DANOS
	OUTUBRO E							
2006	NOVEMBRO	REGIÃO DO ALGARVE	CHEIA	0	0	0	240	N/R
		REGIÃO DE AGUEDA E DA						
2003	JANEIRO	BAIRRADA	CHEIA	0	0	0	36	N/R
2002	DEZEMBRO	NORTE DE PORTUGAL	CHEIA	1	0	60	0	N/R
		REGIÃO DE MESÃO FRIO E						
2001	JANEIRO	SEIA	CHEIA	6	0	200	0	N/R
1997	NOVEMBRO	SUL DE PORTUGAL	CHEIA	11	0	200	0	N/R
1996	DEZEMBRO	NORTE DE PORTUGAL	CHEIA	0	0	0	2000	N/R
								13,000,000
1996	JANEIRO	REGIÃO NORTE E CENTRO	CHEIA	10	0	0	1050	US\$
		REGIÃO DE LISBOA,						95,000,000
1983	NOVEMBRO	LOURES E CASCAIS	CHEIA	19	0	0	2000	US\$
1981	DEZEMBRO	LISBOA	CHEIA	30	0	0	900	N/R
		LITORAL NORTE E						2,100,000
1979	FEVEREIRO	CENTRAL	CHEIA	4	0	10000	15000	US\$
		LISBOA + 3 OUTRAS						3,000,000
1967	NOVEMBRO	CIDADES	CHEIA	462	100	0	1000	US\$

FONTE: "EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database www.em-dat.net - Université Catholique de Louvain - Brussels - Belgium"

O trabalho desenvolvido consistiu na pesquisa sistemática do “Diário de Notícias”, que constitui um jornal de referência nacional, credível, isento e com uma edição temporalmente contínua. Adicionalmente, foram consultadas edições específicas de outros jornais (e.g. Século, Capital, Jornal de Notícias e Público) para colmatar falhas na informação recolhida.

O trabalho de pesquisa decorreu, numa primeira fase, no centro de documentação do jornal “Diário de Notícias” e, numa fase posterior, na Hemeroteca da Câmara Municipal de Lisboa, onde é mais fácil o acesso às publicações jornalísticas.

Para cada evento hidrológico e/ou geomorfológico considerado 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. Cada ocorrência foi codificada, georeferenciada e integrada numa base de dados em ambiente SIG.

O processo de levantamento histórico de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso encontrou, em determinadas circunstâncias, certas dificuldades. Muitas vezes, os relatos dos eventos contabilizam apenas qualitativamente o número de pessoas afectadas, com a utilização de

termos como “muitos”, “alguns” e “vários”. Este facto verifica-se, nomeadamente, na referência a evacuados e desalojados na consequência de um evento perigoso particular. Para colmatar a falta de informação de tipo numérico procedeu-se, como já foi referido, à consulta de outras publicações diárias de carácter generalista. Ainda assim, nem sempre foi possível colmatar estas faltas, tanto mais que, por vezes, a fonte da informação é a mesma para vários jornais e a notícia padece das mesmas insuficiências em todos eles.

Em alguns casos, as pessoas afectadas por um evento particular são contabilizadas na imprensa escrita 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 correspondente à década da ocorrência do evento, de acordo com os valores reportados nos censos.

A identificação do tipo de ocorrência através do respectivo reporte jornalístico não levantou dúvidas significativas no que respeita aos eventos hidrológicos (cheias), mas o mesmo não aconteceu com os eventos de tipo geomorfológico (movimentos de massa). 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 (i.e., deslizamento, desabamento, escoada ou outro tipo de movimento). Adicionalmente, a utilização de termos pouco precisos para descrever os fenómenos, como “derrocada”, “abatimento”, “desmoronamento”, “aluimento” e “enxurrada”, não facilita a sua classificação inequívoca. Perante esta dificuldade de avaliação e incerteza, foi decidido não subdividir as manifestações de instabilidade geomorfológica, que ficaram agrupadas sob a designação genérica de “movimentos de massa”.

Ao investigar os anos da década de 1970 foi necessário ter presente que, antes de 1974, existia um regime de natureza ditatorial que aplicava a censura jornalística. Esta, na tentativa de mitigar e mesmo esconder a verdade dos acontecimentos, procedia a alteração das consequências provocadas. Deste modo, admite-se que os números de mortos, feridos, desaparecidos, evacuados e desalojados possam ter sido alterados em alguns casos de maior gravidade, para fornecer uma imagem menos dramática das situações. Apesar deste problema, que abrange grande parte do século XX, até a data em que se encontra esta investigação não parece existir qualquer tipo de omissão, no que respeita à ocorrência de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso.

3. Resultados Preliminares

O presente trabalho baseia-se na consulta de mais de um terço das publicações do período de referência definido para a investigação em curso (106 anos), o que corresponde aproximadamente a 13.320 jornais diários.

3.1. A tipologia e a distribuição temporal dos eventos

Foi registado um total de 265 eventos de natureza hidro-geomorfológica com carácter danoso para o período 1970-2006 (Fig. 1), o que equivale a uma média de 7 ocorrências por ano. O tipo de evento hidro-geomorfológico mais frequente no período em análise foi a cheia, com cerca de 78% dos casos contabilizados. Os movimentos de massa perfazem somente 21% das ocorrências. O predomínio das cheias no que respeita aos eventos hidro-geomorfológicos com consequências danosas resulta, em primeiro lugar, do carácter mais extensivo e contínuo da incidência territorial das inundações, quando comparadas com os movimentos de massa. No entanto, o elevado número de ocorrências hidrológicas com consequências nefastas decorre, igualmente, da elevada exposição e vulnerabilidade da população que ocupa, indevidamente, os leitos de inundação.

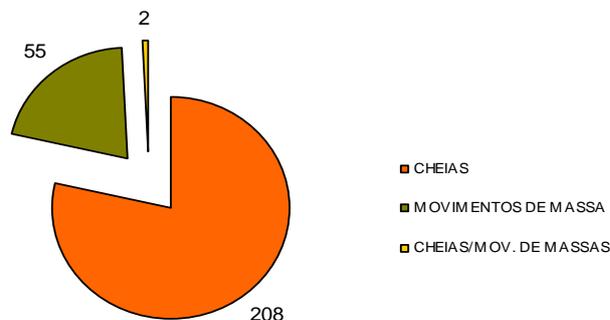


Figura 1. Tipologia e incidência de eventos hidro-geomorfológicos com consequências danosas, ocorridos no período 1970-2006 em Portugal Continental.

A distribuição anual dos eventos registados denuncia a existência de uma maior concentração de casos desde meados dos anos 90 até 2006 (Fig. 2). O pico das ocorrências verificou-se no ano de 2001, com um máximo de 34 eventos. Também são de referir os anos de 1978, 1979, 1983, 1989,

1996, 1997 e 2006, como períodos em que o número de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso registados está claramente acima da média. No que respeita aos picos das ocorrências, observa-se que estes se verificam, por vezes, em dois anos consecutivos (e.g., 1978-1979, 1996-1997, 2000-2001). Este facto não denuncia qualquer padrão temporal particular, mas resulta antes da organização da base de dados em anos civis, o que determina a separação de registos correspondentes a um mesmo Inverno chuvoso em dois anos consecutivos. Por último, é assinalável que nos 37 anos estudados apenas em 4 ocasiões (1974, 1976, 1984 e 1991) não haja registo de ocorrências. Estes dados são, por si só, demonstrativos da recorrência dos fenómenos hidrológicos e geomorfológicos perigosos em Portugal Continental, bem como do respectivo impacto social.

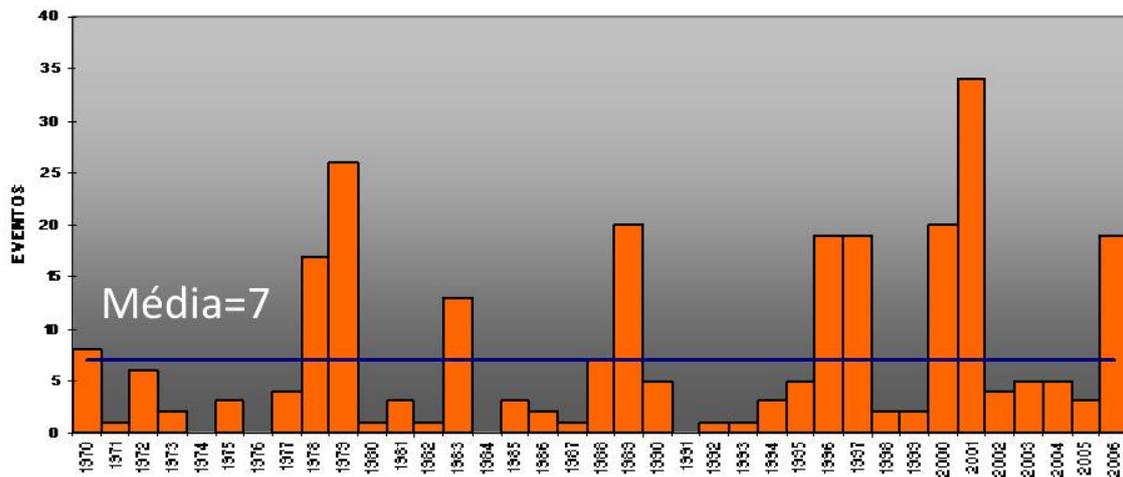


Figura 2. Número e média de eventos registados por ano de ocorrência (1970-2006).

Os meses correspondentes ao Outono e Inverno são aqueles em que ocorre a esmagadora maioria dos eventos (Fig. 3). Os meses de Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro apresentam um número de ocorrências muito semelhante e totalizam, em conjunto, 80% dos casos. Estes meses são aqueles em que, normalmente, se registam os valores máximos da precipitação anual, que desencadeiam os fenómenos hidrológicos e geomorfológicos estudados neste trabalho.

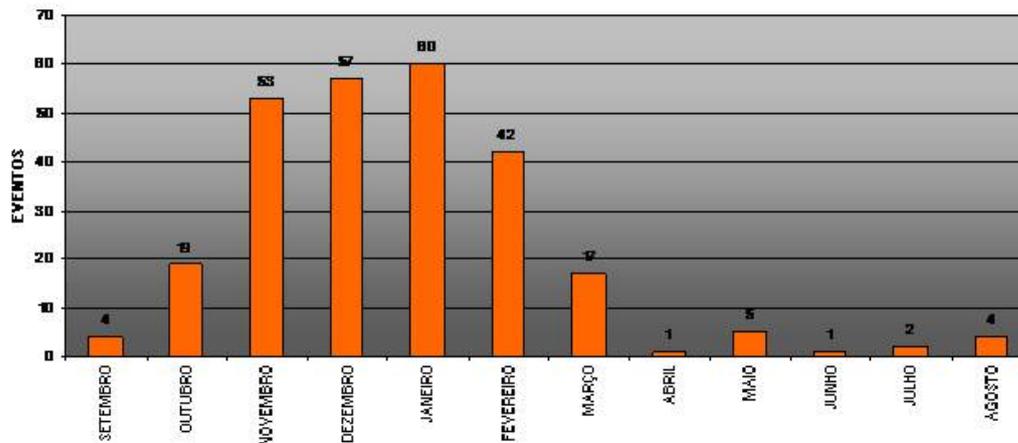


Figura 3. Distribuição mensal dos eventos hidro-geomorfológicos no período 1970-2006.

As cheias apresentam o valor máximo de ocorrência no mês de Novembro, enquanto os movimentos de massa foram mais frequentes em Dezembro e Janeiro (Fig. 4). Esta observação poderá indiciar a existência de condicionalismos climáticos contrastados no que respeita aos fenómenos naturais considerados. Contudo, o facto da série de dados abranger somente 37 anos não permite tirar ilações definitivas.

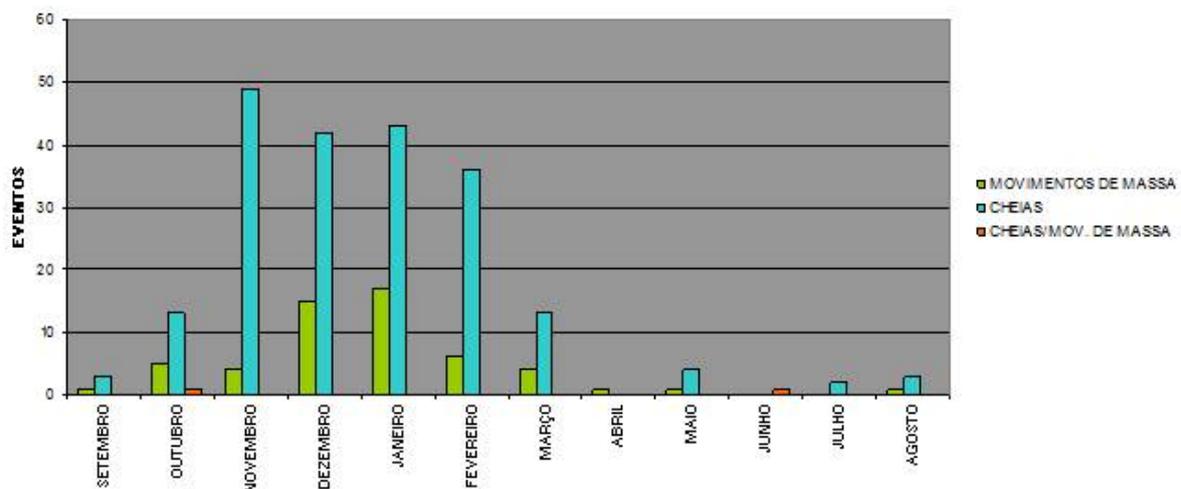


Figura 4. Distribuição mensal por tipologia de eventos (1970-2006)

3.2. A distribuição espacial dos eventos

Os eventos hidro-geomorfológicos que produziram efeitos danosos no período 1970-2006 distribuem-se por todo o território nacional (Fig. 5). No entanto, é possível distinguir 3 áreas que apresentam uma maior concentração de ocorrências: (i) área metropolitana do Porto; (ii) margem norte da área metropolitana de Lisboa; e (iii) região do vale inferior do Tejo.

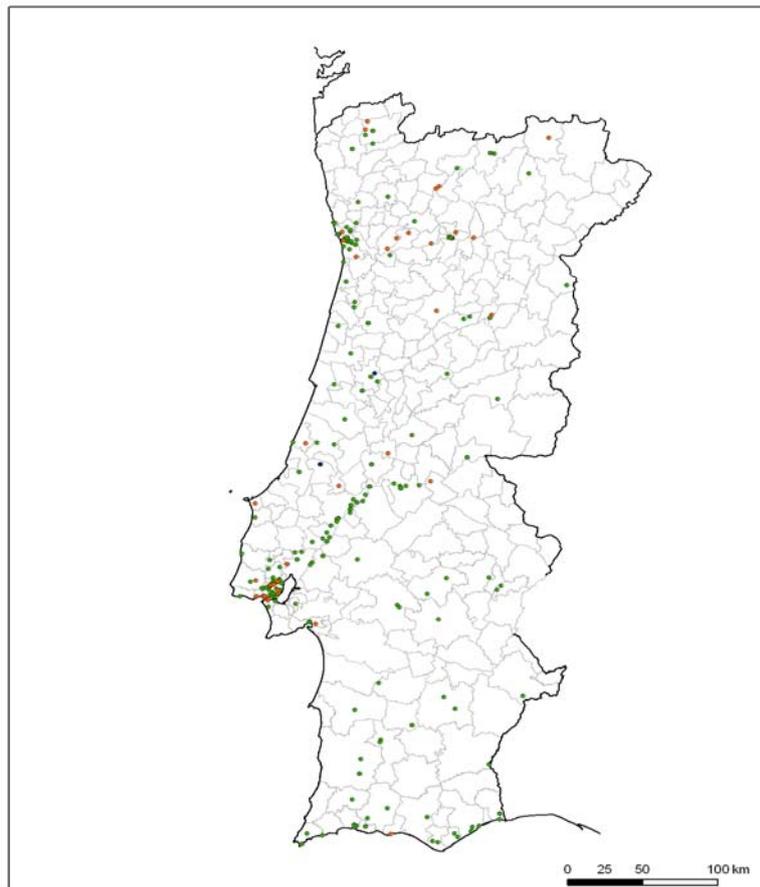


Figura 5. Distribuição espacial de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso em Portugal Continental no período 1970-2006. Os pontos laranja correspondem a movimentos de massa, os pontos verdes a cheias e os pontos azul-escuro a ocorrências conjuntas de cheias e movimentos de massa.

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 evidenciam uma distribuição mais dispersa por todo o território nacional.

A Figura 6 sistematiza a distribuição espacial dos eventos hidro-geomorfológicos por intervalos de 10 anos, entre 1970 e 1999, e nos últimos 7 anos do período em análise.

A década de 1970 ficou marcada, sobretudo, pela ocorrência de cheias no vale do Tejo e pela concentração de movimentos de massa na área da Grande Lisboa. Os eventos em causa ocorreram maioritariamente na sequência de dois Invernos rigorosos, em Março de 1978 e no ano hidrológico seguinte, em Dezembro de 1978 e Fevereiro de 1979.

A década de 1980 foi aquela que, no período em análise, registou um menor número de eventos hidro-geomorfológicos danosos: 7 movimentos de massa e 44 episódios de cheia. No entanto, verificaram-se nesta década dois períodos marcados por precipitações muito intensas que geraram cheias rápidas, que justificam, em larga medida, a distribuição observada: em Novembro de 1983 ocorreu uma cheia rápida na região de Lisboa; e em Novembro/Dezembro de 1989 as chuvadas originaram problemas em várias regiões do país, mas sobretudo no Algarve.

A década de 1990 evidencia um padrão de distribuição dos movimentos de massa semelhante ao verificado nos anos de 1970, com a principal concentração na Área Metropolitana de Lisboa. Os episódios de cheia foram principalmente importantes na região de Lisboa e vale do Tejo (principalmente em Janeiro de 1996), mas também na região do Baixo Alentejo e Algarve (na sequência das chuvas muito intensas verificadas em Novembro de 1997).

Os primeiros 7 anos do início do século XXI registaram mais eventos que qualquer das décadas atrás descritas, totalizando mais de um terço do conjunto dos casos registados. Entre 2000 e 2006 ocorreram 26 movimentos de massa e 62 episódios de cheia, com consequências danosas corporais e/ou sociais. No que respeita à distribuição espacial destas ocorrências, para além de uma concentração na área metropolitana do Porto, que era pouco relevante nas décadas anteriores, salienta-se uma dispersão assinalável por todo o território nacional. Este facto contrasta com o verificado nas 3 décadas anteriores em que, embora com diferenciações geográficas, se verificou uma tendência para a concentração regional dos eventos hidro-geomorfológicos com consequências danosas.

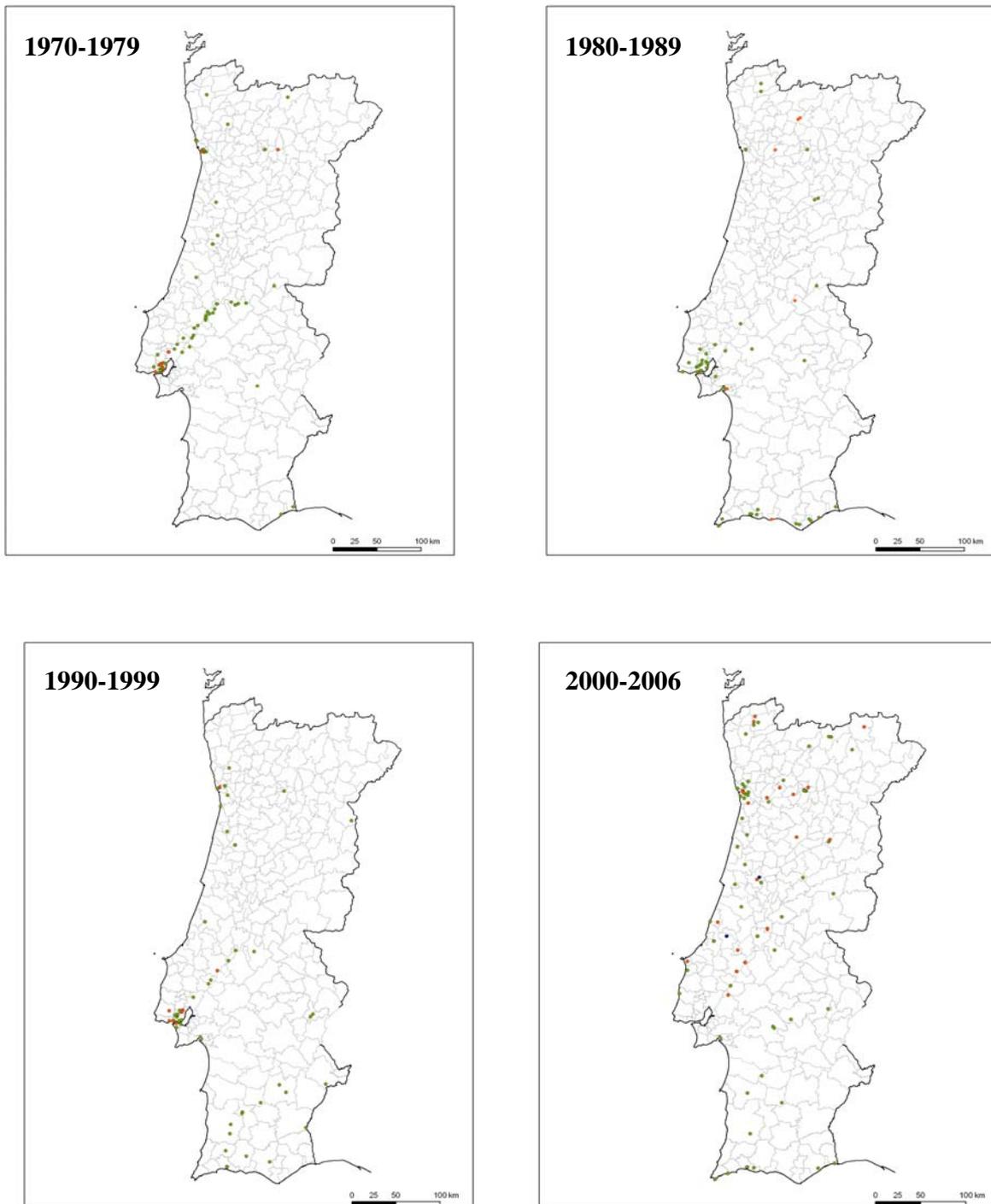


Figura 6. Distribuição espacial de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso nas décadas de 1970, 1980, 1990 e no período 2000-2006. Os pontos laranja correspondem a movimentos de massa, os pontos verdes a cheias e os pontos azul-escuro a ocorrências conjuntas de cheias e movimentos de massa.

A modificação do padrão espacial no século XXI, associada ao aumento do número de ocorrências, não tem, por enquanto, uma explicação definitiva. No entanto, admitindo que não existiu uma modificação assinalável na incidência espacial dos factores desencadeantes dos fenómenos perigosos, ela indicia o incremento das situações de risco, decorrentes do aumento da vulnerabilidade, associada à ocupação crescente de territórios perigosos. Resta determinar em que medida a deficiente utilização do território (e.g. impermeabilização das pequenas bacias hidrográficas, canalização mal dimensionada de ribeiras, abertura de taludes em vertentes potencialmente instáveis, entre outros) tem contribuído para incrementar a própria magnitude dos fenómenos naturais que originam os danos.

3.3. As consequências dos eventos hidro-geomorfológicos

Nos 37 anos abrangidos por esta investigação os eventos hidrológicos e geomorfológicos foram responsáveis por 156 mortes (média de 4 mortes por ano), 89 feridos e 9 desaparecidos (Fig. 7). O número de evacuados e desalojados reportados ascendeu a 7.065 e 8.077, respectivamente.

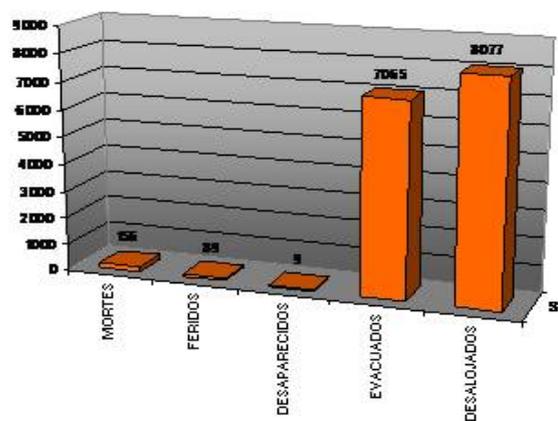


Figura 7. Danos corporais e sociais decorrentes dos eventos hidro-geomorfológicos no período 1970-2006.

Como resulta evidente da confrontação entre a Figura 2 e a Figura 8, os eventos hidro-geomorfológicos não provocam mortes sempre que ocorrem. Verificaram-se 26 eventos com vítimas fatais (9,8% do total das ocorrências), em 17 anos da série estudada (46% do total dos anos).

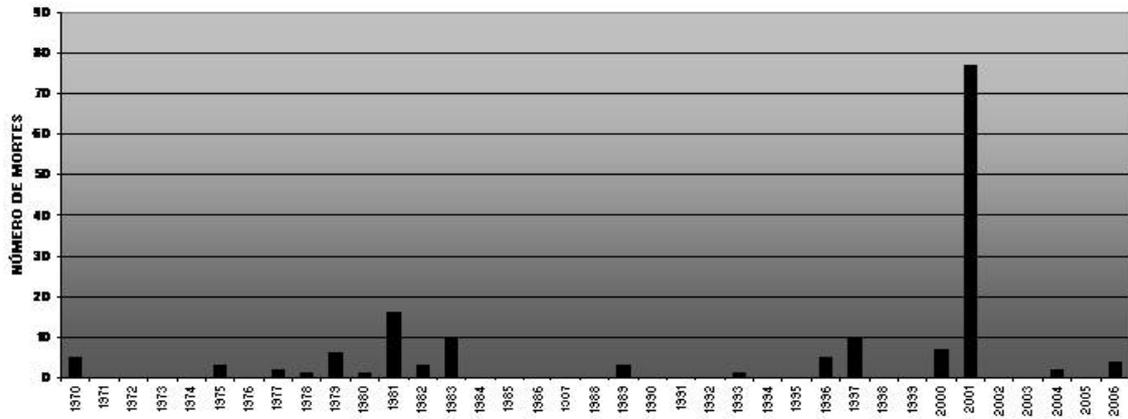


Figura 8. Número total de mortes provocadas por eventos hidro-geomorfológicos no período 1970-2006.

O número de vítimas mais elevado ocorreu em 2001 e resulta, no essencial, do episódio de Entre-os-Rios, em que faleceram 68 pessoas na queda da ponte Hintze Ribeiro associada à cheia do rio Douro. Abstraindo desta ocorrência particular e excepcional, verifica-se que existe uma relativa igualdade na distribuição das restantes vítimas mortais registadas pelos fenómenos naturais considerados, com predomínio da instabilidade geomorfológica: movimentos de massa, 46 vítimas; cheias, 42 vítimas. Esta diferença é bastante acentuada se tivermos em conta o registo desigual dos casos registados para um e outro fenómeno perigoso, que determinam um índice de mortalidade por evento danoso de 0,8 para os movimentos de massa, enquanto que para as cheias esse valor é de apenas 0,2 (0,5 contabilizando o evento de Entre-os-Rios).

3.4. 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, permitindo determinar se o risco estimado é excessivo ou poderá ser tolerado. Os critérios do risco adoptados 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 e zona ALARP (*as low as reasonably practicable*). Na zona inaceitável, o risco não pode ser justificado, excepto em circunstâncias excepcionais. Na zona ALARP o risco é tolerado desde que exista um benefício líquido associado ao risco, e quando a

redução do risco não é praticável, ou é desproporcionada em termos de custos por comparação com as vantagens que proporciona.

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

A Figura 9 representa as curvas F-N dos eventos hidrológicos e geomorfológicos verificados em Portugal continental no período entre 1970 e 2006 e a respectiva comparação com o critério de aceitabilidade social do risco do governo de Hong Kong. As curvas F-N foram construídas para todos os eventos registados (função de probabilidade $y = 0,7047x^{-0,8848}$, $R^2 = 0,8721$), e separadamente para as cheias (função de probabilidade $y = 0,3755x^{-0,7569}$, $R^2 = 0,7569$) e movimentos de massa (função de probabilidade $y = 0,4549x^{-1,1108}$, $R^2 = 0,9551$). Da leitura da Figura 9 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.

5. Considerações finais

Os resultados desta investigação, ainda preliminares, permitem-nos afirmar que a ocorrência de eventos hidro-geomorfológicos com consequências danosas em Portugal Continental foi relevante nas últimas décadas, como o atesta a média de 7 eventos/ano num total de 37 anos. Adicionalmente, os dados obtidos até ao momento parecem indicar um incremento na frequência de ocorrência destes eventos com o tempo, com os valores mais elevados a verificarem-se após a primeira metade da década de 1990.

Os eventos hidro-geomorfológicos com consequências danosas têm ocorrido mais frequentemente nas áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto, ao longo do vale do Tejo e no litoral algarvio. As ocorrências verificadas nos primeiros 6 anos do século XXI, para além de mais numerosas, denunciam uma dispersão territorial notável, em contraste com os padrões espaciais observados nas 3 décadas anteriores. Numa época em que o tema das alterações climáticas domina a agenda internacional, a mudança de padrão da distribuição espacial de

eventos hidro-geomorfológicos no sentido da dispersão, a confirmar posteriormente com o aprofundamento desta investigação, vai constituir um problema acrescido para as autoridades responsáveis.

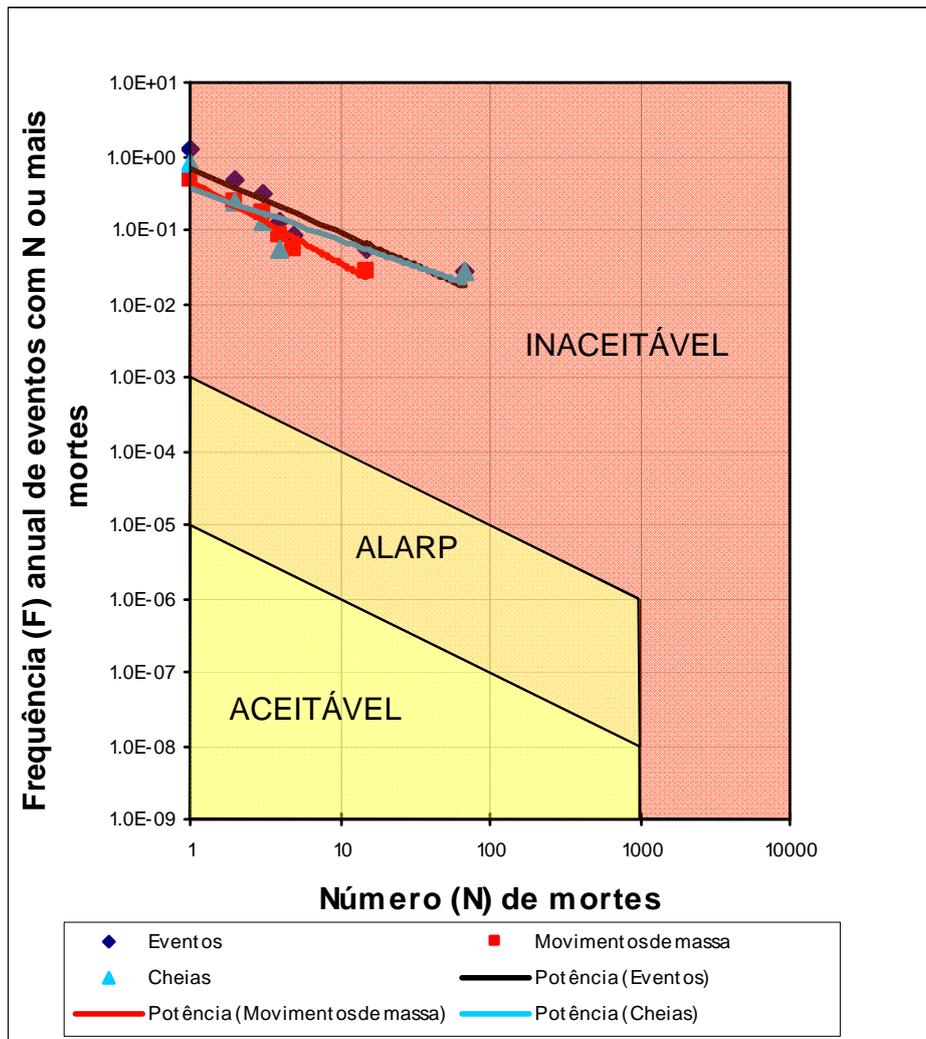


Figura 9. Curvas F-N (frequência vs. consequências) dos eventos hidro-geomorfológicos no período 1970-2006 e Critério de aceitabilidade social do risco do governo de Hong Kong (Hong Kong Government Planning Department, 1994)

As cheias e os movimentos de massa foram responsáveis por 156 vítimas fatais, o que corresponde a 4 mortos por ano. A aplicação do critério de aceitabilidade social do risco demonstra, de forma clara, que os riscos para a vida humana decorrentes dos fenómenos hidrológicos e geomorfológicos em Portugal são inaceitáveis, de acordo com os padrões

internacionais. Deste modo, os resultados apresentados justificam o desenvolvimento e implementação de medidas eficazes de prevenção e mitigação dos desastres naturais, por parte das entidades responsáveis.

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*, 7, p. 271-281.

Devoli, G.; Strauch, W.; Chávez, G.; Høeg, K. (2007) - A Landslide database for Nicarágua: a tool for landslide-hazard management, *Landslides*, 4 (2), p. 163-176.

Guzzetti, F.; Tonelli, G. (2004) - Information system on hydrological and geomorphological catastrophes in Italy (SICI): a tool for managing landslide and flood hazards, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4, p. 213-232.

Health and Safety Executive (HSE) (1992) – The tolerability of risk from nuclear power stations, HMSO, London, UK.

Hong Kong Government Planning Department (1994) – Chapter 11: Potentially hazardous installations. In: Hong Kong Planning Standards and Guidelines. Hong Kong Government, Hong Kong, p. 12-19.

<http://www.cedd.gov.hk/eng/services/index.htm>

<http://www.drgeorgepc.com/NaturalDisasters.html>

<http://www.portugal.gov.pt>

<http://www.unisdr.org/>

<http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng%20home.htm>