



Susana Pereira,
CEG, Riskam; CEGOT, Dynat ~ spereirageo@gmail.com

Carlos Bateira,
CEGOT, Dynat ~ carlosbateira@gmail.com

Mónica Santos,
CEGOT, Dynat ~ monica.s.m.santos@gmail.com

Laura Soares,
CEGOT, Dynat ~ lmpsoares@gmail.com

Luciano Martins,
CEGOT, Dynat ~ lumartinsgeo@gmail.com

BDMV-N: contributo para uma base de dados de desastres naturais de origem hidro-geomorfológica em Portugal (Disaster)

Riscos Naturais e Ordenamento do Território

Introdução

A década de 90 do século XX foi declarada pelas Nações Unidas como a Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (IDNDR, 1995). No seu âmbito foi definido o conceito de desastre natural como *“uma séria interferência no funcionamento de uma comunidade ou sociedade, causando perdas humanas, materiais, económicas ou ambientais generalizadas que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade recuperar, utilizando apenas os próprios recursos”* (ISDR, 1999). Nesta perspectiva, o conceito de desastre natural inclui os impactos negativos directos e indirectos na sociedade, em termos económicos, sociais e ambientais, resultantes da ocorrência de um processo natural perigoso (Alexander, 2000; Wisner et al., 2004).

O crescimento exponencial dos desastres naturais a nível mundial nas últimas décadas, pode estar relacionado com diferentes tipos de factores que devem ser avaliados. No caso dos desastres de origem hidro-meteorológica (exemplo das cheias, inundações e tempestades), o aumento da sua frequência e magnitude pode, segundo alguns autores, estar relacionado com as alterações climáticas (Santos e Miranda, 2006). Mas Hervás (2003) defende que o aumento do número de desastres naturais pode ser associado a um incorrecto planeamento do uso do solo, implicando um acréscimo do risco de exposição e vulnerabilidade da população, principalmente em grandes áreas metropolitanas e ao longo das zonas costeiras. Efectivamente, durante os últimos 50 anos, cresceram as evidências do efeito da acção humana no ambiente natural global e na possibilidade de certos tipos de desastres naturais aumentarem como consequência da acção humana, como por exemplo as cheias (Guha-Sapir et al., 2004). Contudo, não há evidências suficientes sobre o acréscimo de actividade relacionada com processos naturais ligados à geodinâmica interna (exemplo: sismos, tsunamis, erupções vulcânicas) (Alcántara-Ayala, 2002).

Independentemente das suas causas, o aumento de desastres naturais a nível mundial acompanhado pela perda de vidas humanas e acréscimo da população afectada, criaram grandes desafios à redução dos desastres naturais e mitigação das suas consequências. As alterações climáticas, a degradação ambiental, o impacto de epidemias e ausência de planeamento e ordenamento na localização das populações contribuíram para aumentar a vulnerabilidade, principalmente nos países em desenvolvimento (Tschoegl et al., 2006).

Por estes motivos, foi reconhecida a importância da gestão dos desastres naturais e a implementação de medidas de protecção das populações mais vulneráveis. A recolha sistemática de informação sobre a frequência e impacto destes processos fornece aos governos e instituições uma ferramenta importante para a planificação das suas actividades (Tschoegl et al., 2006). A construção de bases de dados de desastres é decisiva para a gestão do risco, pois mostra a relação entre a ocorrência de processos naturais perigosos e a exposição dos elementos vulneráveis (e.g. populações, povoações e actividades), quantificáveis em perdas humanas e materiais.

O inventário e a construção de bases de dados sobre desastres naturais foram amplamente desenvolvidos nas últimas décadas, tendo em conta diferentes objectivos. Contudo, até ao momento não existe um consenso quanto à melhor prática para a recolha de informação, processo complexo devido a limitações de tempo, fundos, definição concreta dos tipos de ocorrências, metodologias, fontes e pontos de informação recolhidos (Tschoegl et al., 2006).

Este artigo tem como objectivo principal a análise da principal base de dados de desastres naturais a nível internacional e bases de dados de riscos naturais à escala nacional, destacando-se os movimentos de vertente e as cheias. Estes exemplos servirão de base para a construção da base de dados *Disaster* que começou a ser desenvolvida a partir de Março de 2010, com o objectivo de reunir informação sobre ocorrências hidrológicas e geomorfológicas em Portugal Continental.

Apresenta-se ainda a estrutura e organização da base de dados de movimentos de vertente da Região Norte (BDM-N), elaborada no âmbito da dissertação de doutoramento de Pereira (2010), destacando-se alguns resultados sobre a classificação dos principais tipos de movimentos, sua distribuição espacial e temporal e principais danos causados. Estas ocorrências serão integradas na base de dados *Disaster*, de acordo com uma selecção efectuada tendo em conta o conceito de Desastre aplicado à realidade nacional.

1. Base de dados de desastres e de riscos naturais

1.1. Bases de dados internacionais

A nível internacional existem vários exemplos de bases de dados de desastres naturais e tecnológicos, pertencentes a organismos sem fins lucrativos (e.g. EM-DAT e a ARDC-GLIDE), a instituições universitárias (e.g. Universidade Católica de *Louvain* na Bélgica, Carolina do Sul e Universidade de *Richmond* na Virgínia), a companhias de Seguros (NatCat da Companhia de Seguros MünchenRe e Sigma da Companhia de Seguros SwissRe), instituições de caridade e assistência humanitária (e.g. BASICS) e Agências das Nações Unidas.

As bases de dados têm características distintas em função de finalidades específicas e estão disponíveis online, ainda que por vezes com limitações na pesquisa (e.g. bases de dados das companhias de seguros). As suas fontes de informação e critérios de inclusão nem sempre são os mais claros, destacando-se, pela positiva, a base de dados EM-DAT (*Emergency Disasters DataBase*) por apresentar com mais clareza os seus critérios de inclusão de eventos e a lista de fontes utilizadas.

Refira-se, ainda, que as bases de dados de desastres naturais registam eventos com importância à escala mundial ou regional e servem particularmente pressupostos de gestão da ajuda internacional, assistência médica e previsão do alastramento de efeitos secundários a países terceiros.

Neste domínio, a mais importante base de dados internacional de desastres naturais e tecnológicos é a EM-DAT¹. Implementada desde 1988 pela Organização Mundial de Saúde e o Centro de Investigação de Epidemiologia dos Desastres (CRED) da Universidade Católica de *Louvain* (Bélgica) inclui cerca de 18 000 registos de desastres naturais e tecnológicos, desde 1900 até ao presente.

A EM-DAT foi criada com objectivos de acção humanitária, no sentido de racionalizar a tomada de decisões, assim como fornecer uma base objectiva para a avaliação da vulnerabilidade e o estabelecimento de prioridades para a gestão do socorro e emergência. Recorre a várias fontes de informação, prioritariamente agências da ONU (UNEP, OCHA, WFP e FAO), mas também entidades governamentais e organizações não governamentais, companhias de seguros (*Lloyds*), centros de investigação e agências noticiosas.

A inclusão de registos de catástrofes nesta base de dados, deve obedecer a um dos seguintes critérios: registo de 10 ou mais mortos; 100 ou mais pessoas afectadas; declaração de estado de emergência; ou pedido de assistência internacional. Tendo em conta estes critérios de selecção, a EM-DAT fornece uma observação global dos desastres naturais e tecnológicos desagregados ao nível do país. Por esse motivo, alguns eventos ocorridos em pequenas áreas não são reportados na base de dados, o que impede a análise dos desastres a uma escala local.

Esta base de dados é actualizada diariamente e os dados estão acessíveis ao público um mês depois de serem validados. O registo dos eventos inclui o tipo de evento, a sua localização, a data de ocorrência, o número de mortos, de feridos, desalojados e de pessoas afectadas, bem como o custo estimado dos danos (Tschoegl et al., 2006). Assim, a pesquisa pode ser efectuada por qualquer um destes campos, sendo possível analisar a evolução do número de registos e das consequências dos vários tipos de desastres, em função da sua distribuição temporal e espacial. Do conjunto dos eventos naturais que integram a base de dados, os movimentos de vertente encontram-se entre aqueles que causaram menos mortos e população afectada e têm menos registos de ocorrências na EM-DAT. No entanto, há que ter presente que os registos dos desastres associados aos movimentos de vertente estão subavaliados, devido à atribuição frequente destas ocorrências ao mecanismo desencadeante (e.g. sismo, tempestade). Aliás, a própria tipologia destes processos aponta neste sentido, uma vez que estes se encontram separados entre movimentos de vertente em ambiente seco (desencadeados por sismos) e húmido (desencadeados pela precipitação).

1.2. Base de dados nacionais²

Durante a década de 90 do século XX as bases de dados foram, progressivamente, ligadas aos SIG, permitindo melhorar a análise espacial de resultados. Além disso, e devido ao recente desenvolvimento de aplicações *WebSIG*, é mais fácil disponibilizar parcialmente ao público as bases de dados cartográficas e de ocorrências, como se observa nos exemplos Francês, Italiano e Inglês (Pereira, 2010).

A criação e manutenção de bases de dados sobre riscos naturais constituem um importante repositório de informação, que é essencial para a previsão da probabilidade espacial e temporal de ocorrência de diferentes tipos de processos naturais perigosos. É importante que existam bases de dados com diferentes níveis de resolução espacial para diferentes aplicações.

As bases de dados de riscos naturais nacionais servem principalmente dois propósitos fundamentais: a previsão espacial e temporal a nível do ordenamento do território e a gestão da emergência a nível da protecção civil. Pode referir-se, a título de exemplo, as bases de dados dos EUA (SHELDUS, *Spatial Hazard Event and Losses database for the United States*), do

¹ A base de dados EM-DAT está disponível online, podendo ser consultada em <http://www.emdat.be/>

² Existem vários exemplos de bases de dados nacionais sobre riscos naturais. No Canadá estas bases de dados são geridas pela Protecção Civil, em Itália por grupos de investigação em colaboração com a Protecção Civil e em França e Inglaterra são geridas por organismos públicos.

Canadá (CDD, *Canadian Disaster Database*), da Austrália (EMA, *Emergency Mangement Australia*)

Na Europa, a Comissão Europeia salientou recentemente que a monitorização, uniformização e recolha de informação de riscos naturais e tecnológicos deve ser uma prioridade (ECDGE, 2008).

O caso italiano é um dos bons exemplos a ser citado. Em Itália foi realizado um esforço de produção, exploração e disseminação da informação sobre desastres naturais, nomeadamente sobre cheias e movimentos de vertente. Este trabalho foi levado a cabo por uma equipa multidisciplinar de investigadores, que trabalham numa base de dados histórica sobre cheias e movimentos de vertentes, sob alçada da Protecção Civil Italiana (Guzzetti, 2000; Guzzetti e Tonelli, 2004; Guzzetti, et al., 2005).

O Sistema de Informação de Catástrofes Hidrológicas e Geológicas (SICI) foi idealizado e é gerido pelo *Gruppo Nazionale per la Difesa dalla Catastrofi Idrogeologiche* (GNDCI) e pelo *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (CNR). Estes organismos foram responsáveis pela recolha de dados sobre desastres de natureza hidrológica e geológica.

Esta base de dados de informação histórica de movimentos de vertente e cheias em Itália começou a ser implementada em 1990, a partir do Conselho de Investigação Nacional (AVI), respondendo às solicitações do Ministério da Protecção Civil Italiana para a avaliação do risco de movimentos de vertente e cheias em Itália. A base de dados foi alvo de sucessivas actualizações ao longo dos anos. Ao arquivo AVI inicial foram acrescentadas outras bases de dados com informação sobre os danos causados pelos processos em causa, valores de escoamento diários e medições do transporte sólido, bibliografia relevante e o catálogo da legislação Nacional sobre a perigosidade e riscos hidrológicos e geológicos. O conjunto destas bases de dados constitui o SICI. Actualmente, o SICI é o maior repositório de informação histórica sobre movimentos de vertente e cheias na Itália, com eventos desde 1900 até à actualidade.

A *homepage* do SICI pode ser consultada em função dos dados históricos, dados bibliográficos, GNDCI, dados hidrológicos, normativas e cartografia (SICI, 2009). O SICI está disponível online no seguinte endereço: <http://sici.irpi.cnr.it>. Existe ainda um endereço na internet (<http://sicimaps.irpi.cnr.it>) que permite explorar os mapas de distribuição dos locais afectados por cheias e movimentos de vertente históricos em Itália, baseado num *Web Map Server* em SIG. Aqui é possível consultar a informação geográfica sobre o catálogo mais completo de movimentos de vertente e cheias históricas na Itália. É possível visualizar, ao nível do município, a localização dos eventos de movimentos de vertente e cheias, o número de eventos, a densidade de eventos, a carta da probabilidade de eventos hidrológicos e geológicos (movimentos de vertente e cheias) para diferentes períodos temporais (5, 10 e 25 anos) e os eventos de movimentos de vertente e cheias que produziram danos corporais e sociais.

Neste *Web SIG*, quando se visualizam os mapas também é possível realizar operações simples de consulta da base de dados, para se obter informação desagregada espacialmente ao nível do município, região e província sobre número de eventos, tipo de eventos, datas de ocorrência, anos e meses de ocorrência e número de vítimas (mortos, feridos e desalojados).

A base de dados SICI é um bom exemplo a ser seguido ao nível nacional, quando se pretende analisar a distribuição espacial e temporal dos eventos hidrológicos e geológicos, os seus factores condicionantes e desencadeantes, a perigosidade associada aos processos, os danos provocados e o estudo da vulnerabilidade das populações a diferentes tipos de processos.

1.3. Base de dados em Portugal

Actualmente ainda não existe em Portugal uma base de dados nacional oficial sobre ocorrências hidro-geomorfológicas. No entanto, existem algumas bases de dados de desastres naturais e riscos hidro-geomorfológicos a nível regional, em universidades com fins confinados à investigação ou trabalho científico.

Um desses exemplos é a base de dados de Quaresma (2008), que, na sua dissertação de mestrado, apresenta um inventário e análise sobre eventos hidro-geomorfológicos com carácter

danoso em Portugal Continental entre 1900 e 2007. Neste trabalho foram reunidos 1018 eventos hidro-geomorfológicos, dos quais 82% correspondem a cheias e o restante a movimentos de massa. No trabalho de inventário foram consideradas todas as ocorrências encontradas na imprensa escrita nacional diária de carácter generalista, das quais resultaram mortes, feridos, desaparecidos, evacuados e desalojados.

Os resultados do trabalho de Quaresma (2008) permitem obter algumas indicações sobre a distribuição temporal e espacial dos eventos hidro-geomorfológicos e do tipo de danos provocados. De acordo com os critérios da EM-DAT, neste trabalho identificam-se 17 eventos hidro-geomorfológicos que podem ser considerados desastres naturais nos 107 anos de pesquisa. A maior concentração de eventos encontra-se entre 1940 e 1970, podendo considerar-se que o início do século XXI regista igualmente um número bastante elevado. A nível temporal o período mais favorável à ocorrência de eventos hidro-geomorfológicos com consequências danosas corresponde sazonalmente ao Outono e Inverno, e, a nível espacial, a maior parte das cheias estão dispersas pelo Continente, enquanto os movimentos de massa se localizam predominantemente a Norte do Tejo.

Os eventos hidro-geomorfológicos com maiores danos e consequências directas sobre a população ocorreram na área metropolitana a Norte de Lisboa, no Vale inferior do Tejo, no Vale do Douro, na região do Porto e na área de Coimbra, verificando-se que as cheias foram responsáveis pelo maior número de mortes, embora, em termos relativos, os movimentos de massa tenham provocado vítimas mortais com maior frequência.

Os concelhos com um maior número de ocorrências e recorrências são Lisboa, Coimbra, Porto, Santarém, Abrantes, Vila Franca de Xira, Almada e Peso da Régua.

Actualmente, este trabalho está a ser complementado com outras fontes de informação e aprofundado no âmbito do Projecto de investigação *Disaster* – Desastres Naturais de origem hidro-geomorfológica em Portugal: base de dados de SIG para apoio à decisão no ordenamento do território e planeamento de emergência (PTCD/CS-GEO/103231/2008) financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Uma das formas de complementar a informação para a construção de uma base de dados nacional de eventos hidrológicos e geomorfológicos, consiste na incorporação de registos existentes em bases de dados pré-existentes, como é o caso da Base de Dados de Movimentos de Vertente da Região Norte (BDMV-N) elaborada no âmbito da dissertação de doutoramento de Pereira (2010). Assim, analisamos seguidamente a estrutura e alguns dos principais resultados desta base de dados e discutimos a forma como os seus dados podem ser integrados na base de dados *Disaster*.

2. Base de dados de movimentos de vertente no Norte de Portugal

A frequência de ocorrência dos movimentos de vertente numa região pode dar indicações importantes quanto à probabilidade de ocorrência de novos eventos.

Na Região Norte de Portugal existem vários indícios geomorfológicos e relatos históricos de movimentos de vertente responsáveis por graves perdas humanas e materiais. Mas, até à data, esta informação estava dispersa em diversas fontes e formatos de dados e não permitia um verdadeiro conhecimento das condições de instabilidade de vertentes nesta região (Pereira, 2010).

2.1. Estrutura da BDMV-N

O período de concepção, implementação e análise de resultados da base de dados de movimentos de vertente, passou por 6 fases principais: (1) Modelação da estrutura da base de dados; (2) Pesquisa de ocorrências em diversas fontes; (3) Compilação de informação cartográfica; (4) Preenchimento da base de dados e classificação das ocorrências; (5) Georeferenciação das ocorrências; e (6) Análise dos resultados.

Como já referimos, a área de estudo corresponde à Região Norte de Portugal (NUT II Norte). Neste contexto, a BDMV-N foi concebida para armazenar, modelar e visualizar informação espacial e mapas temáticos para a análise do risco a movimentos de vertente à escala regional, tendo em conta os principais factores condicionantes (morfologia, geologia e declives), factores desencadeantes (precipitação ou a actividade antrópica) e danos causados.

Pretendeu-se que esta base de dados fosse uniformizada e permitisse uma permanente actualização à medida que se registassem novas ocorrências. Para facilitar o processo de preenchimento da base de dados em Access, elaboraram-se 4 formulários: ocorrências, danos, intervenção antrópica e material movimentado.

O Formulário de Ocorrências (Fig.1) destina-se à identificação, localização e caracterização de cada movimento de vertente, sendo constituído pelos seguintes campos: descrição, código, ligação para fotos, ligação para mapas, ano e mês de ocorrência, distrito, concelho, código de freguesia, freguesia, coordenadas X e Y (HGM), observações da localização, folha da carta militar, tipologia de movimento, observações sobre a tipologia de movimento, idade, velocidade, estado de actividade, estilo, distribuição, número de ocorrências, observações, data de início de actividade, hora de início de actividade, data de recorrência, hora de recorrência, fonte e data da fonte, mapa e fotografia do movimento.

MOVIMENTOS DE VERTENTE NA REGIÃO NORTE

Ocorrências

Código de Movimento: 97
Descrição: ALVAÇÕES DO CORGO
Distrito: VILA REAL
Código de Distrito: 170
Concelho: SANTA MARTA DE PENAGUIAO
Código de Concelho: 1711
Freguesia: Alvações do Corgo
Código de Freguesia: 171101
Observações da Localização: Lugar de Azinheira, freguesia de Alvações do Corgo
Coordenada X (HGM): 231325
Coordenada Y (HGM): 470325
Folha I: 25000 (C. Militar): 127
Velocidade: MUITO RÁPIDO (m/min)
N.º de Recorrências: 0
Tipo de Movimento: fluxo de detritos
Observações sobre tipo de movimento:
Estado de Actividade: estabilizados
Estilo: simples
Distribuição: avanço
Fonte: Jornal de Notícias; Liliana Machado e José Gomes
Data da Fonte: 27-01-2001

Foto:

Mapa:

Data de Início de Actividade: 26-01-2001
Hora de Início de Actividade: 18:00
Ano: 2001
Mês: 1
Data de Recorrência:
Hora de Recorrência:
Fotos: <C:\Documents and Settings\Susana>
Mapas: <C:\Documents and Settings\Susana>

MENÚ PRINCIPAL | SAIR

Figura 1 – Formulário de Ocorrências da BDMV-N

O Formulário de Danos foi criado para o registo do tipo de danos provocados pelos movimentos de vertente, com os seguintes campos: código do movimento de vertente, descrição,

código de danos, tipo de danos segundo Leóne (1996) ocorrência (descrição), número de mortes, número de feridos, número de desalojados, corte de linha férrea, corte de estrada, edifícios destruídos e fonte da informação.

O Formulário de Material Movimentado, destina-se ao registo do tipo de materiais e morfometria do movimento, contemplando os campos: código do movimento de vertente, código de material movimentado, distância máxima percorrida, área afectada, volume do material afectado, largura máxima, largura mínima, comprimento, diâmetro e observações.

O Formulário de Intervenção Antrópica é aplicado no registo do tipo de intervenções antrópicas realizadas, que podem ter contribuído para o desenvolvimento do movimento de vertente ou agravamento das suas consequências. Tem os seguintes campos: código do movimento de vertente, descrição, código de intervenção antrópica, tipo de intervenção antrópica, data da intervenção e observações.

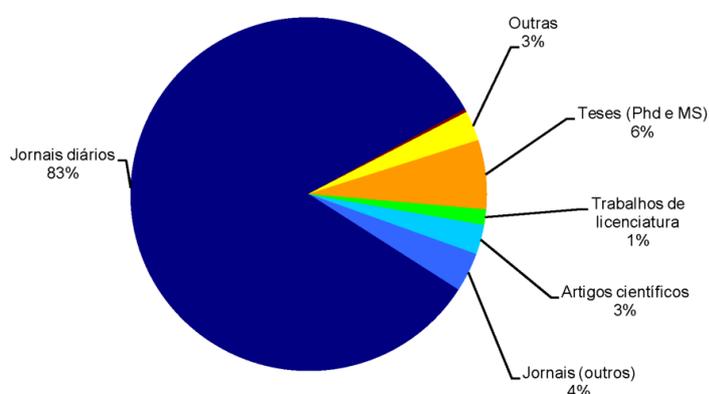
Posteriormente, a base de dados em Access foi ligada ao SIG e passou a incorporar informação gráfica e alfanumérica, organizando-se como uma *Geodatabase*. A estrutura da base de dados foi definida de forma a permitir acrescentar novas informações e facilitar operações de consulta.

2.2. Fontes de dados

Os registos de movimentos de vertente passados, podem ser pesquisados em diversas fontes de informação: fotografias áreas antigas, diferentes edições de mapas topográficos, imagens de satélite, periódicos locais, relatórios técnicos, artigos científicos, jornais diários e registos dos bombeiros e protecção civil.

No entanto, a maior parte das fontes atrás referidas descreve apenas eventos extremos que provocaram danos nas populações e/ou perturbações nas actividades económicas e transportes. Apesar da falta de consenso na comunidade científica sobre o grau de credibilidade de certas fontes, alguns investigadores tentaram reconstruir os eventos históricos de movimentos de vertente em áreas mais propensas aos processos em causa, considerando que estes tipos de inventários são úteis na avaliação da perigosidade a movimentos de vertente a várias escalas de análise (e.g. Guzzetti et al., 1994; Cruden, 1996; Guzzetti, 2000; Glade, 2001; Calcaterra et al., 2002).

É relevante realizar este levantamento e a caracterização dos movimentos registados, uma vez que pouco tempo após a sua ocorrência deixam quase de ser reconhecidos na paisagem, visto que experimentam uma evolução geomorfológica rápida (que elimina os vestígios da cicatriz e outros elementos identificativos), associada ao crescimento da vegetação, a limpeza dos materiais mobilizados e até a reconstrução de habitações, patamares agrícolas, muros e estradas destruídas (Pereira, 2010).



O período de pesquisa da BDMV-N abrange 107 anos, desde 1900 até 2007. As principais fontes de dados (Fig. 2) utilizadas foram trabalhos académicos, artigos publicados, trabalhos de alunos da licenciatura, artigos de jornal, fotografias, jornais online e Comandos Distritais de Operações e Socorro. 83% do total das ocorrências provêm de jornais diários, seguidas pelas teses de mestrado e doutoramento (6%). Os jornais com tiragem mensal ou quinzenal e os artigos científicos

Fig. 2 – Ocorrências inventariadas por tipo de fonte de dados

forneceram 3% do total de ocorrências.

Para este período consultou-se de forma sistemática o Jornal de Notícias, por ser um jornal diário nacional de grande tiragem e com uma série bastante longa (desde 1888). Além deste, consultou-se a totalidade da série dos jornais O Público (1990 – 2007) e O Correio do Minho (1980 – 2007), este último de tiragem regional.

Nesta fase recolheu-se informação relativa às datas de início de actividade e de recorrência dos eventos, danos associados, tipo de intervenção antrópica, material movimentado, cartografia e fotografias.

É importante referir, ao nível da pesquisa efectuada nos jornais, algumas das suas limitações. Na maioria das vezes a localização dos eventos é descrita de forma vaga e incompleta, excepto quando os eventos se localizam em linhas de caminhos-de-ferro e estradas (AE, IP, IC ou EN), onde geralmente vem referido o km onde se registou a ocorrência. Além disso, não fornecem os elementos suficientes para a classificação do tipo de movimento, volume e área afectada. São também raros os casos em que os artigos de jornal mencionam uma estimativa económica dos prejuízos. Normalmente focam-se nas perdas humanas, complementadas com algumas referências a prejuízos materiais, mas raramente precisam com rigor o número de desalojados (exemplos: “vários habitantes”, “uma família inteira”).

A percepção das pessoas sobre estes acontecimentos é altamente condicionada pela dimensão do processo e áreas afectadas, número de ocorrências, grau de destruição, grau de prejuízos materiais e humanos (Bateira et al., 2005).

As notícias recolhidas constituem uma ínfima parte dos processos de evolução de vertentes que ocorreram na região, mas que pelo seu carácter destrutivo, tipo de danos e interferência no normal funcionamento das actividades económicas e na circulação de pessoas e bens, mereceram destaque nos jornais.

2.3. Classificação das ocorrências

Na BDMV-N tentou-se classificar os movimentos de vertente de acordo com os critérios propostos pela Working Party on World Landslide Inventory (WP-WLI) (1993). Contudo, foram poucos os casos em que foi possível classificar o estado de actividade com um elevado grau de certeza, devido a limitações das fontes de informação e lacunas no levantamento de terreno.

Devido ao carácter impreciso de algumas descrições, não foi possível determinar a tipologia dos movimentos para 24% do total das ocorrências inventariadas (Fig. 3). Os desabamentos de rocha ou solo representam cerca de 50% do total, secundados pelos fluxos de lama e detritos com 13% das ocorrências.

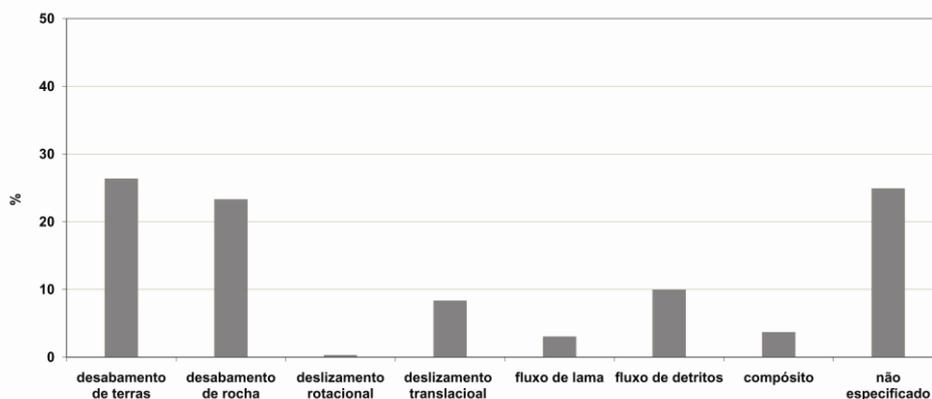


Fig. 3 – Tipos de movimentos de vertente no Norte de Portugal (1900—2007)

2.4. Análise da distribuição espacial das ocorrências

O processo de georreferenciação dos eventos, que implicou uma leitura atenta das fontes para aferir a sua localização, foi efectuada com base nas cartas topográficas do Instituto

Geográfico do Exército (1: 25 000), ortofotomapas (escala 1:5 000), mapas de estradas e linhas de caminhos-de-ferro ou no Google Earth. Para os eventos mais recentes, em que subsistiam evidências no terreno, utilizou-se o GPS para obtenção de uma localização mais precisa, com recurso a levantamentos sobre o terreno.

Em alguns casos a localização das ocorrências foi baseada no nome do lugar referido e na configuração do relevo. Mas encontraram-se inúmeras descrições que referiam toponímia que entretanto foi modificada, ou referências a lanços de linhas de caminho-de-ferro que se encontram desactivadas. Nesses casos, a georreferenciação só foi possível com o recurso a cartas topográficas mais antigas.

Na BDMV-N foram registadas 630 ocorrências de movimentos de vertente entre 1900 e 2007. Destas, 78% estão georreferenciadas com um ponto situado no centro da ruptura e os restantes no centróide da freguesia.

Do total de movimentos inseridos na base de dados, 37,4% localizam-se no Vale do Douro, 23,2% nas Montanhas, 22% na plataforma litoral e 9,6% no relevo intermédio (Fig. 4). Dos concelhos com uma maior densidade de movimentos de vertente, salientam-se: Baião, Mesão Frio, Peso da Régua e Santa Marta de Penaguião no Vale do Douro; Porto, V.N. de Gaia e Gondomar na plataforma litoral. Nas Montanhas esta distribuição justifica-se sobretudo por factores naturais, designadamente existência de vertentes complexas de forte declive, presença de mantos de alteração e condicionantes estruturais. No Vale do Douro, associa-se o facto de uma parte considerável das vertentes se encontrarem organizadas em terraços agrícolas, implicando alterações ao nível do seu comportamento hídrico, o que também favorece a instabilidade. Na plataforma litoral e no relevo intermédio os factores naturais condicionantes da ocorrência de movimentos de vertente não são tão importantes, considerando-se que a intervenção antrópica tem sido a grande responsável pelo elevado número de ocorrências, nomeadamente pela ocupação de linhas de água, modificação da topografia original (aterros e desaterros) e construção em áreas de forte declive sem estarem salvaguardadas as questões de estabilidade das vertentes (Bateira, 2001).

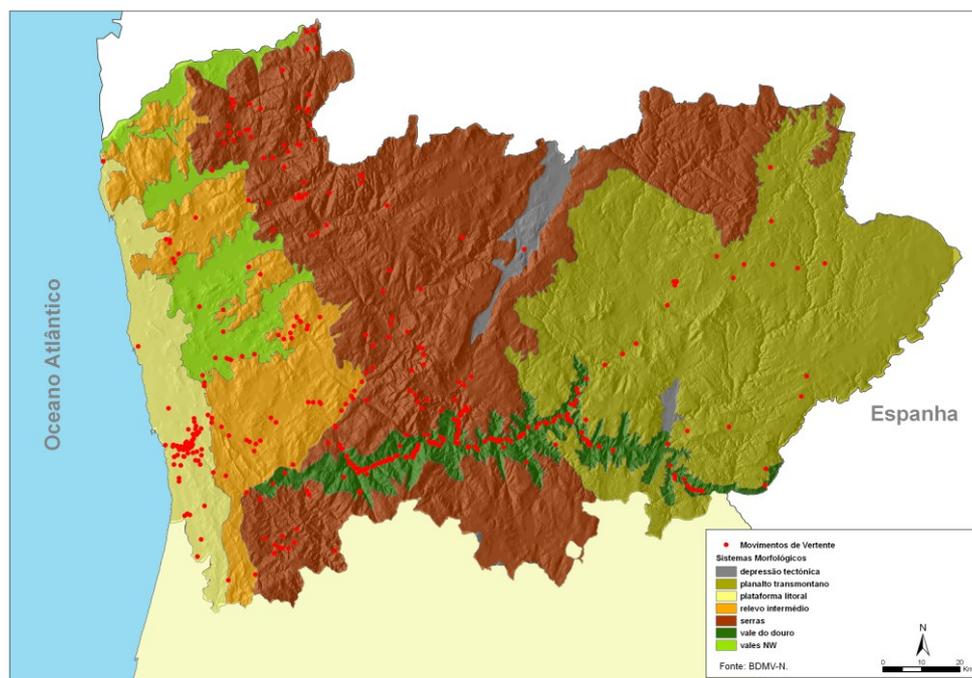


Fig. 4 – Distribuição dos movimentos de vertente no Norte de Portugal

2.5. Análise da distribuição temporal das ocorrências

Ao longo dos 107 anos em pesquisa, sobressaem 3 períodos com um maior número de eventos: a década inicial do séc. XX (principalmente 1909 e 1910), o final da década de 70 e

início da década de 80 (destacando-se o ano de 1981) e o início do séc. XXI (2000, 2001 e 2003). Neste contexto, os anos com um maior número de eventos registados na base de dados são, por ordem decrescente: 1909 (42), 2001 (40), 2003 (28), 1981 (24), 1979 (23), 2006 (23), 2002 (21), 2000 (18), 1910 (17), 1966 (16) e 1955 (15). Para esta série de eventos a média de ocorrências é de 5,4 movimentos de vertente/ano, salientando-se que apenas para 6% dos registos não foi possível obter a informação precisa sobre a sua data de ocorrência.

Distinguem-se dois grandes picos de ocorrências nos anos hidrológicos de 1909-1910 e 2000-2001, tal como Quaresma (2008) verificou, a nível nacional, para a distribuição de eventos hidro-geomorfológicos (Fig. 5). Em 95% das ocorrências identificou-se o mês, permitindo uma análise da sua distribuição sazonal, verificando-se que mais de 70% dos eventos se concentram no Outono e no Inverno, com especial relevância para os meses de Dezembro (31,8%) e Janeiro (24,5%), geralmente os mais chuvosos do ano.

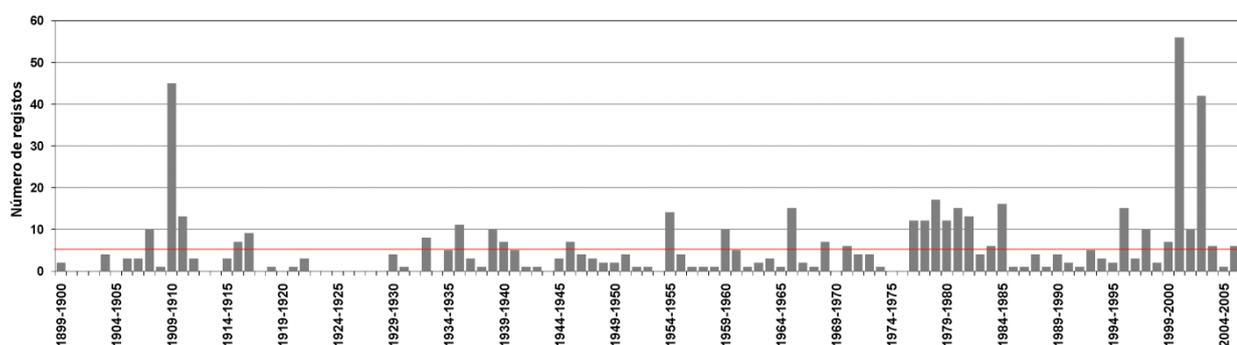


Fig. 5 - A distribuição temporal dos movimentos de vertente no Norte de Portugal registados por ano hidrológico (1900-2007); A linha vermelha representa a média anual de ocorrências

2.6. Principais tipos de danos

O desenvolvimento de grandes movimentos de vertente em áreas remotas, geralmente sem perdas materiais e humanas mas com consequências ambientais, não se encontra referenciado nas fontes consultadas (Pereira et al., 2008). Para além deste constrangimento, salienta-se ainda o facto de muitos movimentos de vertente terem ocorrido há vários anos, sendo praticamente impossível encontrar registos detalhados dos danos sobretudo nas fontes mais antigas. Apesar destas limitações, foi possível proceder à contabilização de danos directos provocados pelos movimentos de vertentes norte do país, procedimento inédito em Portugal.

Na definição da tipologia de danos a considerar na BDMV-N, foram utilizados os elementos expostos e os tipos de danos mais comuns em movimentos de vertente, referidos por Léone (1996): as pessoas, os bens físicos e as actividades e funções diversas.

O maior número de registos corresponde a danos funcionais e superficiais em infra-estruturas e estruturas (respectivamente, 33% e 30%), enquanto os danos directos sobre a população correspondem apenas a 12% das ocorrências.

Entre 1900 e 2008 registaram-se 126 mortes, 125 feridos, 495 desalojados, mais de 3 centenas de cortes de estradas e linhas de caminho-de-ferro (e.g. linha do Douro, Tua e Corgo) e a destruição de mais de uma centena de edifícios. Em média registam-se 1,2 mortes/ano e 1,1 feridos/ano, causados pelos processos de instabilidade geomorfológica em causa.

A nível espacial, os movimentos de vertente que provocaram um maior número de mortes e feridos situam-se nas Montanhas e no Vale do Douro (Fig. 6).

Do universo de 630 ocorrências, em 8,3% dos casos registaram-se mortes e em 8,5% feridos. A distribuição temporal destes eventos está relacionada com os anos em que se registaram mais movimentos de vertente (e.g. 2000, 2001, 1981), verificando-se que o enquadramento espacial do quantitativo de feridos e mortos está bastante dependente do número de habitantes das áreas afectadas.

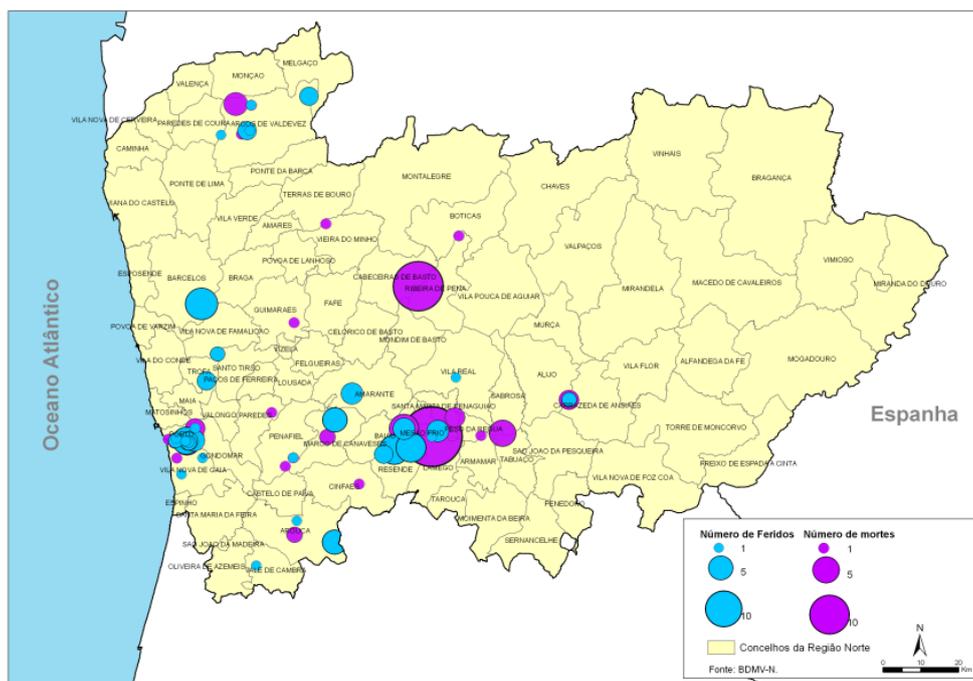


Figura 6 – Distribuição do número de feridos e de mortes causados por movimentos de vertente no Norte de Portugal (1900 – 2007)

Observa-se, ainda, que os tipos de movimentos de vertente que causaram mais vítimas mortais e feridos foram os fluxos e os desabamentos, porque são processos que atingem grandes velocidades e caracterizam-se por um forte poder destrutivo (Fig. 7). Movimentos de vertente mais lentos como os deslizamentos e os movimentos complexos, permitem que as populações fiquem de sobreaviso ou sejam alertadas a tempo da evacuação, minimizando-se os danos directos (Pedrosa, Bateira e Soares, 1995).

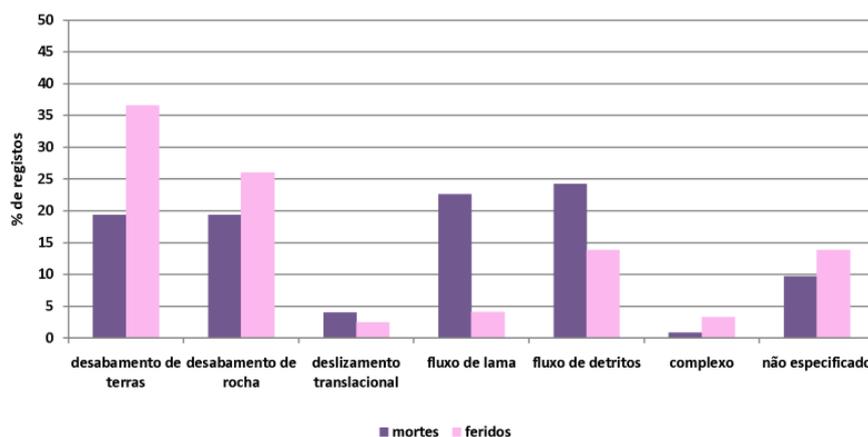


Figura 7 – Número de feridos e de mortes registados por tipo de movimentos de vertente no Norte de Portugal (1900-2007).

No que diz respeito aos danos funcionais, 13% dos movimentos registados resultaram no corte de estradas, verificando-se neste contexto que 51,2% dos casos foram provocados por desabamentos e 19% por fluxos. A duração dos cortes de estradas, com implicações nas acessibilidades e mobilidade da população, esteve directamente relacionada com o grau de destruição da infra-estrutura.

A interrupção da circulação em linhas de caminhos-de-ferro ocorreu em 37,9% dos casos de movimentos de vertente, dos quais 58,5% foram provocados por desabamentos, sobretudo na

Linha do Douro. Finalmente, em 6,4% dos movimentos registados ocorreu a destruição de edifícios, provocada principalmente por desabamentos (37,5%) e fluxos (32,5%).

3. Integração da BDMV-N no Disaster

Os resultados da BDMV-N, serão integrados na Base de Dados Disaster sobre eventos hidro-geomorfológicos a nível nacional. No entanto, esta integração não pode ser realizada de forma directa.

Enquanto a BDMV-N regista todas as ocorrências de movimentos de vertente, independentemente de terem ou não causados danos, a base de dados Disaster armazenará apenas ocorrências contempladas na definição de desastre. Note-se que a definição deste conceito constituiu uma das etapas iniciais do projecto de investigação em causa, adaptando-se as referências internacionais à realidade de Portugal.

De uma forma genérica, o conceito de desastre pode ser definido como (...) uma séria interferência no funcionamento de uma comunidade ou sociedade, causando perdas humanas, materiais, económicas ou ambientais generalizadas que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade recuperar, utilizando apenas os próprios recursos (ISDR, 1999). Se avaliarmos o número de desastres de natureza hidrológica e geomorfológica que a base de dados EM-DAT refere para o caso português, constata-se que apenas são referidas cheias (Fig. 8). Tal ocorre porque na EM-DAT os critérios de inclusão se restringem a desastres de maior dimensão e visibilidade internacional. Assim, integra apenas ocorrências que tenham registado 10 ou mais mortos, 100 ou mais pessoas afectadas, declaração de estado de emergência ou pedido de assistência internacional.

Desastre	Data	Nº Pessoas Afect.	Desastre	Data	Nº Mortos
Chela	Fev-79	25000	Chela	26-11-1967	462
Chela	Jan-79	20220	Chela	21-02-2010	32
Chela	18-11-1983	2000	Chela	29-12-1981	30
Chela	22-12-1996	2000	Chela	Jan-79	19
Chela	26-11-1967	1100	Chela	18-11-1983	19
Chela	08-01-1996	1050			
Chela	29-12-1981	900	Desastre	Data	Danos (US Dólar)
Chela	22-10-2006	240	Chela	21-02-2010	1867640
			Chela	18-11-1983	95000
			Chela	Jan-79	30000
			Chela	08-01-1996	13000

<http://www.emdat.be>

Figura 8 – Extracto do número de pessoas afectadas, número de mortos e danos causados por riscos hidrológicos retirado da base de dados EM-DAT.

Na base de dados Disaster, estará subjacente um conceito de desastre de natureza hidro-geomorfológica que contempla todas as ocorrências que tenham resultado em mortes, feridos, desaparecidos, evacuados ou desalojados, independente do número de pessoas afectadas. Considera-se que os danos directos na população (corporais ou de deslocação) são suficientes para a sua inclusão nesta base de dados, procedimento já adoptado no trabalho de Quaresma (2008).

Segundo este raciocínio, os registos existentes na BDMV-N serão seleccionados tendo em conta as premissas já referidas. Assim, de um total de 630 movimentos de vertente, identificaram-se 110 ocorrências consideradas como desastre por terem causado directamente mortos, feridos e desalojados. Destas ocorrências e como já referimos, resultaram 126 mortos, 125 feridos e 495 desalojados entre 1900 e 2008.

Mesmo assim, o trabalho de pesquisa de ocorrências de movimentos de vertente e de cheias na Região Norte e em Portugal está longe de ser concluído, devendo ser complementado com pesquisas em jornais locais e bases de dados da Protecção Civil Municipal e Distrital.

4- Conclusões

Um dos primeiros aspectos que nos parece importante salientar, prende-se com a existência de grandes diferenças nos critérios de definição e contabilização de desastres naturais e tecnológicos nas bases de dados internacionais e nacionais. Parece-nos fundamental o estabelecimento de normas de uniformização da terminologia utilizada para facilitar a comparação entre dados, normas essas, que devem estender-se ao nível da gestão da informação sobre estes eventos e no âmbito da classificação dos tipos e subtipos de desastres, sob pena das bases de dados terem uma menor precisão no relato dos seus impactos.

No âmbito específico do presente trabalho, salientamos alguns dos procedimentos que nos parecem essenciais na construção de bases de dados de ocorrências hidro-geomorfológicas. Por exemplo, a georreferenciação dos eventos com recurso à metodologia focada, permite um registo mais rigoroso da sua localização, mas permanecem ainda questões relacionadas com a espacialização de eventos a larga escala (que atravessam fronteiras), como acontece por vezes no caso de cheias ou incêndios florestais. Enquanto a resolução da informação oferece uma perspectiva detalhada a nível local, os efeitos da desagregação espacial de um desastre podem levar a uma sobrevalorização dos seus impactos. O estabelecimento de barreiras espaciais é importante para a análise e comparação do impacto de eventos similares.

Uma outra limitação, prende-se com o facto da data de ocorrência de um evento ser por vezes referida para um período temporal, em vez de lhe ser atribuída uma data específica de início ou de duração. A falta de informação detalhada, disponível publicamente, diminui a transparência da base de dados, mas também dificulta as comparações por causa da ambiguidade de elementos importantes como as definições, fontes utilizadas e critérios de inclusão.

A disponibilidade de fontes é muito variável. Enquanto nos países em desenvolvimento as bases de dados recorrem a fontes de informação limitadas em número e precisão (devido à escassez de recursos humanos e materiais), nos países desenvolvidos há uma abundância de fontes de informação que podem ser cruzadas e validadas.

Embora com algumas reservas, a BDMV-N permite-nos conhecer a dispersão espacial e temporal dos processos em causa, os principais danos e os tipos de movimentos de vertente mais danosos que ocorreram no Norte de Portugal, entre 1900 e 2007. A informação histórica, apesar de possuir algumas incertezas, permite uma validação retrospectiva ou a validação de modelos de previsão (Guzzetti e Tonnelli, 2004). Constitui ainda um repositório de informação para relacionar o tipo de movimentos de vertente com os seus factores condicionantes e avaliar a importância relativa de cada factor para a ponderação da susceptibilidade à escala regional. Por outro lado, permite identificar as áreas com mais eventos, o que justifica a realização de levantamentos geomorfológicos de pormenor à escala municipal.

Tal como a base de dados de movimentos de vertente italiana, de Guzzetti e Tonelli (2004.), este trabalho é um ponto de partida para caracterizar a frequência e magnitude dos eventos meteorológicos desencadeantes dos movimentos de vertente na Região Norte de Portugal.

A informação histórica sobre movimentos de vertente não se encontra completa, pois 25% dos registos não foram classificados quanto à sua tipologia e 22% não foram georreferenciados devido à escassez de informação nas fontes. Com efeito, ao longo da pesquisa efectuada verificaram-se contrastes assinaláveis na quantidade e qualidade das descrições dos movimentos de vertente. Refira-se, por exemplo, que as fontes de informação não descrevem, na maior parte dos casos, a totalidade de 'réplicas' de um evento de instabilidade. Por outro lado, os eventos de maior magnitude (que causaram grandes danos em populações e estruturas) tendem a ser sobrevalorizados, em detrimento dos movimentos que, apesar de terem maiores dimensões, ocorreram em áreas despovoadas.

A definição de desastre hidro-geomorfológico em Portugal deve ser adaptada à realidade do país e aos impactos da ocorrência dos processos naturais no território, redefinindo os critérios de inclusão de ocorrências na Base de Dados *Disaster*.

Bibliografia

- Alcántara-Ayala, I. (2002). Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47, 107-124.
- Alexander, D. (2000). *Confronting Catastrophe*. Harpenden, Hertfordshire.: Terra Publishing.
- Bateira, C. (2001). *Movimentos de Vertente no NW de Portugal, susceptibilidade geomorfologia e sistemas de informação geográfica*. Dissertação de doutoramento em Geografia Física, apresentada na Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto: policopiado.
- Bateira, C., Seixas, A., & Pereira, S. (2005). Notícias de Catástrofes do Douro: uma leitura geográfica da dinâmica do meio físico. *Douro, Estudos e Documentos*, I, n.º 17 (Actas do 2º Encontro Internacional da História da Vinha e do Vinho no Vale do Douro), pp. 319-344.
- 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, pp. 213-232.
- Calcaterra, D., Riso, R., Nave, A., & Sgambati, D. (2002). The role of historical information in landslide hazard assessment of urban areas: the case of Naples (Italy). In S. & Rybar (Ed.), *Landslides* (pp. 129-135). Lisse: Swets & Zeitinger.
- Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslide types and processes. In A. K. Turner, & R. L. Schuster (Edits.), *Landslides: investigation and mitigation* (Vols. Special Report 247, Transportation Research Board, pp. 36-75). Washington D.C.: National Research Council.
- ECDGE (2008). *Assessing the potential for a comprehensive community strategy for the prevention of natural and manmade disasters. Final Report*. European Commission DG Environment, COWI.
- EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. (s.d.), Université Catholique de Louvain, Bruxelas, Bélgica, www.em-dat.net [Acedido em 09 de 03 de 2009].
- Ferreira A B & Zêzere J (1997). Geomorphological hazards in Europe, Portugal. *Developments in Earth Surface Processes*, pp. 391-407.
- Glade, T. (2001) Landslide hazard assessment and historical landslide data - an inseparable couple? In P. A. T. Glade (Ed.), *The Use of Historical data in Natural Hazards Assessments*. Dordrecht: Kluwer.
- Guha-Sapir, D., Hargitt, D., & Hoyois, P. (2004). *Thirty years of natural disasters 1974-2003: the numbers*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, UCL, Presses Universitaires de Louvain.
- Guzzetti, F. (2000). Landslide fatalities and evaluation of landslide risk in Italy. *Environmental Geology*, 58, pp. 89-107.
- 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, pp. 213-232.
- Hervás, J. (Ed.). (2003). *Lessons Learnt from Landslides Disasters in Europe*. Nadies Project, Joint Research Centre, European Commission.
- ISDR (International Strategy for DisasterReduction). (1999). *The Geneva Mandate on Disaster Reduction*. Geneva: United Nations.
- León, F. (1996). *Concept de vulnérabilité appliqué a l'évaluation des risques générés par les phénomènes de mouvements de terrain*. Orléans: Éditions BRGM.
- Pedrosa A, Bateira C, Soares L (1995). Covelo do Gerês: contributo para o estudo dos movimentos de massa no Norte de Portugal. Coimbra, *Territorium*, 2: pp. 21-32.
- Pereira, S. (2010). *Perigosidade a movimentos de vertente na Região Norte*. Dissertação de doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Pereira, S., Bateira, C., & Santos. (Outubro de 2008). Implementação e Potencialidades de uma Base de Dados de Movimentos de Vertente no Norte de Portugal. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Congresso de Braga, Outubro de 2008, pp. 143-148.
- Quaresma, I. (2008). *Inventariação e análise de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso em Portugal Continental*. Dissertação de Mestrado em Geografia Física -

- Especialização em Geografia Física, Recursos e Riscos Ambientais*, Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- Ramos, C.; Reis, E. (2002). Floods in southern Portugal: their physical and human causes, impacts and human response. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7 (3): 267-284.
- Santos, F., & Miranda, P. (Edits.). (2006). *Alterações climáticas em Portugal. Cenários, impactos e medidas de adaptação*. Projecto SIAM II. Lisboa: Gradiva.
- Tschoegl, L., Below, R., & Guha-Sapir, D. (2006). An Analytical Review of Selected Data Sets on Natural Disasters and Impacts. *UNDP/CRED Workshop on Improving Compilation of Reliable Data on Disaster Occurrence and Impact* (p. 21). Bangkok, Tailândia: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Université Catholique de Louvain.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At Risk. Natural hazards, people's vulnerability and disasters (Second Edition ed.)*. London: Taylor & Francis Group.
- Zêzere, J. L. (1997). *Movimentos de Vertente e Perigosidade Geomorfológica na Região a Norte de Lisboa*. Lisboa: Dissertação de doutoramento em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- Zêzere., J., Oliveira, S., Garcia, R., & Reis, E. (2007). Landslide risk analysis in the area North of Lisbon (Portugal): evaluation of direct and indirect costs resulting from a motorway disruption by slope movements. *Landslides*, 4, 123-136.