

BASE DE DADOS DE MOVIMENTOS DE VERTENTE: UM INSTRUMENTO DE APOIO AO PROT NORTE

S. Pereira¹; C. Bateira²; M. Santos³

1. Introdução

Os principais riscos naturais que afectam com maior frequência a Região Norte de Portugal são as cheias progressivas, as cheias repentinas, os movimentos de vertente e os sismos. Até ao momento não existia uma base de dados que compilasse a localização das ocorrências com os danos verificados. Por um lado, as poucas bases de dados que existem estavam dispersas em vários organismos, nomeadamente centros distritais de operações e socorro, corporações de bombeiros e seguradoras. Desta forma, torna-se extremamente difícil realizar uma análise estatística das ocorrências.

As áreas afectadas por estes riscos naturais são quase sempre alvo de prejuízos materiais, funcionais e humanos. Por essa razão, é importante conhecer os factores que estão na origem do seu desencadeamento para permitir a criação de estruturas de alerta à população. Além disso, cartografia das áreas potencial-

mente afectadas, de acordo com as diferentes tipologias de risco, servirá para promover o ordenamento do território e, em certos casos, corrigir erros de planeamento preexistentes.

Quando estudamos os movimentos de vertente na Região Norte verificamos que as ocorrências estão espaçadas no tempo e no espaço. Na maioria das vezes são desencadeados na sequência de períodos extremos de precipitação.

O ano de 2001 com inúmeras ocorrências de movimentos de vertente impôs a necessidade do estudo dos movimentos de vertente no Norte de Portugal, nomeadamente a realização de um inventário de todas as ocorrências de movimentos de vertente para fazer parte de uma base de dados uniformizada a nível nacional (Bateira, 2001).

Soeters e Van Vesten (in Turner e Schuster, 1996: 130) defendem também que é necessário um rigoroso inventário dos movimentos de vertente: tipo, actividade e distribuição espacial, antes de realizar qualquer análise dos factores de ocorrência de movimentos de vertente e tomar conclusões sobre as suas relações ambientais.

A predição da perigosidade geomorfológica em áreas sujeitas a movimentos de vertente é baseada no conhecimento da instabili-

¹ Bolseira de Doutoramento da FCT, Departamento de Geografia da F.L.U.P. (spereirageo@gmail.com)

² Departamento de Geografia da Faculdade de Letras das Universidade do Porto.

³ Estudante do Mestrado de SIG e Ordenamento do Território, Departamento de Geografia da F.L.U.P.

dade passada, que pode fornecer-nos informações úteis para a previsão da localização de futuras ocorrências (Soeters e Van Vesten, 1996 in Turner e Schuster, 1996: 130).

O objectivo principal deste artigo é apresentar alguns resultados de uma base de dados sobre movimentos de vertente no Norte de Portugal, necessária para a elaboração de cartografia de riscos a movimentos de vertente, a diferentes escalas, em ambiente de SIG. Esta base de dados fornecerá os elementos de partida para a definição dos critérios de diferenciação das classes de susceptibilidade geomorfológica.

2. Fases da construção da base de dados

Para a construção da base de dados utilizámos o nível de modelação proposto por Peter Chen (1977) na década de 70, a abordagem entidade-relacionamento (E-R), baseada nos modelos conceptual, lógico e físico. Elaborou-se um modelo conceptual e um modelo lógico e definiram-se as entidades com os seus atributos, tendo em conta o nível de detalhe pretendido e os relacionamentos existentes. A execução dos modelos conceptual e lógico passou por diversas fases de redefinição e melhoria do modelo, com o fim de o validar.

O modelo lógico, obtido a partir das regras de derivação do modelo conceptual, apresenta os objectos, as suas características e relacionamentos de acordo com as regras de implementação e restrições impostas pelo *software* utilizado. O modelo lógico gerado a partir do modelo conceptual foi o modelo relacional.

Durante todo o processo de modelação (concepção do modelo conceptual e durante a derivação do modelo lógico) realizou-se a normalização para organizar a base de dados e eliminar redundâncias de dados (Chen, P., 1977). Na fase final de modelação da base de dados,

no modelo físico de dados, os objectos são representados sob a forma de tabelas. Na modelação da Base de Dados foi utilizado o programa Access. Posteriormente a base de dados foi ligada ao SIG (software ArcGis 9.1) através do ArcCatalog e passou a incorporar informação gráfica e alfanumérica, organizando-se uma Geodatabase (Figura 2).

A base de dados foi concebida de forma a englobar três temas centrais: 1) a informação histórica composta pelas classes relacionadas com as ocorrências, elementos geográficos e socioeconómicos; 2) factores condicionantes e 3) factor desencadeante.

a) Informação histórica

A base de dados contém as entidades que caracterizam os movimentos de vertente: localização, tipo, actividade, estilo, distribuição, material movimentado, intervenção antrópica e danos.

b) Factores condicionantes

Os processos de instabilidade de vertente são condicionados por uma complexidade de factores inter-relacionados, como por exemplo: as condições geomorfológicas (forma das vertentes, declives), hidrológicas (circulação superficial, fluxo interno lento e fluxo interno rápido), litológicas locais e as formações superficiais (tipo e espessura).

Os processos geodinâmicos (a frequência e intensidade da precipitação e sismicidade), a vegetação, os usos do solo, as actividades humanas (construção, indústria, pastoreio, agricultura intensiva...), podem alterar a sua distribuição espacial e temporal.

Na análise da instabilidade de vertentes, as escalas de trabalho determinam a selecção do tipo de factores condicionantes da variabilidade espacial da instabilidade de vertentes,

Figura 1 – Sistemas Geomorfológicos da Região Norte

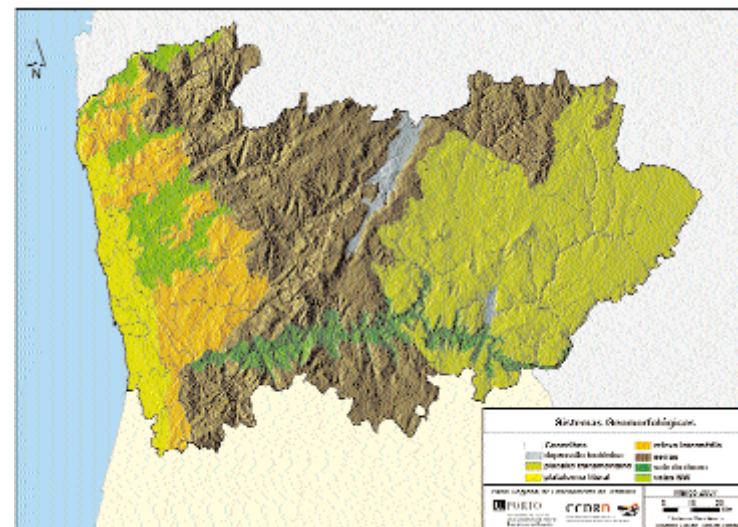
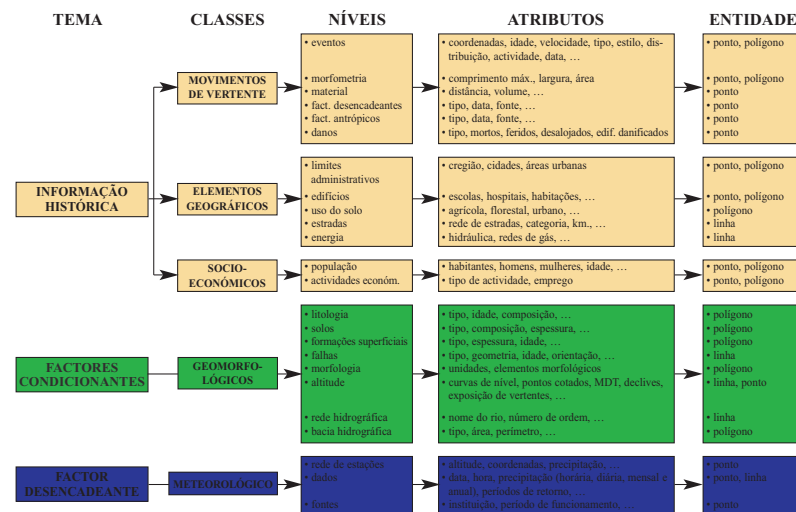


Figura 2 – Estrutura da Geodatabase



utilizando-se diferentes níveis e grau de detalhe da informação a representar. Ao trabalhar em diferentes escalas de análise é importante decidir quais são os níveis de informação (ou factores) e as unidades de terreno mais representativas da instabilidade de vertentes em função da escala adoptada.

Para tal, elaborou-se uma hierarquia de unidades de terreno que abarca os factores condicionantes e desencadeantes dos movimentos de vertente. A hierarquia de terreno utilizada parte da região, que se divide em unidades territoriais, que podem ser analisadas segundo os diferentes elementos territoriais que as compõem (Mitchel, 1991).

A região Norte de Portugal é constituída por uma base geológica e geomorfológica. As unidades territoriais caracterizam-se pela incidência de um conjunto de processos físicos e por uma dinâmica geomorfológica própria, responsáveis pelo desenvolvimento de uma determinada morfologia, hidrologia e coberto vegetal, como por exemplo: a plataforma litoral, os vales do NW, o vale do Douro, o relevo intermédio, as serras, o planalto transmontano e as depressões tectónicas (Figura 1).

Os elementos territoriais são as áreas mais pequenas da paisagem, onde predomina um processo geomorfológico resultante de condi-

ções particulares da morfologia, hidrologia, solo e estrutura, que são indivisíveis com base na forma.

c) Factores desencadeantes

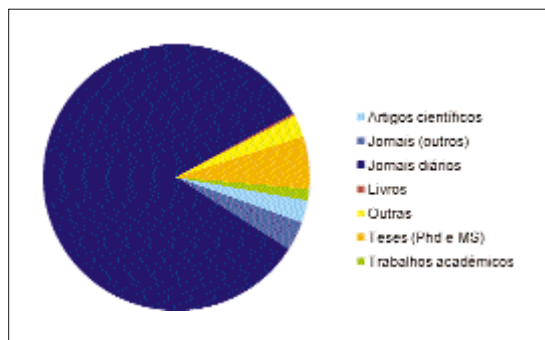
A precipitação é o principal factor desencadeante dos movimentos de vertente no Norte de Portugal. No entanto, por vezes a precipitação quando combinada com a intervenção antrópica é responsável pela alteração da dinâmica natural das vertentes e pela ocorrência de movimentações em áreas anteriormente estáveis. Perante condições de precipitação intensa e prolongada o tipo de intervenção antrópica pode agravar os efeitos dos movimentos de vertente.

3. Preenchimento da base de dados

No Access, elaboraram-se quatro formulários para facilitar a introdução de dados:

- Um formulário para a identificação, localização e caracterização de cada movimento de vertente. Este formulário é

Figura 3 – Fontes de dados utilizadas na pesquisa de ocorrências



composto pelos seguintes campos: descrição, código, link para fotos, link para mapas, ano, mês, distrito, concelho, código de freguesia, freguesia, coordenada X (HGM), coordenada Y (HGM), observações da localização, folha da carta militar, tipologia, 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.

- Um formulário referente ao tipo de material movimentado com os seguintes 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.
- Um formulário que diz respeito ao tipo de intervenções antrópicas realizadas com os seguintes campos: código do movimento de vertente, descrição, código de intervenção antrópica, data da intervenção, observações.
- E, por fim, um formulário sobre o tipo de danos provocados, com os seguintes campos: código do movimento de vertente, descrição, código de danos, ocorrência (descrição), número de mortes, número de feridos, número de desalojados, corte de linha férrea, corte de estrada, edifícios destruídos e fonte.

a) Fontes de informação

Numa primeira fase deste trabalho recolheu-se o máximo de informação disponível sobre a ocorrência de movimentos de vertente, datas de início de actividade, de recorrência, danos, tipo de intervenção antrópica, material movimentado, cartografia já realizada, fotografias, ortofotomapas, entre outros. Recorremos à

consulta de várias fontes de informação, como por exemplo: trabalhos de doutoramento e de mestrado, a artigos publicados, a artigos de jornal, a fotografias, a jornais locais on-line, fontes populares e aos Centros Distritais de Operações e Socorro (CDOS) da Região Norte (Porto, Braga, Viana do Castelo, Bragança, Vila Real, Viseu, Guarda e Aveiro) (Figura 3).

Os jornais diários constituem 83% do total de fontes consultadas, seguidas pelas teses de mestrado e doutoramento (6%), jornais de tiragem mensal ou quinzenal e artigos científicos (3%).

O período temporal da pesquisa abarcou 107 anos (1900 a 2007). Na Região Norte apuramos que existem 99 jornais de tiragens diversas (nacional, regional e local). Para este período consultou-se de forma sistemática o Jornal de Notícias, por ser um jornal diário de grande tiragem nacional e com uma série mais longa (desde 1888). Além deste, consultamos a série dos jornais O Público (1990-2007), também de tiragem nacional e O Correio do Minho (1980-2007) de tiragem regional. Pelo facto da pesquisa manual de jornais ser um trabalho moroso não foi possível alargar a pesquisa a mais periódicos.

Na pesquisa optamos por consultar preferencialmente os meses mais chuvosos (Setembro a Maio) e nestes, apenas os meses com precipitações significativas, obtidas a partir dos dados de precipitação das estações do INAG.

A consulta de periódicos é uma base de pesquisa fundamental, principalmente quando os vestígios no terreno já são pouco perceptíveis ou quando pela sua reduzida dimensão e grau de destruição, os movimentos de vertente são confundidos ou esquecidos pelas populações com a passagem dos anos.

É importante 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 vesti-

gios da cicatriz e outros elementos identificativos), associada ao crescimento da vegetação, à limpeza dos materiais mobilizados e até à reconstrução de habitações, patamares agrícolas, muros e estradas destruídas.

Durante a fase de pesquisa em jornais, não foi possível preencher a totalidade dos campos existentes nos formulários, pois alguns necessitam de medições no terreno. Por outro lado, em determinados eventos mais antigos, actualmente é impossível efectuar essas medições por já não existirem vestígios suficientes ou os locais terem sido alvo de reconstrução. Em alguns casos, por se tratar de movimentos de vertente antigos temos consciência que alguns dados ficaram perdidos pela falta de registos escritos e fotográficos.

A utilização dos periódicos na recolha de dados apresenta algumas desvantagens. A principal corresponde à escassez de dados de ocorrências fora das áreas urbanas. Estes, cobrem preferencialmente os acontecimentos que causaram danos conhecidos em áreas urbanas, ou em áreas rurais servidas por redes de transporte (linhas de caminho-de-ferro, auto-estradas, estradas nacionais), que foram afectadas por eventos que condicionaram a circulação de pessoas e mercadorias. Normalmente, é dada mais ênfase à reactivação do processo, como no exemplo do movimento complexo de Cestões no concelho de Arcos de Valdevez, em Dezembro de 2000 e Março de 2001.

Nos jornais, na maioria das vezes, a localização dos eventos vem incompleta ou com descrições vagas, excepto quando os eventos se localizam nas linhas de caminhos-de-ferro e na rede de estradas (AE, IP ou EN) onde geralmente vem referido o quilómetro onde se registou a ocorrência. São raros os casos em que os artigos de jornal referem uma estimativa económica dos prejuízos, assim como o tipo de movimento, volume e área afectada. Normalmente focam-se nos prejuízos humanos e materiais.

O factor desencadeante vem quase sempre referido, assim como o dia da ocorrência, mas a

hora exacta nem sempre é indicada e quando é, por vezes não é precisa. Encontram-se situações em que para o mesmo movimento de vertente, vários jornais apresentam horas de ocorrência diferentes. F. Guzzetti e G. Tonelli (2004, p. 215) referiram as mesmas limitações no uso de jornais para a recolha de dados históricos sobre cheias e movimentos de vertente para a base de dados Italiana SICI (Sistema de Informação sobre Catástrofes Hidrogeológicas).

A consulta de periódicos tem de ser realizada de forma crítica, tendo em conta vários factores que podem afectar a credibilidade da informação. Referem-se os seguintes exemplos:

- Durante a época do Estado Novo (1933-1974) devido à existência da censura política em Portugal, a liberdade de expressão era bastante condicionada pelo regime político. Neste período, a pesquisa nos jornais revelou-se muitas vezes infrutífera mesmo em anos hidrológicos com precipitações importantes. Nos casos em que as ocorrências são relatadas foi-lhes dada uma menor importância.
- Descrições vagas e sensacionalistas dos jornalistas que por vezes não permitem localizar com rigor os eventos e o tipo de processo.
- Evolução dos meios de circulação da informação – no início do século XX o relato das ocorrências tinha em média um desfazamento de dois dias a uma semana em relação ao dia de desencadeamento, em resultado das dificuldades de transporte.

Nota-se uma maior rapidez na difusão das notícias com o uso do telégrafo (início do século XX), do comboio-correio e depois do telefone. Hoje em dia, com as tecnologias da informação e da comunicação a difusão das notícias é muito mais rápida e num espaço de horas ou minutos as ocorrências passam a ser do conhecimento público. Além disso, a

riqueza da notícia é maior devido à existência de fotografias e filmagens que são divulgadas pela imprensa escrita, televisão e internet.

- A percepção das pessoas sobre estes acontecimentos é altamente condicionada pela dimensão do processo e das áreas afectadas, número de ocorrências, grau de destruição, grau de prejuízos materiais e humanos (C. 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 influência no normal funcionamento das actividades económicas e na circulação de pessoas e bens, mereceram o devido destaque nos jornais.

Tendo em conta estas limitações, recolheram-se vários artigos com referências sobre o mesmo evento para cruzar a informação a inserir nos formulários da base de dados.

Os artigos científicos e as teses de mestrado e doutoramento forneceram na sua maioria informação insuficiente, mas de qualidade. Raramente há uma caracterização completa do movimento de vertente e muitas vezes encontram-se apenas referências descritivas a casos, sem haver dados quantitativos de maior pormenor. Existem poucos registos de campo, alguma cartografia de base (morfologia, geologia, hipsometria), localização detalhada com as características do movimento e raramente o estudo dos eventos de precipitação que os desencadearam.

As entrevistas foram pouco utilizadas, pois fornecem informações gerais sobre um número limitado de ocorrências e para um curto período temporal.

Nos contactos efectuados com os Centros Distritais de Operação e Socorro (CDOS) verificamos que as bases de dados destas instituições não estão concebidas de forma a registar os diferentes tipos de processos geomorfológi-

cos. Além disso, nem sempre apresentam a preocupação de localizar com exactidão as ocorrências, excepto se estas forem em meio urbano. Normalmente aparecem as referências ao nome da rua ou do lugar, a data e hora do contacto, o número de efectivos e meios utilizados, o tempo de actuação, e uma breve descrição grosseira do processo.

Verificamos que a estrutura das bases de dados e a codificação das ocorrências não são uniformes entre os diferentes CDOS e que o maior detalhe nas descrições deve-se a casos isolados. A maioria das ocorrências dos CDOS não foram georreferenciadas e a tipologia do movimento de vertente é dúbia, mas permitem a identificação dos dias com maiores ocorrências que depois foram confrontados com as notícias dos jornais locais.

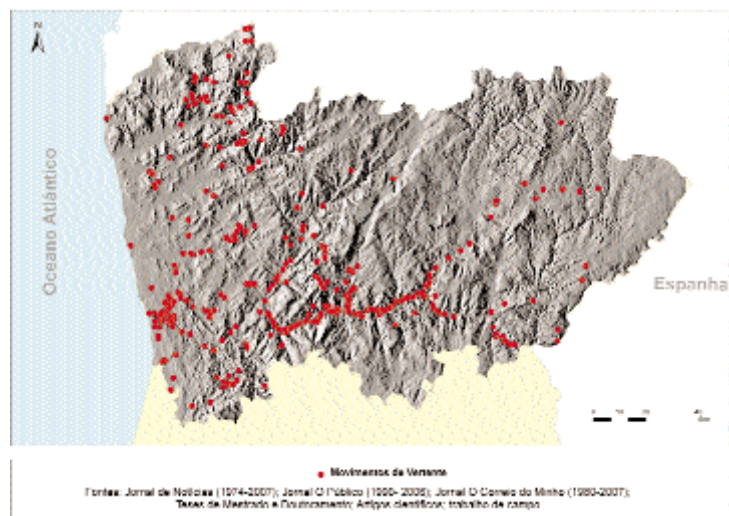
Por todas estas razões, o processo de recolha de dados foi moroso e trabalhoso e foram preenchidos apenas os dados disponíveis no momento. Os restantes necessitam da realização de um trabalho de campo pormenorizado. É necessário salientar que estes dados estavam dispersos em vários arquivos e em vários suportes (digital e analógico).

b) Distribuição espacial dos eventos

A base de dados contabiliza actualmente 623 registos de movimentos de vertente, dos quais 77% estão georreferenciados com um ponto (Sistema de Coordenadas HGM) e os restantes estão localizados na freguesia onde ocorreram (Figura 4).

No processo de georreferenciação foi extremamente importante realizar uma leitura atenta das fontes para permitir a localização do ponto superior da ruptura da vertente nas cartas topográficas do Instituto Geográfico do Exército (1:25 000) com diferentes datas de publicação, em ortofotomapas (escala 1:5000), em mapas de estradas e linha de caminhos-de-ferro ou no Google Earth. Nos casos mais

Figura 4 – Distribuição dos movimentos de vertente no Norte de Portugal (1900-2007)



recentes foi possível o recurso ao GPS para a sua localização mais precisa.

Se em alguns casos, foi relativamente fácil localizar o movimento na respectiva carta militar ou no ortofotomapa e depois calcular as coordenadas no sistema de Coordenadas HGM datum Cascais, noutros, a localização de muitas ocorrências foi baseada no nome do lugar referido e na configuração do relevo. Encontraram-se inúmeras situações de descrições que referiam toponímia que actualmente 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 auxílio de cartas topográficas mais antigas.

As metodologias utilizadas no processo de georreferenciação introduzem um erro médio que pode ir desde 1 m com o recurso ao GPS no terreno até às dezenas de metros com base nas descrições.

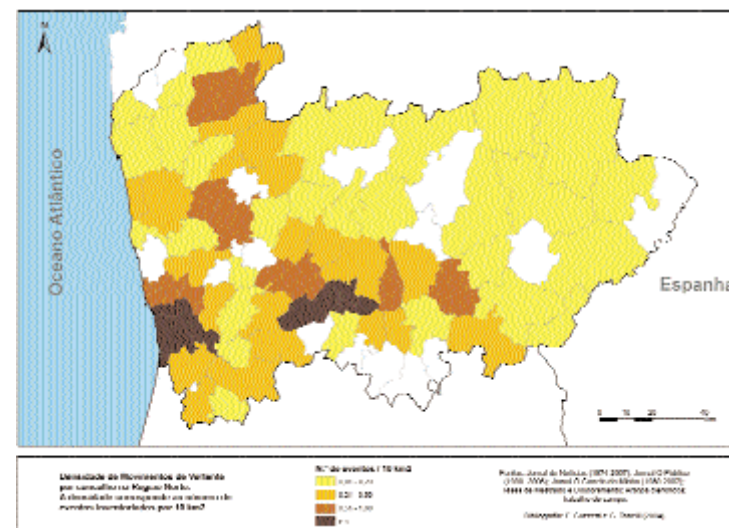
A georreferenciação permitiu efectuar a lei-

tura da distribuição geográfica dos movimentos de vertente existentes na base de dados. Do total de movimentos de vertente georreferenciados, 37,4% localizam-se no vale do Douro, 23,2% nas serras, 22% na plataforma litoral e 9,6% no relevo intermédio. Nas restantes unidades morfológicas a percentagem de movimentos de vertente é insignificante.

Para se avaliar os concelhos que possuem um historial de movimentos de vertente mais problemático, calculou-se a densidade de movimentos de vertente por 10 km², baseada em F. Guzzetti e G. Tonelli (2004). Esta densidade corresponde ao número de movimentos de vertente registados por concelho entre 1900 e 2007, a dividir por uma área de 10 km² (Figura 5).

Os concelhos com uma maior densidade de movimentos de vertente são: Baião, Mesão Frio, Peso da Régua e Santa Marta de Penaguião no Vale do Douro e Porto, V. N. de Gaia e Gondomar na plataforma litoral. O primeiro grupo justifica-se pela existência de factores

Figura 5 – Densidade de movimentos de vertente por concelho no Norte de Portugal (1900-2007)



naturais: vertentes complexas, com fortes declives, existência de mantos de alteração; vertentes organizadas em terraços agrícolas e importância dos factores estruturais.

No segundo grupo os factores naturais condicionantes da ocorrência de movimentos de vertente não são tão importantes, mas a intervenção antrópica no território tem sido a grande responsável pelo grande número de ocorrências, nomeadamente com a construção de aterros, construção em linhas de água, desaterros, construção em áreas de forte declive sem estarem salvaguardadas as questões de estabilidade das vertentes (C. Bateira, 2001).

Os concelhos de Arcos de Valdevez, Braga, Guimarães, Amarante, Sabrosa, Carraceda de Ansiães, Valongo, Maia e Matosinhos possuem uma densidade de movimentos de vertente importante, que está relacionada com as suas condições naturais ou com a intervenção antrópica no território.

Num total de 86 concelhos da região Norte, apenas em 17 concelhos não foram encontradas referências a movimentos de vertente, para o período em estudo.

c) Distribuição temporal dos eventos

Os eventos registados ao longo dos 107 anos de pesquisa estão distribuídos de forma irregular, demonstrando três grandes picos de eventos: no início da década de 10 do século XX (1909, 1910), final da década de 70 (1979) e início da década de 80 do século XX (1981) e início do século XXI (2000, 2001, 2003) (Figura 6).

Os anos com um maior número de eventos registados na base de dados são por ordem cronológica, a título de exemplo: 1909 (42), 1910, 1955 (15), 1966 (16), (17), 1979 (23), 1981 (24), 2000 (18), 2001 (40), 2002 (21), 2003 (28), 2006 (23).

Figura 6 – Distribuição temporal dos movimentos de vertente no Norte de Portugal (1900-2007)

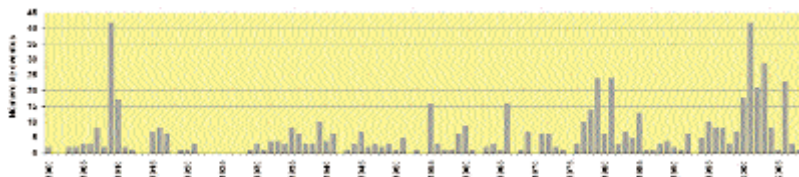


Figura 7 – Distribuição sazonal dos movimentos de vertente no Norte de Portugal (1900-2007)

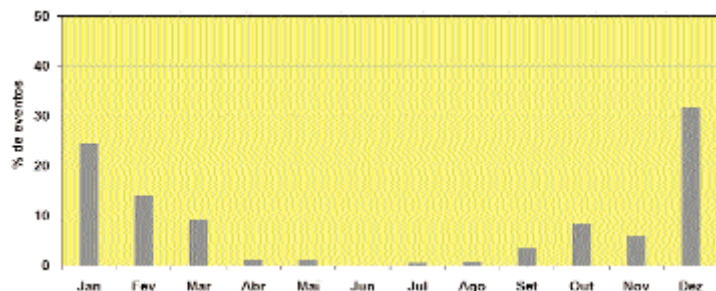
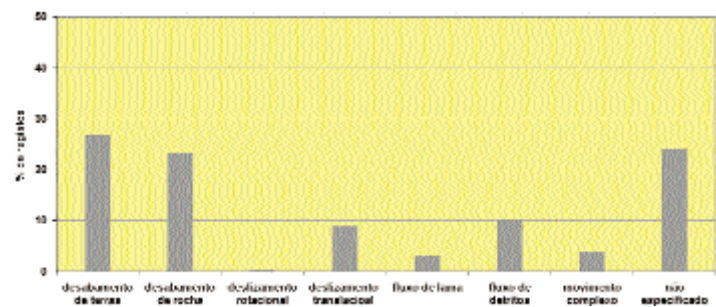


Figura 8 – Tipos de movimentos de vertente no Norte de Portugal (1900-2007)



5. Conclusões

Para esta série de eventos a média de ocorrências é de 5,4 movimentos de vertente/ano. Em apenas 6% dos eventos não foi possível obter a informação precisa sobre o ano de ocorrência.

No conjunto dos movimentos de vertente existentes na base de dados, em 91% dos casos foi possível identificar o mês da sua ocorrência, permitindo uma análise da sua distribuição sazonal (Figura 7). Mais de 70% dos eventos registaram-se no Inverno e no Outono, com especial relevância nos meses de Dezembro (31,8%) e Janeiro (24,5%). Esta distribuição sazonal fornece indicações sobre a importância das condições de precipitação antecedente na variação da pressão de água dos solos nas vertentes.

Os dias em que foram registados um maior número de eventos são por exemplo e por ordem decrescente: 22/12/1909 (35); 26/01/2001 (12); 01/12/1981 (8); 01/02/1985 (8); 26/02/2002 (8) e 10/12/1910 (7), entre outros com um menor total de ocorrências inventariadas. Do total de ocorrências, apenas em 78% das ocorrências foi possível obter informação sobre o dia exacto do desencadeamento.

d) Características dos movimentos de vertente

Relativamente à classificação dos movimentos quanto ao tipo, velocidade, idade, estado de actividade, estilo e material movimentado, nem sempre as referências encontradas permitiram uma clara distinção destas características.

No que diz respeito ao tipo de movimentos predominantes, em 50% dos casos estão registados desabamentos (rocha ou solo) e em 13% fluxos de lama e detritos. Em 24,9% dos registos da base de dados não foi possível identificar a tipologia, pelo facto das descrições serem duvidosas (Figura 8). A nível regional, a distribuição dos movimentos de vertente em função da sua tipologia demonstra um padrão espacial irregular.

Neste momento a base de dados de movimentos de vertente está em condições de nos fornecer uma visão espacial e temporal da distribuição dos movimentos de vertente no Norte de Portugal, entre 1900 e 2007. Contudo, só estão registadas as ocorrências que provocaram maiores danos nas populações e/ou perturbações nas actividades económicas e serviços de transportes. Por esse motivo, é extremamente importante consultar fontes de vários tipos e comparar as descrições de eventos com os dados meteorológicos. Na realidade poderão ter ocorrido mais eventos que não foram divulgados na imprensa.

Devemos ter consciência que o ambiente modelado é extremamente complexo e apresenta algumas dificuldades práticas para o seu preenchimento, pela dispersão dos dados em várias fontes, formatos e níveis de qualidade. Além disso, as ocorrências dizem respeito a diferentes unidades territoriais.

A maior dificuldade neste trabalho foi adquirir informação cartográfica de qualidade, uma vez que grande parte dos dados precisou de um pré-processamento (correção topológica, conversão de sistemas de projecção e de formatos de dados).

Neste momento a base de dados é um importante instrumento de planeamento e gestão do território e de apoio às decisões da protecção civil, pelas várias potencialidades que possui:

- relacionar o tipo de movimentos de vertente com os seus factores condicionantes (litologia, fracturação, morfologia, ocupação do solo) e avaliar a importância relativa de cada factor para a ponderação da susceptibilidade;
- identificar a distribuição espacial e temporal da tipologia, distribuição da actividade, actividade, estilo, material movi-

- mentado, intervenção antrópica e danos dos movimentos de vertente;
- constatar o tipo de danos principais de cada tipologia de movimentos de vertente e as suas consequências na população, infra-estruturas e funções;
- estudar os dados da precipitação das estações meteorológicas localizadas mais próximo dos movimentos de vertente;
- determinar limiares críticos de precipitação para o desencadeamento de movimentos de vertente e avaliar a sua utilização pela protecção civil;
- a georeferenciação das ocorrências permite ainda a validação da cartografia da susceptibilidade geomorfológica a movimentos de vertente proposta no PROT Norte.

Actualmente ainda há uma fraca consciência da importância do registo sistemático destas informações e do seu armazenamento numa base de dados uniformizada. Só assim é que no futuro se poderão tirar conclusões válidas sobre os riscos naturais em Portugal e criar estruturas de previsão mais eficazes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATEIRA, CARLOS (2001), Movimentos de vertente no NW de Portugal, susceptibilidade geomorfológica e sistemas de informação geográfica; Dissertação de doutoramento em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da U.P., Porto, 447.
- CARRARA, A. e CROSTA, G. FRATTINI, P. (2003), Geomorphological and historical data in assessing landslide hazard. *Earth Surface Processes and Landforms*, 28: 1125-1142.
- CHEN, PETER (1977), *Modelagem de dados: A abordagem entidade-relacionamento para projeto lógico*, São Paulo: Editora McGraw-Hill.
- CRUDEN, D. M. e VARNES, D. J. (1996), Landslide Types and Processes, in Turner, A. K.; Schuster, R. L. (eds.), *Landslides. Investigation and Mitigation. Transportation Research Board, Special Report 247*, Washington D. C.: National Academy Press, 36-75.
- GASPAR, J.L.; GOULART C.; QUEIROZ, G.; SILVEIRA, D. e GOMES, A. (2004), Dynamic structure and data sets of a GIS database for geological risk analysis in the Azores volcanic islands. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4: 233-242.
- GUZZETTI, F. e 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: 213-232.
- GUZZETTI, F.; STARK, C. P. e SALVATI, P. (2005), Evaluation of Flood and Landslide Risk to the Population of Italy. *Environmental Management*, 36, n.º 1, 15-36.
- LEE, E. M. e JONES, D.K. (2000), The Landslide Environment of Great Britain. *Landslides – in research, theory and practice*, vol. 3, edited by Eddie Bromhead, N. Dixon and M. L. Ibsen, *Proceedings of the 8th International Symposium on Landslides*, Thomas Telford, Cardiff 26-30 June.
- LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M., MAGUIRE, D. e RHIND, D. (eds.) (2005), *Geographic Information Systems and Science*, John Wiley and Sons, Ltd, 2nd Edition.
- MAGUIRE, DAVID; GOODCHILD, MICHAEL e RHIND, DAVID (eds.) (1991), *Geographical Information Systems*, vol. 1: Principles, Inglaterra: Longman Scientific & Technical, 649.
- MITCHELL, COLIN. W. (1991), *Terrain Evaluation*, Inglaterra: Longman Scientific & Technical, 441.
- Ramakrishnan, R. e Gehrke, J. (eds.) (2002), *Database Management Systems*, McGRAW-Hill International Editions, 3rd Edition.
- SOETERS, R. e VAN WESTEN, C. J. (1996), Slope instability recognition. In Turner, A. K.; Schuster, R. L. (eds.), *Landslides. Investigation and Mitigation. Transportation Research Board, Special Report 247*, Washington D. C.: National Academy Press, 129-117.
- ZÉZERE, JOSÉ LUIS (1997), Movimentos de vertente e perigosidade geomorfológica na região a norte de Lisboa; Dissertação de doutoramento em Geografia Física, apresentada à Faculdade de Letras da U.L., Lisboa, 575.