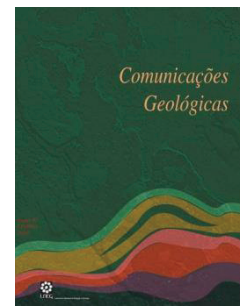


# Região Centro de Portugal Continental: 150 anos de movimentos de vertente de origem hidro-geomorfológica

## Central Region of Portugal: 150 years of mass movements of hydro-geomorphological origin

J. L. Barros<sup>1\*</sup>, A. O. Tavares<sup>2</sup>, P. P. Santos<sup>3</sup>, S. Pereira<sup>3</sup>



Artigo original  
Original article

Recebido em 28/02/2018 / Aceite em 16/12/2019

Publicado em agosto de 2020

© 2020 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP

**Resumo:** Este estudo dedica-se à análise dos movimentos de vertente ocorridos na região Centro de Portugal Continental, entre 1865-2015. Foram inventariadas ocorrências que resultaram da análise de trabalhos académicos, atas, registos hemerográficos (como os que suportam a base de dados Disaster) e observações de campo. A espacialização das ocorrências permite observar que a maioria envolve materiais como turbiditos, xistos, conglomerados e arenitos do Paleozóico, granitos e outros granitóides de idades diferenciadas, e materiais jurássicos como evaporitos, complexo vulcano-sedimentar e calcários. A maioria dos registos com classificação tipológica associada, traduz movimentos do tipo deslizamento translacional e fluxos. A espacialização das ocorrências permite observar uma clara concentração destas na NUT III Região de Coimbra.

**Palavras chave:** Região Centro de Portugal, movimentos de massa, unidades litostratigráficas, perdas, danos.

**Abstract:** The study analyses the distribution of mass movement occurrences, for the Central region of mainland Portugal in the period 1865-2015. The inventory was supported on the analysis of academic papers, field observations and hemerographic records, such as those that support the Disaster database. The mapping allows to observe that most of mass movements occurs in materials such as turbidites, schists, conglomerates and sandstones of the Paleozoic, granites and other granitoids with diverse age, evaporates, volcanic-sedimentary materials and Jurassic limestone. Translational slide movements and flows are the most frequent type of mass movement, as interpreted or observed from the database sources. The mapping of occurrences also allows to observe a clear concentration of these in the NUT III Region of Coimbra, contrasting with the NUT III Beira Baixa, which has the lowest number of occurrences.

**Keywords:** Central region, mass movements, litostratigraphic units, losses, damages.

### 1. Introdução

Segundo Zêzere *et al.* (2014) os processos hidro-geomorfológicos consistem em processos naturais de origem geomorfológica ou hidrológica, podendo gerar consequências adversas como perda de vida ou lesões, danos à propriedade, interrupção económica ou degradação das condições ambientais. As últimas décadas têm sido marcadas por um aumento considerável dos desastres naturais, com especial destaque para os de origem hidro-geomorfológica (Zêzere *et al.*, 2014). Este facto surge associado a diversas causas, nomeadamente: ao aumento da frequência e magnitude de processos naturais perigosos (Gupta *et al.*, 2009), bem como ao aumento da vulnerabilidade e exposição das populações. Os processos relacionados com ocorrências hidro-geomorfológicas, no geral, e com movimentos de vertente, em particular, são um dos vetores das mais recentes políticas públicas de gestão do risco (Tavares, 2018). A criação de bases de dados de ocorrências de movimentos de vertente reveste-se de enorme importância (Soeters e Van Vesten, 1996). Este trabalho apresenta como principais objetivos: a) compilação das ocorrências de movimentos de vertente na região centro de Portugal Continental entre 1865 e 2015; b) análise da distribuição espacial e litostratigráfica; c) análise da relação entre as ocorrências, a distribuição litostratigráfica e a tipologia de impactos associados.

### 2. Metodologia

A análise de ocorrências de movimentos de vertente, de origem hidro-geomorfológica, resulta da análise de artigos científicos, relatórios, jornais (nacionais e regionais) e trabalho de campo. Para a integração na base de dados foi considerada a georreferenciação exata (escala 1:1 000) ou aproximada (1:5 000), para as ocorrências oriundas de artigos científicos, relatórios e trabalho de campo e a totalidade de ocorrências que tenham provocado perdas ou danos humanos, oriundas da base de dados *Disaster*. Foi realizada uma caracterização tipológica dos movimentos identificados, de acordo com WP/WLI UNESCO (1993). Cada ocorrência foi georreferenciada com recurso a um SIG, tendo por base imagens de satélite

<sup>1</sup> Centro de Estudos Sociais, Universidade de Coimbra, Colégio de S. Jerónimo, Apartado 3087 3000-995 Coimbra, Portugal.

<sup>2</sup> Departamento de Ciências da Terra e Centro de Estudos Sociais, Universidade de Coimbra, Rua Silvío Lima, Pólo II, 3030-790 Coimbra, Portugal.

<sup>3</sup> Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Edifício IGOT, Rua Branca Edméa Marques, Cidade Universitária, 1600-276 Lisboa, Portugal.

\* Autor correspondente/corresponding author: joseleandrobarros@gmail.com

disponibilizadas pelo Google Earth e posteriormente relacionada com a correspondente geologia, em formato vetorial, tendo por base a Carta Geológica (LNEG, 2010). Das tipologias de movimentos de vertente consideradas, convém referir que a tipologia denominada “movimento de vertente indefinido” inclui as ocorrências com informação sucinta e insuficiente para a sua identificação. Relativamente à “tipologia não identificada” inclui os movimentos que devido à ausência de informação, não permite a sua inclusão nas restantes tipologias. Foi ainda possível agrupar os movimentos de vertente, em termos de danos associados: ocorrências com perdas e danos humanos (mortos, feridos, desaparecidos, desalojados e evacuados) e ocorrências de movimentos de vertente com perdas e danos exclusivamente materiais (infraestruturas viárias, edifícios, danos agrícolas, equipamentos coletivos e outras infraestruturas). No presente trabalho as perdas e danos (humanas ou materiais) são consideradas como impactos com carácter permanente e irrecuperável, enquanto que o dano é entendido como um impacto não permanente e passível de ser recuperado/ressarcido.

### 3. Enquadramento da área de estudo

A área de estudo consiste na região Centro de Portugal Continental (Fig. 1), representando 25,4% (22 634,88 km<sup>2</sup>) do território continental e 16,8% (1 649 649 habitantes) da sua população (INE, 2017). A região caracteriza-se por ser um verdadeiro mosaico territorial, que apresenta uma grande diversidade natural, social e cultural, onde a dicotomia

interior/litoral surge bem vincada (CCDR/Riscos, 2007). Relativamente às infraestruturas viárias, a Região Centro apresenta um conjunto de vias (Fig. 1) que fazem a ligação entre o norte e o sul do país, bem como, do litoral com o interior e Espanha, apresentando maior densidade na zona litoral, refletindo a realidade regional de ocupação e organização do território. O relevo é marcado pela dicotomia entre as baixas altitudes do litoral e as serras e planaltos do interior, destacando-se a Cordilheira Central onde se localiza a Serra da Estrela. O território em estudo inclui as três maiores bacias hidrográficas exclusivamente nacionais, Mondego, Lis e Vouga e parte das bacias hidrográficas do Tejo e Douro. Em termos geológicos, a Região Centro é caracterizada pela presença de materiais do Maciço Hespérico (formações metassedimentares mais antigas, sendo interrompidas por intrusões graníticas hercínicas e pós-hercínicas) e da Orla Ocidental (formações siliciclásticas e carbonatadas).

### 4. Resultados

O levantamento dos movimentos de vertente inclui um total de 1052 ocorrências (Fig. 2), sendo que 475 foram identificados por análise bibliográfica de artigos, relatórios e trabalho de campo (B+TC) e as restantes 577 resultam da base de dados *Disaster*. As áreas onde foi realizado trabalho de campo referem-se ao concelho de Coimbra e áreas limítrofes, algumas áreas no Parque Natural da Serra da Estrela e no concelho de Alvaiázere. Neste sentido, a dispersão geográfica das ocorrências (Fig. 2), poderá reproduzir um

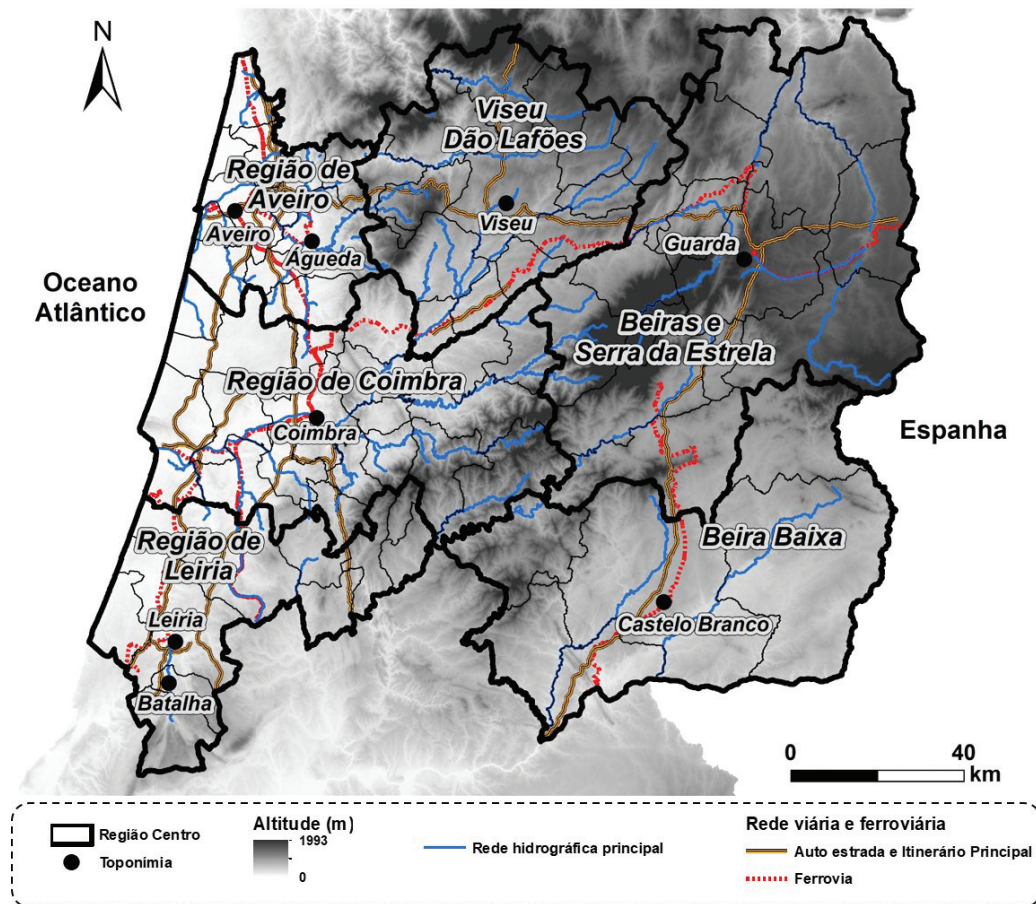


Figura 1. Enquadramento da área de estudo – Região Centro (Portugal).

Figure 1. Framework of the study area – Central Region (Portugal).



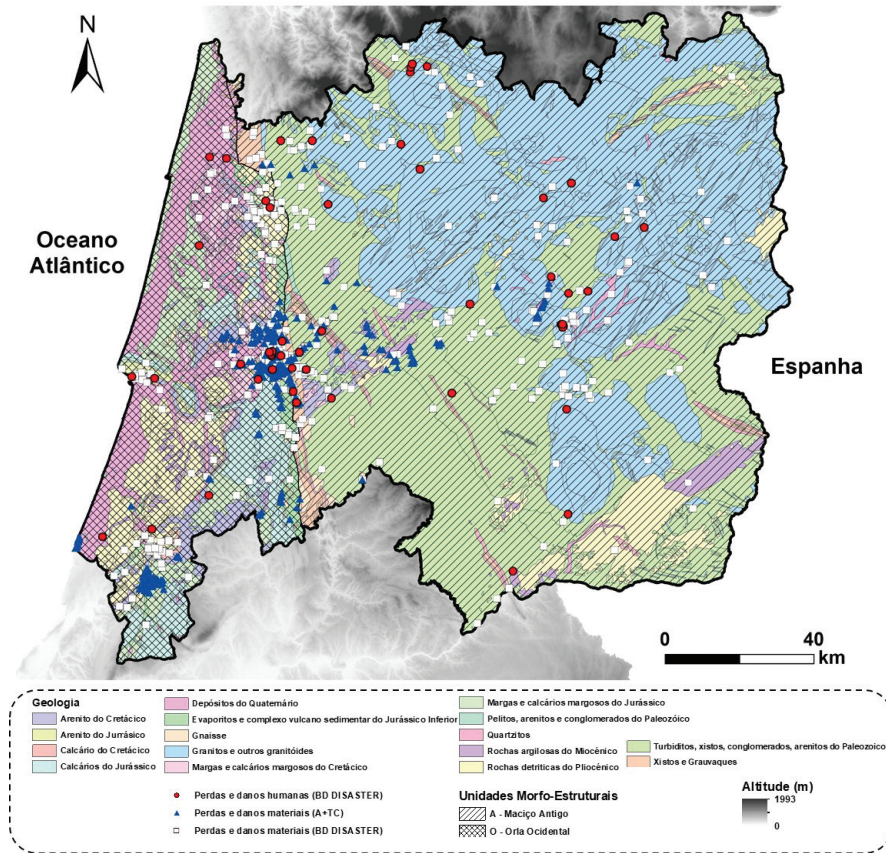


Figura 2. Ocorrências de movimentos de vertente na Região Centro.

Figure 2. Mass movements occurrences in the Central Region.

indeterminado grau de enviesamento, resultante do anteriormente referido. A NUT Região de Coimbra concentra 56% do total de ocorrências, encontrando-se em sentido oposto a região da Beira Baixa com apenas 2% das ocorrências (Fig. 2).

A maioria das ocorrências (62%) surge nos materiais que caracterizam a Bacia Lusitânica. A observação faz ainda salientar a concentração de movimentos em contextos morfo-estruturais complexos, como são o confronto meridiano entre os materiais metassedimentares do Maciço Hespérico e os materiais sedimentares da Orla Ocidental, ou os corredores estruturais Lousã-Seia, Vilariça-Manteigas, Avelar e Arrife (Cunha *et al.*, 2000). Observa-se uma grande concentração de ocorrências nas cidades de Coimbra, Águeda, Leiria e Batalha e ao longo de vias rodoviárias e ferroviárias. Observa-se uma repartição entre os deslizamentos translacionais, deslizamentos rotacionais, fluxos e quedas de blocos, o que atesta a diversidade morfológica e litostratigráfica (Fig. 3).

O cruzamento entre as tipologias de movimentos de vertente e as principais unidades litostratigráficas (Fig. 4) permite observar que a maioria dos deslizamentos rotacionais e translacionais ocorre nos materiais margosos e calcário-margosos do Jurássico. O maior número de ocorrências associadas a fluxos surge associadas a turbiditos, xistos, conglomerados e arenitos do Paleozóico, assim como a granitos e outros granitoides, aos quais também se associam o maior número de quedas de blocos. Os movimentos “complexos” aparecem associados aos calcários do Jurássico, aos evaporitos e aos materiais do complexo Vulcano-sedimentar do Jurássico Inferior. Conclui-se também que 73% do total de movimentos de

vertente ocorrem nas unidades do Paleozóico e Jurássico, independentemente da diferenciação dos materiais presentes.

No que respeita às perdas e danos associados, a grande maioria (95%) referem-se a perdas e danos exclusivamente materiais. As ocorrências com vítimas mortais, surgem essencialmente associadas a turbiditos, xistos, grauvaques e arenitos do Paleozóico, bem como a vertentes e taludes instalados em granitos e outros granitoides (Fig. 5). Os Depósitos do Quaternário concentram 11% do total de ocorrências desta tipologia, o que pode traduzir a instabilidade destes materiais, ou dos materiais subjacentes.

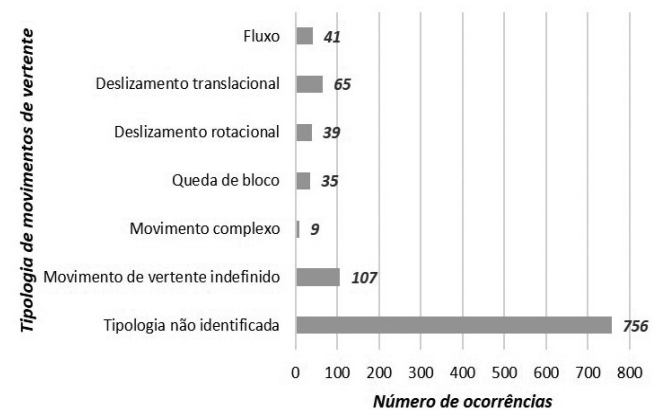


Figura 3. Classificação tipológica dos movimentos de vertente.

Figure 3. Typological classification of mass movements.

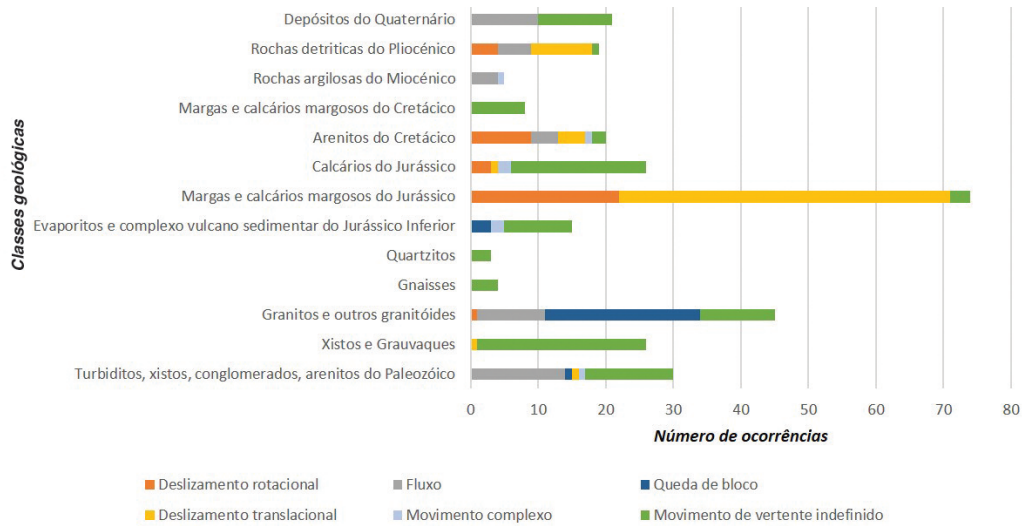


Figura 4. Tipologia dos movimentos de vertente e classes litostratigráficas associadas.  
Figure 4. Typology of mass movements and associated lithostratigraphic classes.

Espacialmente, é na área urbana de Coimbra e zonas limítrofes que se concentram as ocorrências com perdas e danos humanos. Nas ocorrências com perdas e danos materiais destaca-se igualmente Coimbra, e concelhos limítrofes, a área urbana da Batalha, de Leiria e Águeda. Destacam-se ainda a concentração de ocorrências desta tipologia em regiões de baixa densidade (territórios com perda populacional, abandono de atividades produtivas e desregulamentação social e económica), como é o caso da Serra da Estrela (vales glaciares do Zêzere e Alforfa), e ainda no litoral nas arribas de São Pedro de Moel. Surgem assim dois grupos distintos: 53 movimentos (Fig. 6a), que originaram perdas e danos humanos (*Disaster*) e 999 com perdas e danos materiais (Fig. 6b).

Os movimentos de vertente originaram um total de 43 mortes (Fig. 7), sendo a maioria devidas a ocorrências tipificadas como

“movimentos de vertente indefinidos” ou de “tipologia não identificada”, com destaque para 14 vítimas mortais associadas a movimentos do tipo fluxo. No que concerne às perdas e danos materiais, a maioria (90%) reportam perdas e/ou danos em infraestruturas viárias. Para além da relação com as unidades litostratigráficas associadas, evidencia-se como principal condicionante a presença de elementos expostos e a sua densidade de ocupação no território.

### 5. Conclusões

Os resultados relevam a recorrência dos movimentos de vertente de origem hidro-geomorfológica na Região Centro de Portugal Continental nos últimos 150 anos, como refere Zêzere *et al.* (2014). A espacialização salienta processos relacionados com o contexto morfo-

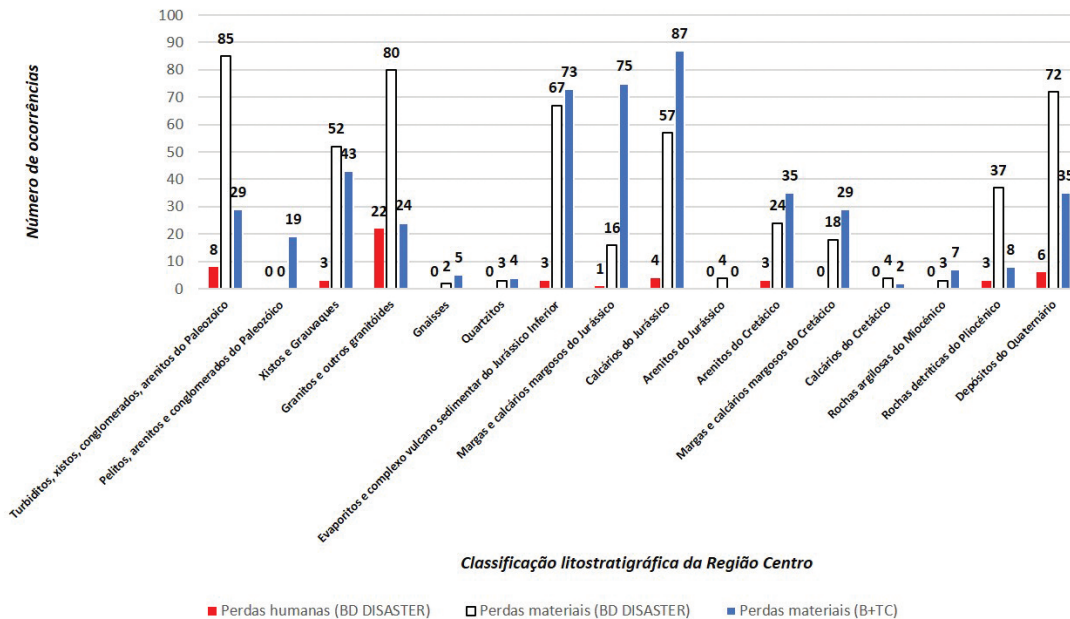


Figura 5. Número de perdas e danos humanos e materiais por unidade litostratigráfica.  
Figure 5. Number of human and material losses and damages per lithostratigraphic unit.



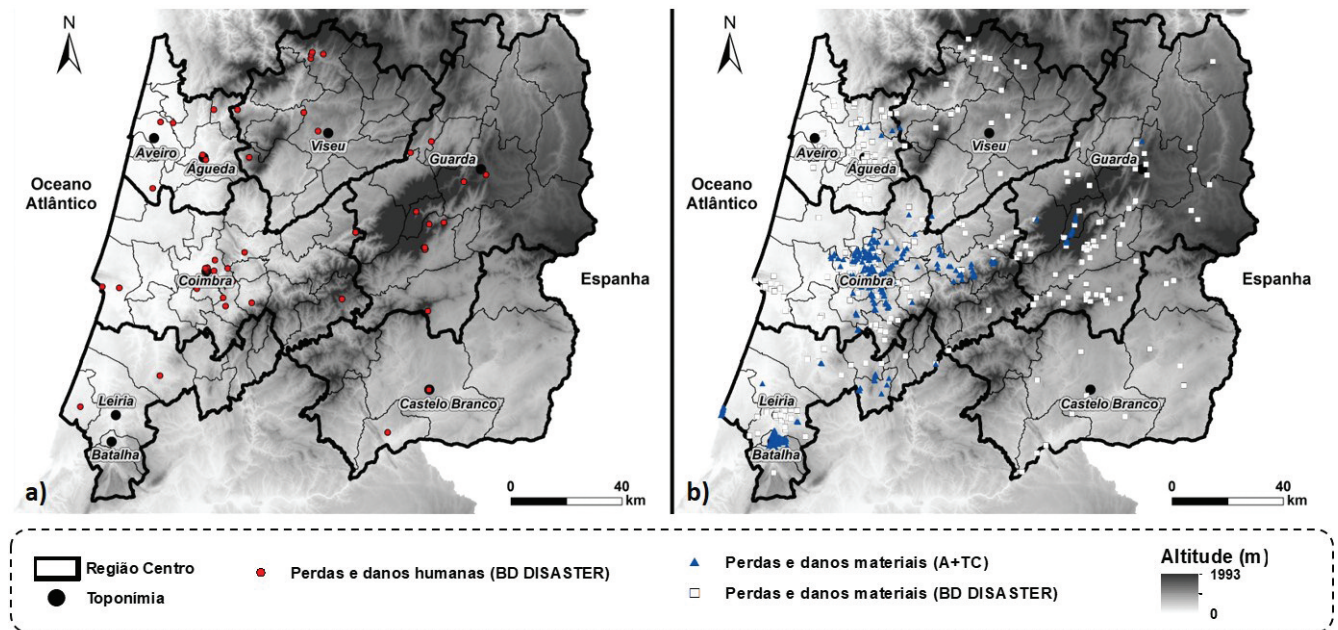


Figura 6. Ocorrências e danos associados: a) perdas e danos humanos; b) perdas e danos materiais.

Figure 6. Occurrences and associated damages: a) human losses and damages; b) material losses and damages.

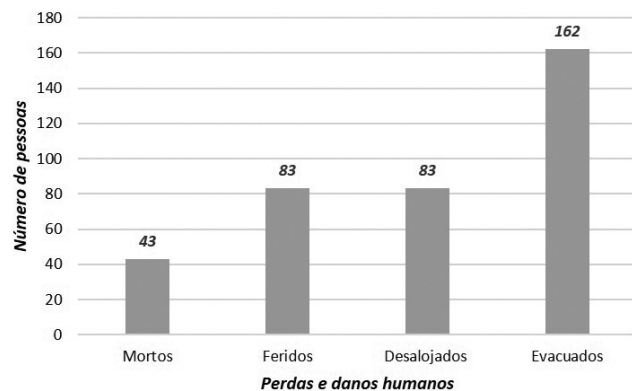


Figura 7. Classificação tipológica das perdas e danos humanos associados a movimentos de vertente.

Figure 7. Typological classification of human losses and damages associated with mass movements.

lógico e litostratigráfico, assim como a dinâmicas de litoralização, urbanização e uma crescente exposição das populações. Os resultados permitem observar que 78% municípios da Região Centro, apresentam histórico de movimentos de vertente, com uma concentração nos concelhos de Coimbra, Águeda, Batalha e concelhos limítrofes, bem como na área da Serra da Estrela. Os resultados obtidos vão ao encontro da cartografia de suscetibilidade a movimentos de vertente realizada no âmbito do PROT da Região Centro (CCDRC/Riscos, 2007), visto que a larga maioria das ocorrências agora analisadas se cruzam com as três classes mais elevadas de suscetibilidade.

## Agradecimentos

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no âmbito do projecto

FORLAND (PTDC/ATPGE0/1660/2014). Pedro Pinto Santos é financiado por fundos nacionais através da FCT, I.P. no âmbito, do projeto com a referência CEEIND/00268/2017.

## Referências

- CCDRC/Riscos, 2007. Riscos Naturais e Tecnológicos. Contributo para a Síntese de Diagnóstico e Visão Estratégica. *PROT-Centro. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro*, relatório não publicado, Coimbra, 39.
- Cunha, P. P., Pimentel, N., Pereira, D. I., 2000. A assinatura tectono-sedimentar do auge da compressão bética em Portugal: a descontinuidade sedimentar Valesiano terminal-Turoliano Universidade Nova de Lisboa. *Ciências da Terra (UNL)*, 14: 61-72.
- Gupta A. K., Nair S. S., Sehgal V. K., 2009. Hydro-meteorological disasters and climate change: conceptual issues and data needs for integrating adaptation into environment–development framework. *J. Earth Sci. India*, 2(II):117-132.
- INE, 2017. *Anuário Estatístico de Portugal 2016*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2010. Carta Geológica de Portugal na escala 1: 1 000 000. Lisboa.
- Soeters, R., Van Westen, C. J., 1996. Slope instability recognition. In: *Landslides. Investigation and Mitigation. Transportation Research Board* Turner, A. K.; Schuster, R. L (Eds.), *Special Report 247*, Washington D. C., National Academy Press, 129-117.
- Tavares, A. O., 2018. Modelos de Gestão dos Riscos e as Políticas Públicas. In: *Riscos e Crises. Da teoria à plena manifestação*. Lourenço & Amaro (Coords.), Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 179-205.
- WP/WLI UNESCO, 1993. A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bulletin Intern. Association of Engineering Geology*, 47: 53-57.
- Zêzere, J. L., Pereira, S., Tavares, A. O., Bateira, C., Trigo, R. M., Quaresma, I., ... e Verde, J., 2014. DISASTER: A GIS database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal. *Natural hazards*, 72(2): 503-532.