

VI

Congresso Nacional
de Geomorfologia

Geomorfologia: novos e velhos desafios



Atas

...

Proceedings

Editores:

Adélia Nunes
Lúcio Cunha
João Santos
Anabela Ramos
Rui Ferreira
Isabel Paiva
Luca Dimuccio

21 a 23 de fevereiro de 2013
Universidade de Coimbra

© 2013, APGeom
Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Departamento de Geografia
Faculdade de Letras da Universidade do Porto
Via Panorâmica,s/n
4150-564 Porto

apgeom.dir@apgeom.pt

Editores

Adélia Nunes
Lúcio Cunha
João Santos
Anabela Ramos
Rui Ferreira
Isabel Paiva
Luca Dimuccio

Design e Formatação:

Anabela Ramos
Isabel Paiva
Rui Ferreira

**VI Congresso Nacional
de Geomorfologia**

Departamento de Geografia
Faculdade de Letras
Universidade de Coimbra
Col. S. Jerónimo
3004-530 Coimbra

21 a 23 de fevereiro de 2013

Apoios:



Associação Portuguesa de Geomorfólogos



International Association of Geomorphologists



Departamento de Geografia (FLUC)



Centro de Estudos de Geografia
e Ordenamento do Território

ISBN: 978-989-96462-4-7

Radiocarbon Dating with Accuracy and Precision

BETA
Beta Analytic
Radiocarbon Dating
www.betalab.com

Beta Analytic Provides:
• ISO 17025 accredited measurements
• Quality assurance reports
• Over 30 years of experience

Results in as little as 2 days
Australia Brazil China India Japan Korea UK USA

SIMULAÇÃO DE ROTAS DE EMERGÊNCIA NO CONCELHO DE TAROUCA EM FUNÇÃO DA SUSCETIBILIDADE E RISCO DE MOVIMENTOS DE VERTENTE

SIMULATION OF EMERGENCY ROUTES IN THE TAROUCA COUNTY, CONSIDERING THE SUSCEPTIBILITY AND RISK OF LANDSLIDES

Meneses, Bruno Miguel, *IGOT - Universidade de Lisboa, Portugal, santana.meneses@gmail.com*
Zêzere, José Luís, *CEG - Universidade de Lisboa, Portugal, zezere@campus.ul.pt*

RESUMO

No Concelho de Tarouca os movimentos de vertente são responsáveis por vários prejuízos, destacando-se a destruição ou interrupção de vias rodoviárias, fator que proporciona o isolamento de pequenas povoações. Devido ao frequente desencadeamento destes eventos geomorfológicos nesta área, avaliou-se a suscetibilidade de ocorrência de movimentos de vertente e a localização do risco, em função dos elementos expostos aqui presentes. A partir destes resultados simularam-se rotas de emergência, admitindo dois cenários: no primeiro caso, considerou-se a totalidade das vias rodoviárias principais sem qualquer interrupção; num segundo exercício, considerou-se a rutura destas vias nos locais com elevada probabilidade de ocorrência de deslizamentos. A partir dos resultados obtidos aferiram-se os condicionalismos operacionais dos meios de socorro e emergência, numa eventual intervenção neste território.

ABSTRACT

Landslides have caused many losses in the Tarouca County, especially the destruction or disruption of main roads, leaving small villages isolated. Due to the frequent occurrence of landslides in the study area, the landslide susceptibility was assessed. This procedure resulted in a Susceptibility Map that was intersected with a Map representing the Elements Exposed allowing obtain the Location of landslide risk. Using the obtained results, emergency routes were simulated for two scenarios: in the first scenario, we considered all the main roads without any interruption, in the second scenario, rupture is assumed to occur in pathways with a high probability of landslide occurrence. Finally, the operational constraints for emergency rescue are critically discussed.

1. INTRODUÇÃO

Como refere Das et al. (2011), os movimentos de vertente são processos responsáveis por avultados danos materiais e perdas humanas em todo o mundo. Atualmente há várias técnicas para a avaliação da suscetibilidade à ocorrência dos próximos movimentos, destacando-se os métodos estatísticos baseados na correlação espacial estabelecida entre os fatores de predisposição e a distribuição dos movimentos de vertente já ocorridos (Guzzetti, 2005; Thiery et al., 2007). Sendo a suscetibilidade a componente espacial da perigosidade, pode obter-se a localização do risco (não quantificado) através do seu cruzamento com os elementos expostos. Nestes elementos, destaca-se as estradas pela frequência com que são afetadas por movimentos de vertente, devendo-se a maioria dos casos ao corte e abertura de taludes (por vezes mal dimensionados) para a sua construção, fatores que põem em causa a sustentação do material que compõe a vertente (Highland e Bobrowsky, 2008; Das et al., 2011). Os movimentos de vertente, dependendo da sua magnitude, podem destruir ou interromper estas infraestruturas e, deste modo, originar diversos condicionalismos, ao interferir no tempo de reação dos meios operacionais (Meneses e Zêzere, 2012).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O Concelho de Tarouca é a área de estudo (AE). Este situa-se no N do Distrito de Viseu, compreende 100,1 km² e é composto por dez freguesias (Fig. 1). No relevo destaca-se o Vale do Varosa (amplo entre Mondim da Beira e Dalvares e mais encaixado para jusante) e a Serra de Santa Helena (1.100m de altitude), área onde se encontram as vertentes de maior declive. Quanto à geologia, predominam os xistos a SW da Serra de Santa Helena, enquanto os granitos são dominantes a N, com os fundos de vale ocupados por aluviões. A distribuição da população é muito dispersa, verificando-se a maior concentração na Cidade de Tarouca (local onde se encontram todos os equipamentos de socorro e emergência) e, com menor expressão, as diversas vilas e aldeias que compõem este concelho. Nesta área ocorrem frequentemente movimentos de vertente, principalmente nas vertentes da Serra de Santa Helena (destaque para as escoadas) e no Vale do Varosa, com evidência para o seu setor jusante pela elevada instabilidade das vertentes por deslizamentos rotacionais e translacionais.

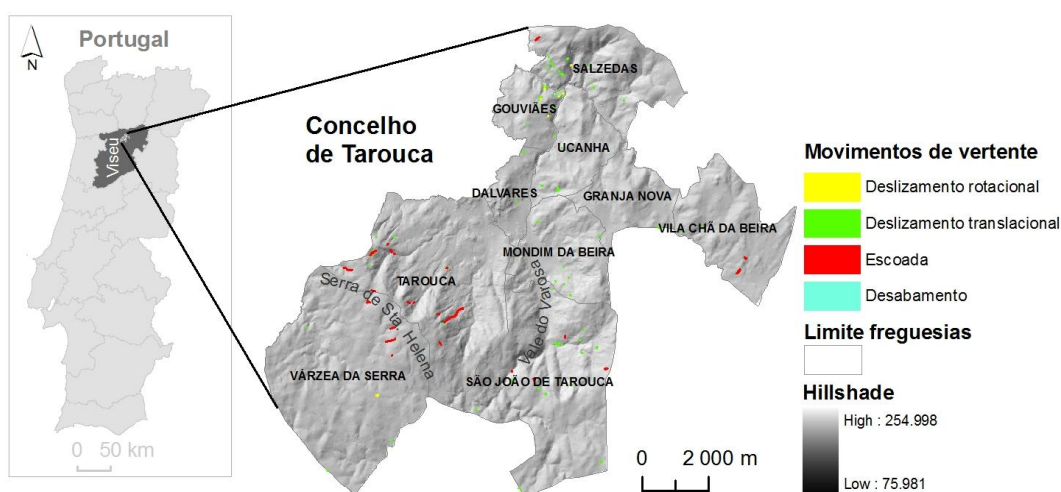


Figura 1. Enquadramento geográfico do Concelho de Tarouca e distribuição dos movimentos de vertente.

2.2. A suscetibilidade e a localização do risco de movimentos de vertente

A suscetibilidade foi modelada com recurso ao método estatístico do Valor Informativo (VI), metodologia e resultados apresentados em Meneses e Zêzere (2012). A localização do risco de movimentos de vertente resulta da sobreposição da Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Vertente resultante dos procedimentos referidos em Meneses e Zêzere (2012), com a Carta de Elementos Expostos presentes na área de estudo.

2.3. Avaliação de condicionalismos resultantes da perda de infraestruturas estratégicas por movimentos de vertente (simulação de rotas de emergência)

Das infraestruturas presentes na área em estudo destaca-se as vias rodoviárias, muitas delas com elevada importância por serem únicas no acesso a pequenas povoações. Neste sentido, avaliaram-se os locais onde é mais provável a ocorrência das próximas interrupções, seja pela perda da via (parcial ou total), ou pela obstrução por material resultante dos movimentos de vertente. Para tal, foi cruzada a Carta de Suscetibilidade com a rede de vias principais, de modo a sustentar a elaboração de cenários de perda de vias rodoviárias em função da ocorrência de movimentos de vertente. Para a modelação de rotas de emergência alternativas recorreu-se à ferramenta *If Then Else* do ArcGIS 9.3, de modo a inserir a condição de corte das vias quando estas cruzam áreas de elevada suscetibilidade.

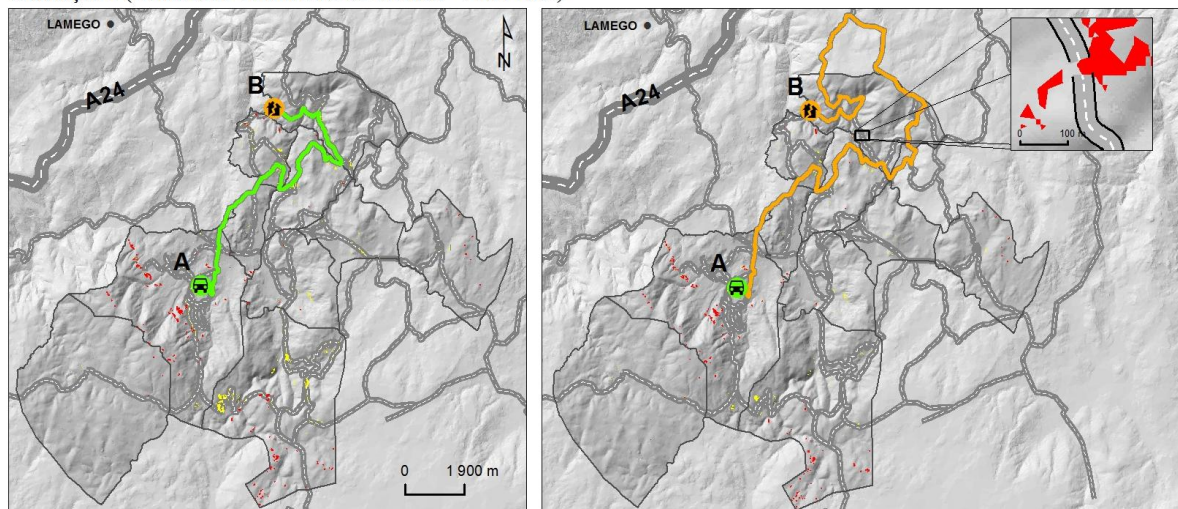
Em função das possíveis interrupções, determinaram-se percursos alternativos, usando a ferramenta *Network Analyst*, e aferiram-se os principais fatores inconvenientes em caso de socorro nas áreas de risco mais elevado a movimentos de vertente.

3. MODELAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

3.1. Rotas de emergência em função da suscetibilidade e risco de movimentos de vertente

As áreas com maior suscetibilidade a movimentos de vertente localizam-se ao longo do Vale do Varosa (destaque para o setor jusante) e nas vertentes da Serra de Santa Helena. Este vale também se destaca pelo risco elevado nos setores montante e jusante (Monte Raso), devido ao elevado potencial de instabilidade e à presença de vários elementos expostos (e.g. população, vias rodoviárias). Na simulação de rotas de emergência (percursos ótimos em função da distância mais curta) considerou-se a localização dos equipamentos operacionais, neste caso os Bombeiros Voluntários de Tarouca (ponto A na Fig. 2) e as áreas com maior risco em destaque na AE, i.e., as povoações de Vila Pouca na Freguesia de Salzedas e Vilarinho na Freguesia de São João de Tarouca (ponto B na Fig. 2). Estes percursos foram determinados admitindo dois cenários: interrupção das vias rodoviárias principais quando estas intersectam as áreas de maior suscetibilidade geomorfológica e determinação sem considerar estas possíveis interrupções. Nas duas simulações realizadas (Fig. 2), quando se considerou a interrupção das vias nas áreas com elevada suscetibilidade geomorfológica o percurso altera-se significativamente, sendo necessário, no primeiro caso, recorrer às vias extramunicipais para se ter acesso à localidade de Vila Pouca (simulação 1 da Fig. 2), caso contrário, esta povoação com 219 residentes (Censos de 2011 do INE), ficaria totalmente isolada.

Simulação 1 (Bombeiros Voluntários de Tarouca - Vila Pouca)



Simulação 2 (Bombeiros Voluntários de Tarouca - Vilarinho)

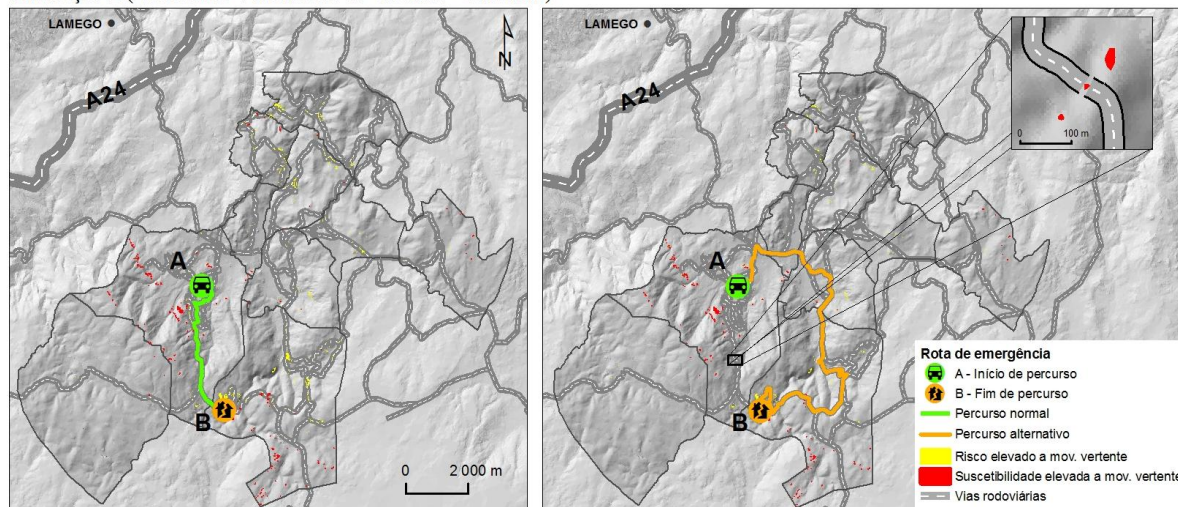


Figura 2. Simulações de rotas de emergência entre um equipamento de socorro (BVT) (Ponto A) e áreas de risco elevado (Ponto B). Nos mapas da esquerda representa-se um percurso normal entre os pontos A e B e nos mapas da direita um percurso alternativo devido à interrupção da estrada principal por um movimento de vertente.

3.2. Condicionismos operacionais resultantes da interrupção de vias rodoviárias

Nos resultados obtidos da simulação 1 (Fig. 2) quando não há interrupção das vias, o percurso mais curto entre os pontos A e B é de 14,14km e demoraria cerca de 16,9 minutos a ser percorrido, admitindo a velocidade média de 50km/h, sem considerar condicionantes físicas (e.g. declives), sinalização rodoviária ou densidade do tráfego. Considerando a interrupção das vias pela interseção com as áreas de elevada suscetibilidade, o percurso alternativo passa para os 26,76km e demoraria cerca de 32,1 minutos a ser percorrido. Na simulação 2 (Fig. 2), sem corte das vias o percurso mais curto entre os pontos A e B tem 5,22Km e demoraria cerca de 6,3 minutos a ser percorrido, admitindo as mesmas condições referidas anteriormente; já com a inserção da suscetibilidade, este percurso é interrompido numa vertente da Serra de Santa Helena, sendo o percurso ótimo alternativo de 14,99km, o que corresponde a 18 minutos de percurso. Estes aumentos de distância e tempo de percurso evidenciam a redução da eficácia dos meios operacionais numa eventual emergência na área marcada pelo ponto B nos mapas da Figura 2. Quando se considera o percurso de ida até ao local onde ocorreu a emergência (sentido de A para B) e regresso ao equipamento de saúde localizado junto ao quartel dos BVT (sentido de B para A), o aumento de tempo pelo percurso alternativo face à situação normal é de 30,4 minutos no caso da primeira simulação e 23,4 minutos no segundo caso, tempo vital no socorro de eventuais vítimas.

4. CONCLUSÃO

A suscetibilidade de ocorrência de movimentos de vertente no Concelho de Tarouca destaca-se sobretudo na Serra de Santa Helena e no Vale do Varosa, com relevo para o setor montante e jusante (locais onde ocorrem frequentemente manifestações de instabilidade), destacando-se estes, também, pelo elevado risco a movimentos de vertente devido aos elementos expostos presentes. Nas vertentes desta serra localiza-se uma das principais vias rodoviárias do concelho (infraestrutura estratégica), que caso seja interrompida por um movimento de vertente, afeta a circulação dos meios operacionais de intervenção rápida numa eventual emergência nas áreas a S do concelho. O mesmo sucede no N do concelho (Monte Raso), quando a principal estrada de acesso à localidade de Vila Pouca é afetada, fator que determina o aumento significativo do tempo e distância percorrida, pondo assim em causa a eficácia dos meios de reação. Se esta estrada for afetada por um movimento de vertente numa área mais próxima à povoação, esta fica totalmente isolada devido à inexistência de estradas alternativas. Os resultados apresentados podem ser implementados nos planos de emergência do concelho estudado.

REFERÊNCIAS

- Das, I.; Stein, A.; Kerle, N. & Dadhwal, V. (2011) - Probabilistic landslide hazard assessment using homogeneous susceptible units (HSU) along a national highway corridor in the northern Himalayas, India. *Landslides*, vol.8, n.3, pp. 293–308.
- Guzzetti, F. (2005) - *Landslide hazard and Risk Assessment*. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrads (Dr. Rer. Nat.) der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Italy.
- Highland, L. & Bobrowsky, P. (2008) - *The Landslide Handbook - A Guide to Understanding Landslides*. Reston, Virginia - U.S. Geological Survey, Circular 1325.
- Meneses, B.M. & Zêzere, J.L. (2012) – Modelação da Suscetibilidade e Risco de Movimentos de Vertente no Concelho de Tarouca – Determinação de Rotas de Emergência. In Royé, D.; Vázquez, J.A.; Díaz, M.V.; Otón, M.P. & Mantiñam, M.J. (eds), *Livro de Atas do XIII Iberian Symposium of Geography, Respuestas de la Geografía Ibérica a la crisis actual*, Santiago de Compostela, pp. 341-351.

Thiery, Y.; Malet, J.; Sterlacchini, S.; Puissant, A. & Maquaire, O. (2007) - Landslide susceptibility assessment by bivariate methods at large scales - Application to a complex mountainous environment. *Geomorphology*, vol. 48/4, pp. 349-364.