

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.betainc.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

ANÁLISE DO RISCO A DESLIZAMENTOS: A MATRIZ DE RISCO

LANDSLIDE RISK ANALYSIS: RISK MATRIX

Garcia, R. A. C., *RISKam*, CEG-IGOT-UL, Lisboa, Portugal, rgarcia@campus.ul.pt

Zêzere, J. L., *RISKam*, CEG-IGOT-UL, Lisboa, Portugal, zezere@campus.ul.pt

RESUMO

A matriz de risco é um método qualitativo de análise de risco. O presente trabalho tem como objetivo a aplicação de uma matriz de risco na bacia hidrográfica do rio Alenquer conjugando a susceptibilidade a deslizamentos rotacionais profundos com a densidade de elementos expostos (população, rede viária e edifícios residenciais) à sub-bacia hidrográfica. Os resultados obtidos permitiram identificar que a sub-bacia a SW de Alenquer é aquela que apresenta maior risco enquanto a sub-bacia da ribeira da Madalena, apresenta o risco menos elevado. Este tipo de análise permite não só uma identificação dos territórios potencialmente mais problemáticos como a prospecção de cenários em caso de alteração de alguma das componentes da matriz.

ABSTRACT

Risk matrix is a qualitative method of risk analysis. The major aim of this work is to apply to the Alenquer river basin a risk matrix combining rotational slide susceptibility and exposed elements density (population, roads and houses). The obtained results, evidence that the SW Alenquer basin is the one with high risk level. In contrast, the Madalena river basin is the one with lower risk. This type of analyses allows the identification of potential risk of each territorial unit as well as the formulation of risk scenarios based on expected changes of one of the matrix components.

1. INTRODUÇÃO

Risco é entendido como a probabilidade e severidade de consequências danosas, num elemento ou conjunto de elementos expostos, quando sujeitos a um determinado fenómeno perigoso (Glade et al., 2005). Assim, risco resulta da função entre Perigo (*Hazard*), Vulnerabilidade (entendida como grau de danos expectável) e Elementos expostos, nomeadamente o seu Valor (*e.g.*, Varnes e IAEG-CLOMMS, 1984).

Os métodos de análise do Risco podem ser (Lee e Jones, 2004; van Westen et al., 2006): i) qualitativos (probabilidades e perdas expressas qualitativamente); ii) semi-quantitativos (probabilidades indicativas ou expressas em termos qualitativos); iii) quantitativos (probabilidades e perdas quantificadas). A escolha do método utilizado deve suportar-se no objectivo e natureza do problema, mas sobretudo, ser compatível com a qualidade e quantidade de dados disponível (Dai et al., 2002).

No que diz respeito às análises qualitativas ou semi-quantitativas, destaca-se a construção de matrizes de risco. O conceito da matriz já tinha sido anteriormente utilizado para avaliar o grau de perigo (*e.g.* modelo suíço: Lateltin, 1997) ou o grau de danos expectável (*e.g.* Leone et al., 1996). Aplicadas ao risco, as matrizes procuram qualificar o grau de risco, cruzando a possibilidade de ocorrência de movimentos de vertente com as consequências e prejuízos expectáveis (*e.g.*, AGS, 2000; Barreiros et al., 2009; EC, 2010).

O presente trabalho tem como principal objectivo produzir uma matriz de risco a deslizamentos rotacionais profundos, aplicada a sub-bacias pertencentes à bacia hidrográfica do rio Alenquer (Figura 1).

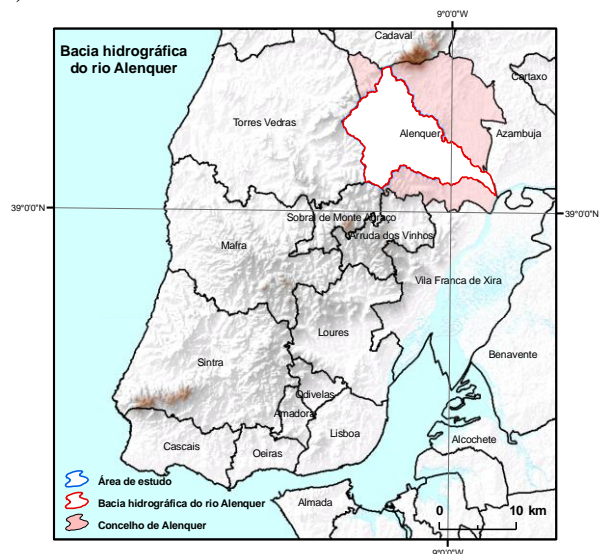


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Alenquer

2. METODOLOGIA

2.1. Enquadramento Geral

A análise da morfologia e hidrografia da bacia do rio Alenquer permitiu a delimitação de 17 sub-bacias que representam 86% dos 138 km² de extensão da mesma. Todas estas bacias encontram-se inseridas na unidade geomorfológica Orla Mesocenoica ocidental, dominada por formações de idade Jurássica, nomeadamente: Grés-margoso de Sobral (74%); Arenitos e calcários de Freixial (7%); Calcários de Amaral (6%) e Margas e argilas do complexo de Abadia (5%). O trabalho de campo e a fotointerpretação permitiram a inventariação de 116 deslizamentos rotacionais profundos que representam 663.000 m² de superfície deslizada. Com base nos Censos de 2001, a área em estudo apresenta cerca de 15.200 habitantes, em 6570 edifícios residenciais ou predominantemente residenciais. No que diz respeito à rede viária esta integra 865 km de estradas.

2.2. Avaliação da suscetibilidade

A avaliação da suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos rotacionais profundo foi obtida através da aplicação do método estatístico bivariado, Valor Informativo (Yin e Yan, 1988), suportado no inventário referido anteriormente e em 6 factores de predisposição (declive, morfoestrutura, unidades litológicas, unidades de solo, inverso do índice topográfico e coberto vegetal/uso do solo). A validação do modelo através das curvas de sucesso e de predição temporal, registou áreas abaixo da curva de 0,76 e 0,78, respetivamente. O mapa final foi classificado em 4 classes (reduzida ou nula, moderada, elevada, muito elevada) com base nos seguintes critérios: i) o limite das classes deve corresponder a rupturas de declive na curva de sucesso; ii) a classe de suscetibilidade mais elevada tem que justificar um mínimo de 25% da área deslizada; iii) a classe de suscetibilidade reduzida ou nula não pode apresentar mais do que 10% da superfície deslizada.

2.3. Análise dos elementos expostos

Na análise em curso foi considerada a densidade por sub-bacia de três tipos de elementos expostos: população, rede viária e edifícios de habitação. A população considerada é a do Censos 2001, tendo sido dassimetricamente distribuída pela área do edificado habitacional presente na subsecção estatística, antes de ser contabilizada à unidade da sub-bacia. Matriz de risco

A aplicação da matriz de risco na bacia do rio Alenquer foi efectuada à unidade da sub-bacia hidrográfica, tendo em conta o Perigo, representado pela susceptibilidade, e os elementos expostos, caracterizados pela respectiva densidade. Assim, para cada uma das sub-bacias e componentes da matriz foi efectuada uma classificação qualitativa em quatro classes: muito elevada, elevada, moderada e reduzida ou nula.

A classificação da susceptibilidade de cada sub-bacia hidrográfica teve em consideração a porção de área nas classes “Elevada” e “Muito elevada”, utilizando como valores de referência a média e o desvio padrão.

No que se refere aos elementos, numa primeira fase a densidade individual de cada um dos elementos foi escalonada nas 4 classes, utilizando a relação ao valor médio, como referência. A integração final e definição da categoria de densidade de elementos expostos foi obtida através da média aritmética simples dos três tipos de elementos.

Informação adicional sobre os procedimentos metodológicos adoptados pode ser consultada em Garcia (2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da classificação da susceptibilidade apresentam como unidades mais susceptíveis as sub-bacias hidrográficas Alenquer SW, Santo Amaro e Meca. Em situação oposta, as sub-bacias hidrográficas da Merceana, rio da Travessa, o sector Montante do rio Alenquer e a ribeira da Madalena são as áreas com menor susceptibilidade a deslizamentos rotacionais (Figura 2).

Os resultados mostram que a maioria das sub-bacias tem uma densidade de elementos moderada ou reduzida. Contudo, nas duas sub-bacias hidrográficas que englobam parte da vila de Alenquer a densidade de elementos expostos é muito elevada (Figura 2).

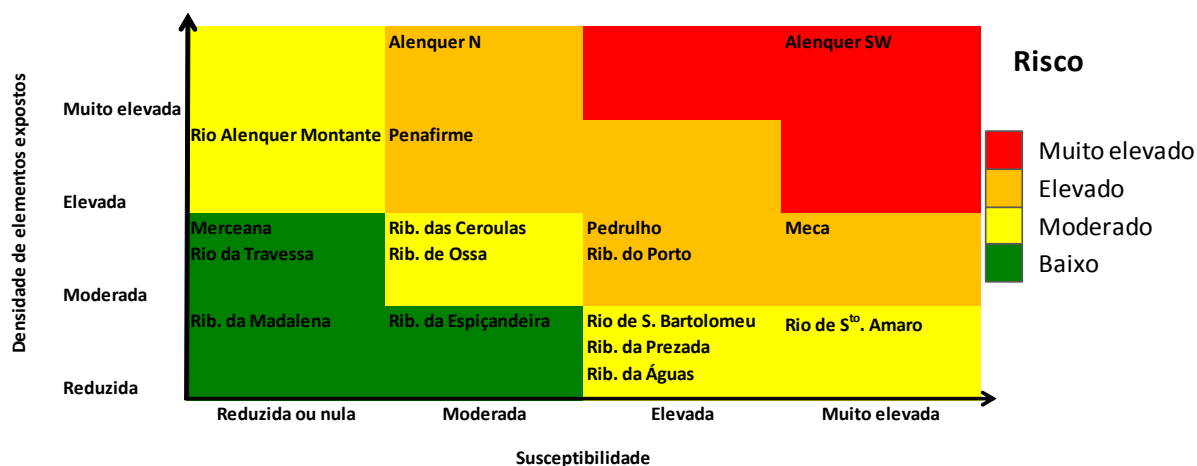


Figura 2 – Matriz de Risco a Deslizamentos Rotacionais Profundos na Bacia Hidrográfica do Rio Alenquer

Assim, a associação de ambos os parâmetros indica que a sub-bacia Alenquer SW é a que apresenta o risco mais elevado, conjugando susceptibilidade e densidade de elementos muito elevados. A unidade da ribeira da Madalena é aquela em que o risco é mais baixo, devido à associação de susceptibilidade e densidades reduzidas (Figura 2).

4. CONCLUSÕES

A matriz de risco é uma boa ferramenta para verificar a conjugação, por unidade territorial, entre perigos e elementos expostos. Acresce o facto de possibilitar uma análise prospectiva do que poderá ocorrer no caso da modificação da classificação das unidades territoriais analisadas. Por exemplo, a sub-bacia do rio de Santo Amaro apresenta um risco moderado, o que é devido ao reduzido peso dos elementos expostos. Contudo, uma vez que se encontra na classe de susceptibilidade muito elevada, a eventual implantação de mais edifícios de habitação e o aumento da população fará incrementar o risco para elevado ou muito elevado.

Assim, apesar de alguma incerteza, uma vez que não existe a garantia de que os elementos expostos se encontram nas áreas mais perigosas, mas sim que nessa unidade existem áreas perigosas, a matriz de risco permite, de modo qualitativo e relativamente expedito, a identificação do território onde a gestão do risco é prioritária. Deste modo, pode funcionar como uma primeira análise do risco permitindo ordenar as unidades territoriais para futura análise e eventual intervenção.

AGRADECIMENTOS

Ao projecto Pan-European and nation-wide landslide susceptibility assessment, European and Mediterranean Major Hazards Agreement (EUR-OPA), Conselho da Europa; à Fundação para a Ciência e Tecnologia.

REFERÊNCIAS

- AGS - Australian Geomechanics Society Sub-Committee on Landslide Risk Management (2000) – *Landslide risk management concepts and guidelines*. Australian Geomechanics.
- Barreiros, C.; Costa, E.; Pires, P. (2009) - *Guia para a Caracterização de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil*. Cadernos Técnicos PROCIV#9. ANPC. Lisboa.
- Dai, F. C.; Lee, C. F.; Ngai, Y. Y. (2002) – “Landslide risk assessment and management: an overview”. *Engineering Geology*. 64. pp. 65 – 87.
- EC-European Commission (2010) – *Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management*. Commission Staff Working Paper. Bruxelas.
- Garcia, R. A. C. (2012) – *Metodologias de Avaliação da Perigosidade e Risco Associado a Movimentos de Vertente. Aplicação na Bacia do Rio Alenquer*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa. Lisboa.
- Glade, T.; Anderson, M.; Crozier, M. J. (Eds.) (2005) - *Landslide Hazard and Risk*. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester.
- Lateltin, O. (1997) – *Recommandations 1997 - Prise en compte des dangers aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire*. OFAT, OFEE e OFEPP. Berne.
- Lee, E. M.; Jones, D. K. C. (2004) – *Landslide Risks Assessment*. Thomas Telford. London.

- Léone, F.; Asté, J. P.; Leroi, E. (1996) – “Vulnerability assessment of elements exposed to mass-movement: working toward a better risk perception”. In Sennset, K. (Ed.) *Landslides. Proceedings of the 7th ISL, Trondheim, Vol. 1*. Balkema, Rotterdam. pp. 263 – 269.
- van Westen, C. J.; van Asch, T. W. J.; Soeters, R. (2006) – “Landslide hazards and risk zonation - why is it still so difficult?”. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 65. pp. 167 – 184.
- Varnes, D. J.; International Association of Engineering Geology – Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes (1984) – *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. UNESCO, Paris.
- Yin, K. L.; Yan, T. Z. (1988) – “Statistical prediction models for slope instability of metamorphosed rocks”. In Bonnard, C. (Ed.) *Landslides. Proceedings of the 5th ISL, Lausanne, Vol. 2*. Balkema, Rotterdam. pp. 1269 – 1272.