

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE A INCÊNDIOS FLORESTAIS NA REGIÃO DO MINHO, PORTUGAL

António Bento-Gonçalves

Departamento de Geografia e CEGOT, Universidade do Minho
bento@geografia.uminho.pt

António Vieira

Departamento de Geografia e CEGOT, Universidade do Minho
vieira@geografia.uminho.pt

Adélia Nunes

Departamento de Geografia e CEGOT, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
adelia.nunes@fl.uc.pt

Luciano Lourenço

Departamento de Geografia e CEGOT, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
luciano@uc.pt

Sandra Oliveira

NICIF, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
sandra.oliveira@uc.pt

Fernando Félix

NICIF, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
ffelix@fl.uc.pt

RESUMO

A análise da vulnerabilidade é uma componente fundamental da avaliação de risco de incêndios, representando, em sentido lato, o potencial de perda de uma determinada área. No âmbito do projeto Europeu PREFER, está a ser desenvolvido um modelo de análise de vulnerabilidade para apoio à prevenção de incêndios na Europa Mediterrânea. A região do Minho, pelas suas características específicas e pela elevada incidência de incêndios florestais, é uma das áreas de estudo do projeto.

A abordagem conceptual da vulnerabilidade engloba três componentes: exposição, sensibilidade e capacidade de antecipação e resposta. Cada uma destas componentes foi, primeiro, analisada individualmente, através da agregação de variáveis estatísticas, cartográficas ou obtidas de imagens de satélite. Para além disso, foi também desenvolvido um mapa de valor económico dos elementos expostos, baseado em custos de recuperação de cobertura do solo e no preço dos alojamentos. O mapa de vulnerabilidade, resultante da integração e ponderação das diferentes componentes, mostra variações espaciais expressivas na região, indicando a necessidade de implementar medidas diversificadas para uma prevenção de incêndios mais eficaz.

Palavras-chave: exposição, sensibilidade, valor económico, vulnerabilidade

Introdução

Na Europa Mediterrânea, os incêndios florestais constituem um fator de preocupação, a nível da proteção florestal, mas também no que respeita à segurança das populações e da conservação dos seus bens (European Commission, 2012; Ganteaume et al., 2013; Oliveira, Lourenço, Pereira, & San-Miguel-Ayanz, 2013). Neste contexto, o desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão, para as diversas fases da gestão de incêndios, assume um papel fundamental. No âmbito do projeto europeu PREFER (“Space-based Information Support for Prevention and Recovery of Forest Fires Emergency in the MediteRanean Area”), a Universidade de Coimbra, em parceria com a Universidade do Minho, está a desenvolver um modelo de análise de vulnerabilidade, com o intuito de criar ferramentas cartográficas articuladas, para apoio à

implementação eficaz de medidas de prevenção de incêndios e preparação para situações de emergência. Em investigações recentes, o conceito de vulnerabilidade inclui múltiplas variáveis e componentes, refletindo diferentes dimensões: ambiental, social, económica e, até, institucional (Birkmann, 2007; Birkmann et al., 2013; Cutter, 2011; Cutter et al., 2008; Kumpulainen, 2006; Turner et al., 2003). O conceito de vulnerabilidade inclui também o nível de resiliência dos sistemas e comunidades, que deriva da capacidade destes lidarem com a ocorrência de um evento potencialmente danoso (Berkes, 2007; Lavorel, Flannigan, Lambin, & Scholes, 2006).

Este artigo descreve o modelo de análise de vulnerabilidade em desenvolvimento, tomando como exemplo a região do Minho, onde a interação dos sistemas antrópicos com as condições naturais contribui para uma elevada incidência de incêndios (Bento-Gonçalves, Vieira, Ferreira-Leite, Oliveira Martins, & Costa Silva, 2010; Nunes, Lourenço, Bento-Gonçalves, & Vieira, 2013). Os dados utilizados, as técnicas de processamento e a integração das variáveis são descritos. Os resultados preliminares da análise de vulnerabilidade para esta região, e alguns dos produtos cartográficos resultantes, incluindo o mapa de valor económico dos elementos expostos, são também apresentados.

Metodologia

A análise de vulnerabilidade integra três componentes: i) exposição - presença de pessoas, bens ou outros elementos em áreas sujeitas a um potencial incêndio; ii) sensibilidade - condições que reduzem ou aumentam a propensão dos elementos expostos para sofrerem determinado tipo e magnitude de danos; iii) capacidade de antecipação e resposta - atividades que aumentam a preparação, resiliência e capacidade de adaptação dos elementos expostos. A recolha de dados foi orientada por esta abordagem e, para cada componente, foram definidas variáveis que representam as diferentes dimensões da vulnerabilidade (ambiental, social ou económica). No quadro I, listam-se as variáveis disponíveis, até ao momento, e integradas na análise de vulnerabilidade para a região do Minho.

Quadro I - Parâmetros, dimensões e tipo de variáveis integradas na análise das componentes da vulnerabilidade a incêndios florestais

Parâmetros	Dimensão	Variáveis	Tipo
Exposição			
População	Social	Densidade populacional	Estatística
Uso/Cobertura do solo	Ambiental/Social	% Uso do solo, 6 categorias	Satélite; cartográfica
Áreas urbanas e edifícios	Social	Densidade de edifícios	Satélite; cartográfica
Infraestruturas	Social	Densidade de estradas	Satélite; cartográfica
Áreas naturais protegidas	Ambiental	% Ocupação por áreas protegidas	Cartográfica
Sensibilidade			
População	Social	% Idosos (> 65 anos)	Estatística
		% Pessoas com escolaridade primária	Estatística
		% Empregados setor primário	Estatística
Uso/Cobertura do solo	Ambiental/Social	Categorias de combustível florestal	Satélite; cartográfica
		Comportamento perante o fogo	Cartográfica
Áreas naturais protegidas	Ambiental	Número de classificações de proteção	Estatística; Car- tográfica
		Categoria IUCN (International Union for Conserva- tion of Nature)	Cartográfica
Capacidade de antecipação e resposta			
Infraestruturas	Ambiental/Social	% Estradas florestais por área florestal	Cartográfica
Recursos humanos	Social	Nº bombeiros por área florestal	Estatística

As variáveis foram transformadas em valores numéricos, sujeitas a análise multivariada, transformadas para uma escala comum (entre 0 e 1) e espacializadas à escala de 1 ha, através

de ferramentas SIG. A ponderação seguiu critérios específicos consoante a variável; por exemplo, a ponderação das categorias de cobertura do solo foi aplicada de acordo com a suscetibilidade a incêndios do tipo de vegetação correspondente, baseada em revisão de literatura {FormattingCitation}(Barros & Pereira, 2014; Carmo, Moreira, Casimiro, & Vaz, 2011; Moreira et al., 2011; Oliveira, Moreira, Boca, San-Miguel-Ayanz, & Pereira, 2013).

Posteriormente, as variáveis selecionadas para cada componente foram agregadas num índice composto, assumindo uma importância equivalente para cada variável e aplicando um modelo aditivo (correspondente à soma do valor final ponderado das diversas variáveis). O mapa de vulnerabilidade resulta da agregação dos três índices anteriores, tendo sido atribuída ponderação idêntica a cada componente.

O mapa de valor económico representa uma expressão monetária da importância dos elementos expostos, ou dos custos associados à proteção ou recuperação dos mesmos. Excetua-se, logo à partida, a vida humana, à qual não é possível atribuir um valor económico. Por esta razão, a análise de valor económico é considerada complementar à vulnerabilidade e é apresentada separadamente. As estimativas de valor económico foram baseadas nos custos de recuperação de cobertura do solo (com vegetação) e no preço dos alojamentos a partir de avaliação bancária.

Resultados preliminares

As figuras seguintes mostram cartograficamente os resultados obtidos com o modelo de vulnerabilidade. A componente da exposição mostra uma concentração dos valores mais elevados a nordeste da área de estudo, o que resulta, em parte, da localização de áreas florestais, com maior ponderação devido à suscetibilidade a incêndios, e de áreas naturais protegidas, nomeadamente o Parque Nacional da Peneda-Gerês (Figura 1).

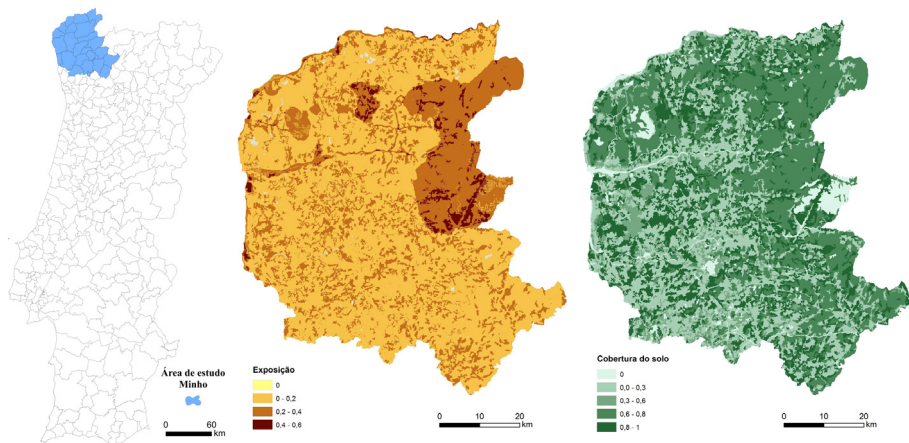


Figura 1 - Mapas da localização da área de estudo (à esquerda), da componente da exposição (ao meio) e da variável ponderada da cobertura do solo (à direita)

A distribuição espacial da vulnerabilidade (Figura 2) mostra uma tendência semelhante, pela importância das áreas florestais e das áreas protegidas, evidenciando, no entanto, uma maior dispersão de valores, devido fundamentalmente à integração dos níveis de sensibilidade da

população (que afeta o padrão dentro destas áreas florestais e protegidas). O mapa de valor económico revela uma distribuição espacial substancialmente diferente, derivada dos custos mais elevados dos alojamentos em relação à cobertura do solo, estando, por isso, os valores mais elevados concentrados em áreas urbanas, com maior densidade de edifícios.

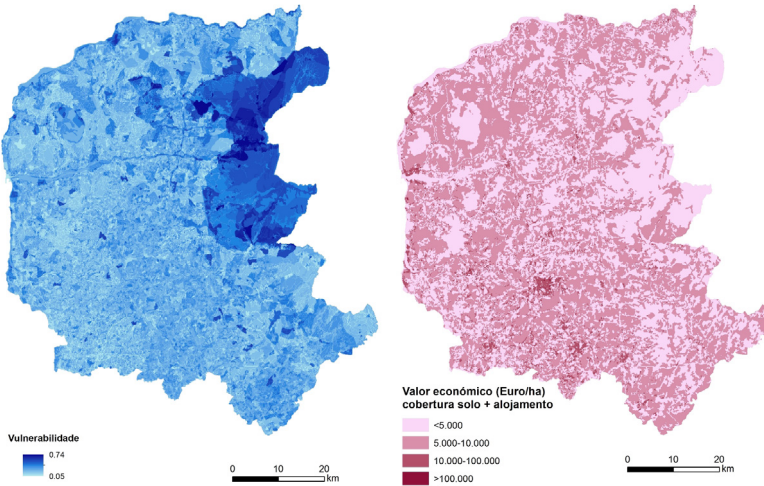


Figura 2 - Mapa de vulnerabilidade (à esquerda) e de valor económico dos elementos expostos (à direita)

Conclusão

A análise da vulnerabilidade é um aspeto fundamental para a prevenção de incêndios. A abordagem holística apresentada neste trabalho implicou a recolha, processamento e agregação de variáveis de natureza diversa, por forma a criar índices compostos que representam as três componentes intermédias da vulnerabilidade. Esta abordagem permite uma avaliação mais aprofundada das características e capacidades de cada área e o desenvolvimento de produtos cartográficos específicos como ferramentas de apoio à decisão. Desta forma, as medidas de prevenção e preparação para incêndios poderão ser melhor ajustadas às condições específicas de uma área, como é o caso da área protegida do Parque Nacional da Peneda Gerês, cujos níveis de exposição e de vulnerabilidade revelam uma necessidade de atenção particular.

Bibliografia

- Barros, A. M. G., & Pereira, J. M. C. (2014). Wildfire selectivity for land cover type: does size matter? *PLoS One*, 9(1), e84760. doi:10.1371/journal.pone.0084760
- Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Ferreira-Leite, F., Oliveira Martins, C., & Costa Silva, F. (2010). A desestruturação do mundo rural em áreas de montanha e o risco de incêndio - o caso da serra da Cabreira (Vieira do Minho). *Territorium*, 17, 109-117.
- Berkes, F. (2007). Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking. *Natural Hazards*, 41(2), 283-295. doi:10.1007/s11069-006-9036-7
- Birkmann, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*, 7(1), 20-31. doi:10.1016/j.envhaz.2007.04.002

- Birkmann, J., Cardona, O. D., Carreño, M. L., Barbat, a. H., Pelling, M., Schneiderbauer, S., ... Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. *Natural Hazards*, 67(2), 193-211. doi:10.1007/s11069-013-0558-5
- Carmo, M., Moreira, F., Casimiro, P., & Vaz, P. (2011). Land use and topography influences on wildfire occurrence in northern Portugal. *Landscape and Urban Planning*, 100(1-2), 169-176. doi:10.1016/j.landurbplan.2010.11.017
- Cutter, S. L. (2011). A ciência da vulnerabilidade: Modelos, métodos e indicadores. *Revista Critica de Ciências Sociais*, 93, 59-69.
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), 598-606. doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013
- European Commission. (2012). *Forest Fires in Europe , Middle East and North Africa 2012*. EUR 26048 (pp. 1-118). Luxembourg. doi:10.2788/58397
- Ganteaume, A., Camia, A., Jappiot, M., San-Miguel-Ayanz, J., Long-Fournel, M., & Lampin, C. (2013). A review of the main driving factors of forest fire ignition over Europe. *Environmental Management*, 51(3), 651-62. doi:10.1007/s00267-012-9961-z
- Kumpulainen, S. (2006). Vulnerability concepts in hazard and risk assessment. In P. Schmidt-Thomé (Ed.), *Special Paper 42* (Geological., pp. 65-74).
- Lavorel, S., Flannigan, M. D., Lambin, E. F., & Scholes, M. C. (2006). Vulnerability of land systems to fire: Interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(1), 33-53. doi:10.1007/s11027-006-9046-5
- Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, E., ... Xanthopoulos, G. (2011). Landscape-wildfire interactions in southern Europe: Implications for landscape management. *Journal of Environmental Management*, 92(10), 2389-2402.
- Nunes, A., Lourenço, L., Bento-Gonçalves, A., & Vieira, A. (2013). Três décadas de incêndios florestais em Portugal: incidência regional e principais fatores responsáveis. *Cadernos de Geografia*, 32, 133-143.
- Oliveira, S., Lourenço, L., Pereira, J. M., & San-Miguel-Ayanz, J. (2013). A ocorrência de incêndios florestais nos países do Sul da Europa. Distribuição espacial, factores estruturais e influência dos grandes incêndios. In A. Bento-Gonçalves & A. Vieira (Eds.), *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação dos Solos* (pp. 99-110). Guimarães: Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento, Universidade do Minho.
- Oliveira, S., Moreira, F., Boca, R., San-Miguel-Ayanz, J., & Pereira, J. M. (2013). Assessment of fire selectivity in relation to land cover and topography : a comparison between Southern European countries. *International Journal of Wildland Fire*. doi:http://dx.doi.org/10.1071/WF12053
- Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. a, McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., ... Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8074-9. doi:10.1073/pnas.1231335100