

Avaliação do risco de inundação em zonas urbanas com a integração de dados LiDAR e cartografia a escala grande

Fernandez, P.^{1, 2}

¹Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Castelo Branco, Portugal
²ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora
palex@ipcb.pt



Abstract

The flood risk assessment is multidisciplinary, and its modelling should be focused on hazard and vulnerability. The objective of this work is to develop an urban flood risk assessment methodology based on improvements of digital surface flow modelling and flood vulnerability prediction.

In the scope of the hydraulic flood modelling was developed, tested, and validated a methodology to create a Digital Surface Flow Model (DSMf)

with high accuracy and resolution by integrating geographic information from various data sources.

The vulnerability is a multi-dimensional and complex concept, classified with high uncertainty. In this study, it was used two flood vulnerability modelling approaches through Spatial Multicriteria Analysis and Principal Component Analysis.

The DSMf created by integration of LiDAR data, large scale cartography and high spatial resolution aerial images improve the LISFLOOD-FP model performance.

The results demonstrate that the aggregation method and the scale of the analysis affect the flood vulnerability rating. It is important to estimate the vulnerability at local-scale to provide detailed information for urban flood risk assessment.

Resumo

A avaliação do risco de inundação apresenta um carácter multidisciplinar, e a abordagem deve ser centrada no perigo e na vulnerabilidade. O objectivo deste estudo é desenvolver uma metodologia para avaliação do risco de inundação em zonas urbanas, tendo como base a melhoria da modelação digital da superfície de escoamento, e da estimativa da vulnerabilidade à inundação.

No âmbito da modelação hidráulica de inundações, foi desenvolvido, testado e validado um método para a criação de um Modelo Digital de Superfície de escoamento (MDSe) com exactidão e resolução espacial elevadas, pela integração de informação geográfica existente e obtida de diferentes fontes.

A vulnerabilidade é um conceito multi-dimensional e complexo, cuja classificação apresenta uma elevada incerteza. Neste estudo foram utilizadas duas abordagens para modelação da vulnerabilidade à inundação, através da Análise Multicritério Espacial e da Análise de Componentes Principais.

A integração de dados LiDAR, cartografia a escala grande, e imagens aéreas de elevada resolução na construção do MDSe, contribuiu para uma melhoria de desempenho do modelo LISFLOOD-FP. O método de agregação e a escala de análise influenciam a classificação da vulnerabilidade à inundação. É importante a estimativa da vulnerabilidade à escala local para fornecer informação detalhada para a avaliação do risco de inundações em zonas urbanas.

1. Introdução

As inundações são um fenómeno natural que não é possível evitar e, dependendo da magnitude atingida e da frequência, podem ser potencialmente perigosas, fazendo, por isso, parte dos riscos naturais a que a sociedade contemporânea está exposta.

A avaliação do risco de inundação depende do perigo e da vulnerabilidade, e deve estender-se às zonas potencialmente afectadas, pelo que é necessário desenvolver uma metodologia adequada para estimar a distribuição espacial: i) do perigo através da modelação hidráulica de inundações; e ii) da vulnerabilidade através da agregação dos factores físicos, económicos, sociais e ambientais.

A representação da superfície do terreno é um factor crítico na modelação hidráulica de inundações pois, como dado de entrada do modelo, condiciona o caudal de ponta de cheia e a extensão da inundação. Os dados LiDAR (Light Detection And Ranging) são uma fonte de informação geográfica de elevada resolução que permite caracterizar as secções transversais do escoamento principal e caracterizar a topografia das zonas inundáveis, que são dados de entrada do modelo hidráulico de inundações. A utilização em conjunto de dados LiDAR e de cartografia permite identificar e extrair vários tipos de objectos presentes na superfície do terreno das zonas urbanas (Mason *et al.*, 2007). A integração de várias fontes de informação geográfica melhora a representação digital da superfície do terreno, que é um dado de entrada dos modelos hidráulicos de inundações.

A vulnerabilidade é multi-dimensional, porque depende de vários factores (físicos, económicos, ambientais e sociais), dinâmica, porque os factores que influenciam a vulnerabilidade estão em constante mudança no tempo e no espaço, e depende da escala de representação.

O objectivo do estudo foi desenvolver uma metodologia para avaliação do risco de inundação em zonas urbanas, tendo como base a melhoria da modelação digital da superfície de escoamento, e da estimativa da vulnerabilidade à inundação.

2. Metodologia

A avaliação do risco de inundação foi efectuada no rio Febros (Vila Nova de Gaia). Neste município, no período entre 1865 e 2010, ocorreram 57 eventos de inundação, dos quais resultaram 4 mortes, 123 evacuados, e 2

930 deslocados (Zêzere *et al.*, 2014).

O modelo LISFLOOD-FP é um modelo hidráulico de inundação raster 1D/2D que foi desenvolvido por Bates e Roo (2000) e incorporou, ao longo do tempo, várias modificações no seu código (Horritt e Bates, 2001a; Horritt e Bates, 2001b; Hunter *et al.*, 2005; Trigg *et al.*, 2009; Bates *et al.*, 2010). O modelo baseia-se numa representação 1D do escoamento no leito do canal, acoplada a uma representação 2D do escoamento na zona inundável.

O processamento e a integração de vários tipos de dados espaciais de alta resolução permitem extrair o Modelo Digital de Superfície de escoamento (MDSe), que é um dado de entrada, para o modelo hidráulico de inundação LISFLOOD-FP e que, devidamente calibrado e validado, permite simular cenários de inundação, necessários à avaliação do risco de inundação através do factor que representa o perigo de inundação, nomeadamente em zona urbana. O MDSe resultou da integração de dados LiDAR, de cartografia a escala grande e imagens de alta resolução.

No cálculo do perigo de inundação foi utilizado o método proposto por HR Wallingford *et al.* (2006), para um cenário de inundação de média probabilidade de ocorrência, com período de retorno igual a 100 anos. Segundo este método, o perigo de inundação é classificado em quatro classes: Reduzido ($<0,75$); Médio ($0,75 - 1,25$); Elevado ($1,25 - 2,5$) e Muito Elevado ($> 2,5$).

Neste estudo foram desenvolvidas duas abordagens para a avaliação da vulnerabilidade, de forma a contribuir para a avaliação do risco de inundação, respectivamente a Análise Multicritério Espacial (AMCE) e a Análise de Componentes Principais (ACP).

A vulnerabilidade é afectada por vários factores: físicos, económicos, ambientais e sociais. Na modelação da vulnerabilidade à inundação, foram utilizadas as seguintes variáveis: densidade de edifícios, número de pisos, ano de construção, regime de propriedade, género, nível de educação, idade, taxa de desemprego, dimensão do agregado familiar, sector de actividade económica, tipologia de uso do solo, e crescimento urbano.

A avaliação do risco de inundação é realizada com base na combinação das quatro classes de perigo de inundação com as cinco classes de vulnerabilidade à inundação.

3 Apresentação de resultados e conclusões

Na Figura 1 é apresentado o mapa de risco de inundação, nas zonas adjacentes ao rio Febros, para o período de retorno de 100 anos, onde foram

identificadas como potenciais consequências a afectação de 129 habitantes e de 69 edifícios.

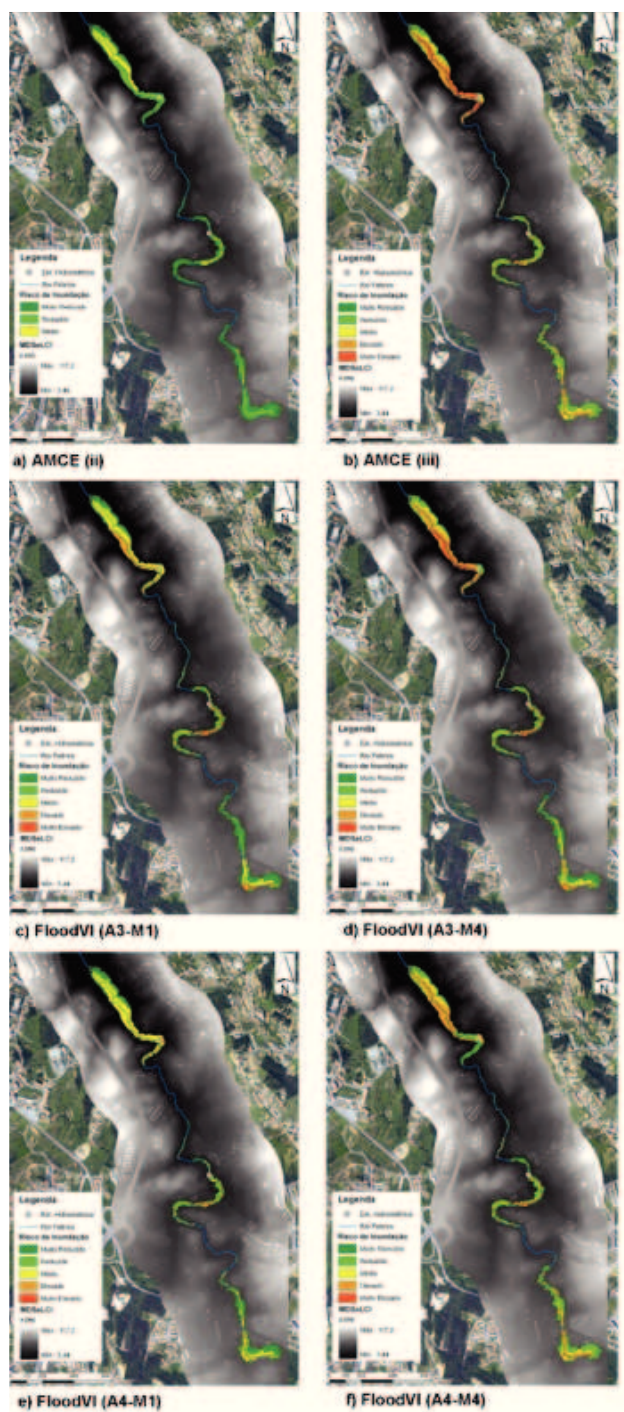


Figura 1 - Mapas de risco de inundação no rio Febros associado ao período de retorno ($T=100$).

Este estudo contribui para a melhoria da estimativa do perigo de inundação através de contributos inovadores na modelação digital da superfície de escoamento e na avaliação da vulnerabilidade à inundação. No que respeita ao perigo, essas melhorias resultaram da integração de informação geográfica diversa, derivada de diferentes fontes de dados espaciais, com elevada exactidão e resolução na construção do MDSe.

Na avaliação da vulnerabilidade foram adaptados índices sintéticos que representam a hierarquização e a agregação dos vários factores que contribuem para a vulnerabilidade à inundação, de forma a obter informação que possibilite a representação espacial da vulnerabilidade à inundação. Os resultados demonstram que o método de agregação e a escala de análise influenciam a classificação da vulnerabilidade à inundação. É importante a estimativa da vulnerabilidade à escala local (subsecção estatística) para fornecer informação detalhada para a avaliação do risco de inundações em zonas urbanas.

Referências Bibliográficas

- Bates, P.D., Horritt, M.S., Fewtrell, T.J., 2010. A simple inertial formulation of the shallow water equations for efficient two-dimensional flood inundation modelling. *Journal of Hydrology*, 387(1-2): 33-45.
- Bates, P.D., Roo, A.P.J.D., 2000. A simple raster-based model for flood inundation simulation. *Journal of Hydrology* 236: 54-77.
- Horritt, M.S., Bates, P.D., 2001a. Effects of spatial resolution on a raster based model of flood flow. *Journal of Hydrology*, 253(1-4): 239-249
- Horritt, M.S., Bates, P.D., 2001b. Predicting floodplain inundation: raster-based modelling versus the finite-element approach. *Hydrological Processes*, 15(5): 825-842.
- HR Wallingford, Flood Hazard Research Centre - Middlesex University, Risk & Policy Analysts Ltd, 2006. Flood Risks to People Phase 2, FD2321/TR1 The Flood Risks to People Methodology, London, U.K.
- Hunter, N.M., Bates, P.D., Horritt, M.S., De Roo, A.P.J., Werner, M.G.F., 2005. Utility of different data types for calibrating flood inundation models within a GLUE framework. *Hydrology and Earth System Science*, 9 (4): 412-430.
- Mason, D.C., Horritt, M.S., Hunter, N.M., Bates, P.D., 2007. Use of fused airborne scanning laser altimetry and digital map data for urban flood modelling. *Hydrological Processes*, 21: 1436-1447.
- Trigg, M.A., Wilson, M.D., Bates, P.D., Horritt, M.S., Alsdorf, D.E., Forsberg, B.R., Vega, M.C., 2009. Amazon flood wave hydraulics. *Journal of Hydrology*, 374(1-2): 92-105.
- Zêzere, J.L., Pereira, S., Tavares, A.O., Bateira, C., Trigo, R.M., Quaresma, I., Santos, P.P., Santos, M., Verde, J., 2014. DISASTER: a GIS database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal. *Natural Hazards*, 72(2): 503-532.