

Avaliação da perigosidade a cheias progressivas no vale do rio Leça, setor de Leça do Balio, Matosinhos

Pedro Gonçalves^(a), Inês Marafuz^(b), António Gomes^(c)

^(a) Faculdade de Letras da Universidade do Porto, pedrommgoncalves@gmail.com

^(b) CEGOT – Faculdade de Letras da Universidade do Porto, ines.mfuz@gmail.com

^(c) CEGOT – Faculdade de Letras da Universidade do Porto, albgomes@gmail.com

Resumo

O agravamento dos episódios de cheia na Europa levou à aprovação da Diretiva 2007/60/CE relativa à sua avaliação e gestão. Este trabalho responde a alguns pressupostos da Diretiva desenvolvendo uma metodologia experimentada na obtenção das áreas inundáveis e da perigosidade a cheias num setor do rio Leça (Matosinhos, Portugal). Assim, aplicou-se um modelo hidráulico no *Hec-Ras* para a obtenção da velocidade e altura da coluna de água e uma matriz de intensidade-probabilidade de acordo com três períodos de retorno. A área afetada pela cheia centenária é extensa, a altura da coluna de água pode alcançar os 7m e atingir uma velocidade máxima de 6m/s. Estes valores refletem-se na perigosidade, cujo grau é maior nos locais onde os valores dos parâmetros hidráulicos atingem os seus máximos. A perigosidade a cheias é um resultado ainda pouco trabalhado, pelo que a metodologia apresentada é um contributo para os responsáveis pelo ordenamento do território.

Palavras chave: Hec-Ras, parâmetros hidráulicos, matriz de intensidade-probabilidade, perigosidade e cheias, Diretiva 2007/60/CE

1. Introdução

As cheias são processos hidrogeomorfológicos que se têm agravado ao longo do tempo por toda a Europa, motivo pelo qual foi aprovada a Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações. Exemplo recente de cheias devastadoras foram as que ocorreram na Bósnia e Sérvia (Maio de 2014), implicando que cerca de 500 000 pessoas abandonassem as suas casas. Estes eventos foram considerados as maiores dos últimos 120 anos na região dos Balcãs (Holt, 2014), consequência de três dias em que o valor de precipitação foi o mesmo que costuma ocorrer em três meses. Um milhão de pessoas ficaram sem água potável ou eletricidade e estimam-se cerca de 50 vítimas mortais (Holt, 2014).

Por estes motivos, em vários países europeus desenvolvem-se estudos para a modelação e produção de cartografia de áreas inundáveis, de perigosidade e de risco de cheias. No entanto, como é referido no trabalho de Moel et al. (2009), os mapas que têm sido produzidos dizem respeito sobretudo à extensão das cheias enquanto a aplicação de metodologias para a determinação da perigosidade e do risco se encontra pouco desenvolvida. No que se refere à perigosidade, as abordagens que têm sido feitas prendem-se com a o estabelecimento de matrizes de intensidade-probabilidade que permitem relacionar parâmetros hidráulicos, como a velocidade e a altura da coluna de água com o período de retorno dos episódios de cheia (Merz et al., 2007; Moel et al., 2009; Juillet, 2011).

O trabalho que se apresenta tem como principal objetivo a determinação da perigosidade a cheias através do ensaio da metodologia referida anteriormente, respeitando os pressupostos da Diretiva 2007/60/CE. Por outro lado, estabeleceram-se condicionantes para a edificação, tendo em conta o grau de perigo da área em que se encontra. Esta metodologia foi aplicada num setor da bacia hidrográfica do rio Leça (figura 2A), que abrange um segmento do rio com aproximadamente 3,9 km de extensão, localizado em Leça do Balio, no concelho de Matosinhos (Portugal). A área modelada tem uma altitude média de 62,9m, apresentando um máximo de 99,3m a norte. A precipitação total anual varia entre os 1000 e os 1200 mm (Daveau, 1977).

2. Metodologia

Segundo o Decreto-lei n.115/2010, que transpõe a Diretiva 2007/60/CE para a legislação portuguesa, e a Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, nos locais onde as consequências das cheias forem significativas, nomeadamente nos espaços urbanos, a delimitação das áreas ameaçadas pelas cheias deve ser sustentada em estudos hidrológicos e hidráulicos, que incluam informação relativa ao edificado e às infraestruturas (figura 1). Com efeito, os dados de entrada no *software Hec-Ras* para a modelação hidráulica no setor em estudo foram criados com base num modelo digital de terreno gerado a partir de cartografia à escala 1:1000 (curvas de nível equidistantes 1m) no qual se incluiu o edificado e outras infraestruturas. Estes dados dizem respeito à geometria do canal e da planície aluvial, nomeadamente o centro geométrico do canal, as margens, a direção do fluxo, os perfis transversais a partir dos quais são extraídos os pontos altitudinais que entram diretamente no modelo hidráulico, o edificado como elemento de obstrução à livre circulação da água e o uso do solo, obtido na carta de ocupação do solo de 2007, e ao qual se atribuíram os respetivos valores de *Manning* (Van der Sande, 2003). Para além da geometria, o *Hec-Ras* requer informação referente aos valores dos caudais máximos de cheia (Warner et al., 2009), os quais foram calculados com base na fórmula empírica de Giandotti, correspondendo a 223,7m³/s em 10 anos, 285,8m³/s em 50 anos e 314,3m³/s para uma cheia centenária (Velhas, 1991). Os resultados finais da simulação no *software* foram: os perímetros de inundação, a altura da coluna de água e a velocidade da mesma, *i.e.*, a informação necessária à composição da matriz de intensidade-probabilidade. Refira-se que a modelação foi melhorada e ajustada à realidade através de levantamento de campo com um distanciómetro, que permitiu atualizar a cartografia de base (Gonçalves, 2012). Por fim, efetuou-se a relação entre os parâmetros hidráulicos modelados e os intervalos de recorrência, tal como está expresso na matriz de intensidade-probabilidade, para a obtenção da perigosidade a cheias no setor em estudo.

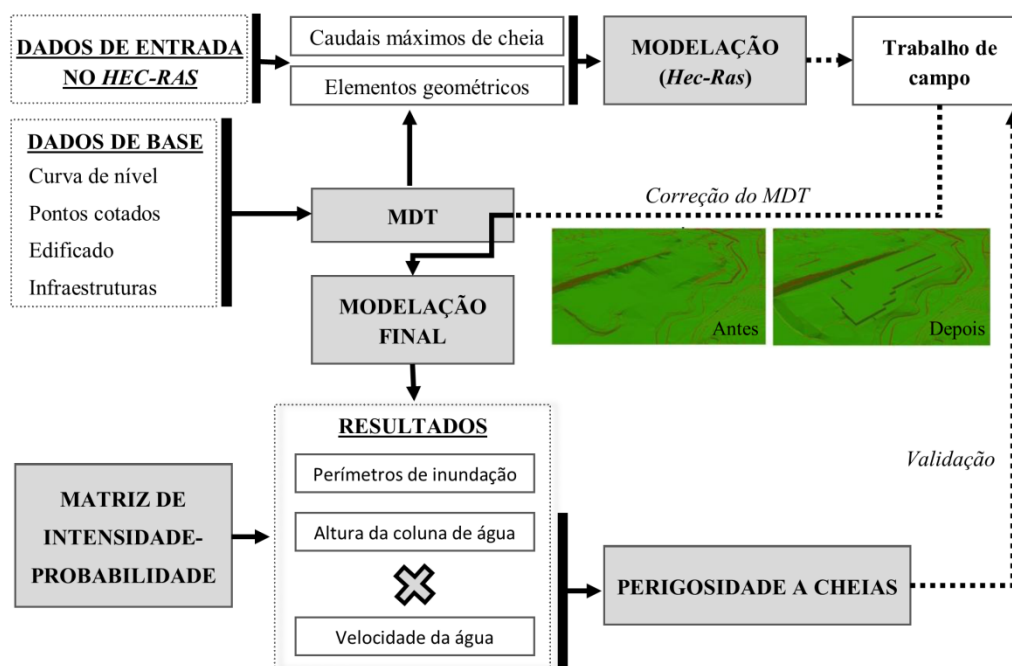


Figura 1 – Esquema metodológico seguido na obtenção da matriz de perigosidade a cheias no rio Leça.

3. Resultados

A perigosidade a cheias no setor em estudo resultou, como referido, da combinação dos valores relativos à altura da coluna de água e da velocidade (intensidade) com a recorrência das cheias. Assim, os locais onde o grau de perigo é mais elevado são o setor próximo do Centro Empresarial da Lionesa e, mais a jusante, devido ao estreitamento do vale (figura 2). No primeiro local, a altura máxima da coluna de água pode alcançar aproximadamente os 7 m, para um período de retorno de 100 anos e o espraçamento do nível de inundação pode afetar, inclusive, o parque de estacionamento do referido Centro Empresarial. A velocidade neste setor chega aos 2,5 m/s. Um dos setores mais afetados é o que se encontra mais a jusante na área modelada, onde a inundação afeta habitações e torna a Estrada Nacional 13 intransitável (fato que ocorreu no ano de 2014). É neste local que se verificam os valores máximos de velocidade da água, com cerca de 5 m/s, devido à presença de uma ponte a montante (ponte de Ronfes) com uma secção incapaz de dar vazão ao caudal de uma cheia centenária (341,3 m³/s) e que, por esse motivo, conduz a um aumento da coluna água a montante, e implica a inundação do moinho e habitação que aí existem.

O conhecimento das áreas com maior grau de perigosidade possibilita, aos responsáveis pelo ordenamento do território, o estabelecimento de condicionantes à edificação e implantação de determinadas estruturas (Griffiths, 2010). Áreas onde a perigosidade é muito elevada deve ser restringida a construção, devendo ser aproveitadas apenas para espaços agrícolas, livres ou de lazer, enquanto as áreas cuja perigosidade é reduzida podem ser aproveitadas para o desenvolvimento de infraestruturas, embora com algumas cautelas.

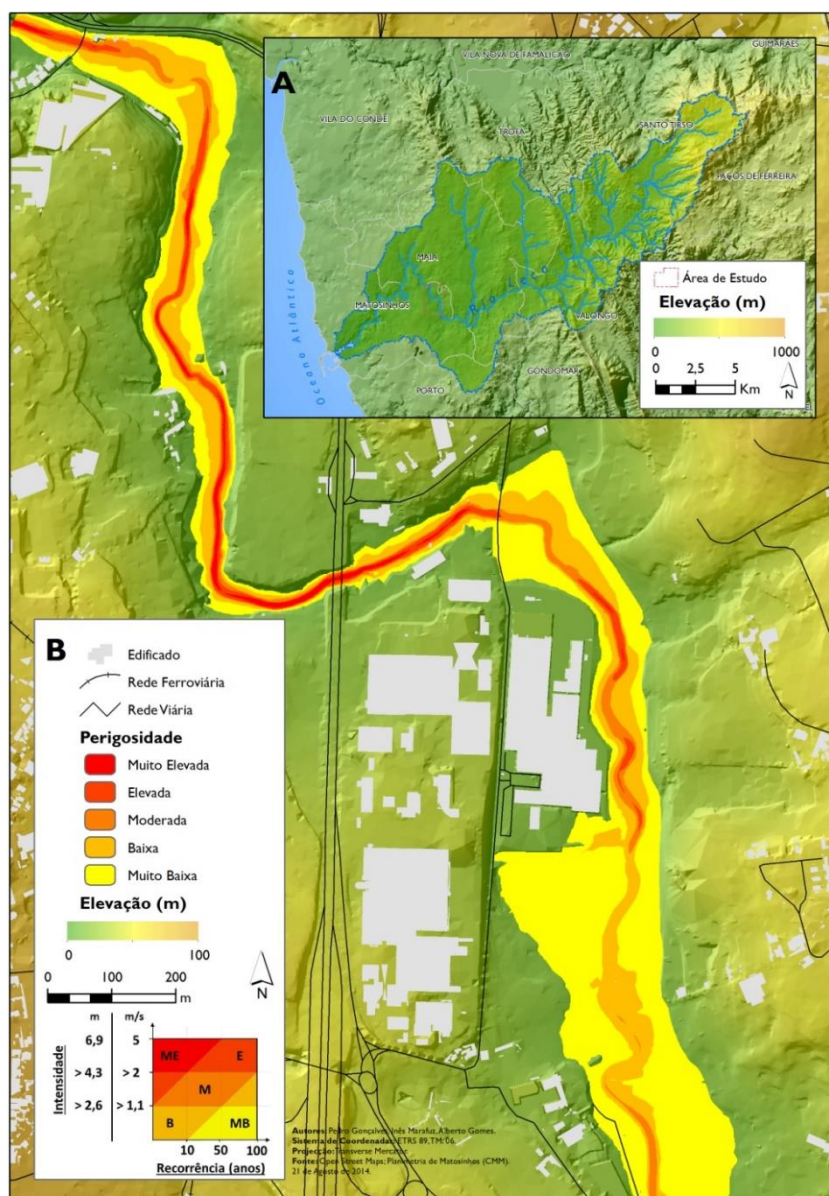


Figura 2 – A) Enquadramento do setor em estudo na bacia hidrográfica do rio Leça; B) Perigosidade a cheias no setor de Leça do Balio.

4. Conclusão

O emprego de metodologias para a obtenção da perigosidade a cheias continua a ser um campo pouco explorado nos estudos sobre cheias realizados na Europa (Moel et al., 2009). Apesar disso, o ensaio apresentado revela que a integração entre o *software ArcGis*, nomeadamente através da ferramenta *Hec-GeoRas* e o *Hec-Ras*, bem como a aplicação de matrizes de intensidade-probabilidade, funcionam eficientemente na determinação da perigosidade a cheias. A melhoria da cartografia de base através da inclusão de elementos do terreno que não constavam na mesma inicialmente, e das características das pontes no setor em estudo, também contribuíram para que os resultados obtidos se aproximassem dos episódios que ocorrem na realidade. Para além da atualização da cartografia foi efetuada a validação dos resultados através de notícias de jornais, de fotografias cedidas pelos

moradores, de inquéritos à população e aos funcionários do Centro Empresarial da Lionesa, dos registos dos bombeiros e também da observação direta do evento ocorrido em Março de 2014.

A metodologia desenvolvida possibilitou a definição das áreas com maior grau de perigosidade, informação com forte aplicabilidade nos planos de ordenamento do território. Com base na cartografia produzida é possível estabelecer medidas de mitigação e de prevenção apoiadas em resultados científicos, nomeadamente através da restrição à construção nas áreas mais problemáticas.

5. Bibliografia

- Daveau, S. (1977). *Répartition et rythme des précipitations au Portugal*. (pp. 1-192). Lisboa: Centro de Estudos Geográficos.
- Decreto-Lei n.º 115/2010. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território – DR. I Série. N.º 206 (22 de Outubro de 2010).
- Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações. Jornal Oficial da União Europeia, L. 288, 27-34.
- Gonçalves, P. (2012). *A delimitação de perímetros de inundação no Rio Leça – modelação hidráulica para duas áreas do concelho de Matosinhos*. Dissertação de Mestrado. Porto: Universidade do Porto.
- Griffiths, J. S. (2010). Investigating the role of landscape evolution in determining ground conditions for engineering: examples from South-West England. *Geoscience in South-West England*, 12, 177-187. Disponível em: <http://www.ussher.org.uk/journal/00s/2010/01%20Griffiths%20Scott%20Simpson%202010%20full.pdf>
- Holt, E. (2014). Disease outbreaks predicted in flood-ravaged Balkans. *The Lancet*, vol. 383 June 7, 1959. em: <http://download.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140673614609405.pdf?id=gaac0adOZipbJcGzSAuDu> [Acedido em 10 de julho de 2014]
- Juillet (2011). Cartographie du risqué de dommages dû aux inondations par débordement de cours d'eau. Service public de Wallonie. Disponível em: <http://www.fondationclose.be/uploads/pdf/20121123/posters/Cartographie%20de%20l%E2%80%99a%C3%A9a%20d%E2%80%99inondation.pdf> [Acedido em 9 de julho de 2014]
- Merz, B., Thielen, A. H., Gocht, M. (2007). Flood risk mapping at the local scale: concepts and challenges. *Flood Risk Management in Europe*, 25, 231-251. Disponível em: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-4200-3_13 [Acedido em 9 de julho de 2014]
- Moel, H. de, Alphen, J. van, Aerts, J. C. J. H. (2009). Flood maps in Europe – methods, availability and use. *Nat. Hazards Earth Syst.* 9, 289-301. Disponível em: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/289/2009/> [Acedido em 9 de julho de 2014]
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012. Diário da República – I Série. N.º 192 (3 de Outubro de 2012).
- Van der Sande, C. J., De Jong, S. M., De Roo, A. P. J. (2003). A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 4, 217-229. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243403000035> [Acedido em 10 de julho de 2014]
- Velhas, E. (1991). A bacia hidrográfica do Rio Leça: Estudo hidroclimatológico. *Revista da Faculdade de Letras – Geografia*, VII, 1ª série, 139-251. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10216/8859> [Acedido em 20 de julho de 2014]
- Warner, J. C., Brunner, G. W., Wolfe, B. C., Piper, S. S. (2009). *Hec-Ras: River analysis system applications guide*. Davis, CA: California: US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center.