

ID 787: CHEIAS/INUNDAÇÕES NO CENTRO URBANO DE AMARANTE: DEFINIÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

Márcia MARTINS¹; Alberto GOMES²; Pedro Pinto SANTOS³

¹Faculdade de Letras da Universidade do Porto (CEGOT); marciam_castro@hotmail.com

²Faculdade de Letras da Universidade do Porto (CEGOT); atgomes@letras.up.pt

³Instituto de Geografia e Ordenamento do Território (IGOT - ULisboa); pmpsantos@campus.ul.pt

RESUMO: As cheias/inundações são um dos desastres naturais mais importantes no território Europeu (Moel et al., 2009) sendo responsáveis por perdas humanas, económicas e ambientais (EEA, 2017). Neste estudo, fez-se uma análise às cheias/inundações que frequentemente afetam o centro histórico e urbano da cidade de Amarante, um núcleo urbano que conta com registos de cheias desde o século XVII. Entre os vários episódios de cheia que atingiram Amarante, destaca-se o evento de 21 de março de 2001 devido à área que afetou e aos impactos locais que provocou. Assim, tomando como exemplo o evento de 2001, definiu-se as áreas inundadas recorrendo-se, para isso, à modelação hidráulica efetuada através do software Iber. Com isto, foi possível delimitar um perímetro de inundação inicial e, dado que ele representa a maior cheia registada na cidade, considerou-se fundamental apurar a sua real extensão, bem como espacializar e quantificar os elementos que seriam afetados com a ocupação atual. Desta forma, obtiveram-se dois perímetros de inundação distintos para representar o evento de 2001 sendo, um deles, resultado da modelação hidráulica e outro definido a partir das marcas de cheia existentes na área afetada. Estes perímetros de inundação apresentam diferenças entre si, em termos de extensão, altura da coluna de água e, consequentemente, ao nível dos elementos expostos, sendo que aquele que foi obtido com a modelação afeta cerca de 53 estabelecimentos, enquanto o perímetro obtido a partir das marcas de cheias atinge 76 estabelecimentos. Os resultados obtidos podem ajudar na definição de estratégias de ordenamento do território e auxiliar a adoção de medidas ao nível do planeamento de emergência.

PALAVRAS-CHAVE: Cheias/inundações; Perímetros de inundação; modelação hidráulica; Ordenamento do território; SIG; Software Iber

1. INTRODUÇÃO

No contexto atual, são vários os autores que defendem que a frequência e intensidade dos eventos hidrológicos extremos tem vindo a aumentar em diversas regiões da Europa (Lee et al., 2018; Mills, 2005; Kundzewicz et al., 2007; EEA, 2017), sendo importante conhecer as áreas mais críticas para que possam ser tomadas medidas que mitiguem os seus impactos. Além disso, os danos e perdas provocados pelas cheias têm aumentado nos últimos anos, o que pode ser explicado pela implantação de novos elementos expostos nas áreas mais propensas a cheias e inundações (EEA, 2010). A par deste aumento de pessoas e bens em áreas suscetíveis a estes processos, assiste-se a uma crescente consciencialização daquilo que o risco de cheias representa para as populações, a economia e o ambiente, bem como a importância que um planeamento e ordenamento do território eficazes podem ter na redução destes desastres (Sá et al., 2016).

Em Portugal, as cheias/inundações ocorrem com frequência, provocando elevados prejuízos, em várias regiões do país, sendo Amarante um desses locais onde a ocorrência de cheias remonta a tempos muito recuados (Tedim et al., 2010) e, sempre que o rio transborda as margens do leito normal (muito artificializado), são numerosos e avultados os prejuízos que afetam a faixa ribeirinha (Gomes e Costa, 2004), dada a grande concentração de atividades económicas, serviços e locais com potencial turístico. Assim, com este estudo pretende-se contribuir para o conhecimento mais aprofundado destes eventos que regularmente afetam Amarante, incidindo na delimitação de um perímetro de inundação mais fiável da maior cheia registada nesta cidade, 21 de março de 2001, de forma a identificar e quantificar os elementos expostos em situação de risco. Para isso, recorreu-se à modelação hidráulica efetuada com recurso ao software Iber114 e também às marcas de cheia (Figura 1B), que se distribuem por vários pontos da cidade, sendo possível a comparação entre os dois perímetros obtidos e, consequentemente, a melhoria na definição do perímetro de inundação mais aproximado da situação vivida e a identificação mais realista dos elementos expostos.

2. ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Amarante localiza-se no norte de Portugal, estando o município integrado no distrito do Porto (Figura 1A). Desenvolve-se em ambas as margens do rio Tâmega que é um dos

¹¹⁴ <http://www.iberaula.es/>

principais afluentes da margem direita do rio Douro, com um comprimento de aproximadamente 187,59 km.

Analisando a figura 1B, que mostra a distribuição das marcas de cheia existentes no centro histórico e urbano da cidade de Amarante, percebe-se a elevada frequência com que é afetado por estes eventos extremos, existindo registos desde o século XVII em que, segundo relatos da época, ocorreu uma cheia importante (Tedim et al., 2010).



Figura 279 A) Enquadramento geográfico da área de estudo; B) Marcas de cheias existentes no centro histórico e urbano de Amarante (a altura indicada é referente à altura da coluna de água a partir do nível da respetiva rua).

Perante esta realidade, surgiu o interesse pelo estudo destes processos potencialmente devastadores, que já foram abordados por diversos autores (Pedrosa e Costa, 1999; Tedim et al., 2010), mas que a nível nacional, em termos da Diretiva 2007/60/CE, ainda não é devidamente considerado, existindo lacunas ao nível da gestão do risco, uma vez que a área ribeirinha da cidade de Amarante não é reconhecida como uma área crítica nos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações.

3. METODOLOGIA

Metodologicamente, este trabalho pode ser dividido em 3 fases: i) recolha, tratamento e processamento da informação para executar a modelação hidráulica, ii) identificação dos elementos expostos através do levantamento funcional e contagem dos elementos móveis, iii) verificação de campo para definir o perímetro "real" da cheia de 2001.

Relativamente à modelação hidráulica, que consiste na determinação dos valores que podem assumir algumas variáveis hidráulicas como, por exemplo a profundidade e a velocidade da água, inicialmente, procedeu-se à recolha e tratamento dos dados de base, i.e., dados altimétricos, meteorológicos e hidrológicos. Depois, escolheu-se a área a modelar (Figura 1A) que corresponde a um pequeno troço do vale do rio Tâmega (ca. de 580 metros) na sua passagem pelo centro urbano de Amarante. Posteriormente, procedeu-se à geração do modelo digital de superfície (MDS), etapa extremamente importante, dado que as cheias são muito condicionadas

pelas características da superfície. Ainda para executar a modelação hidráulica, o software Iber necessita dos valores dos caudais de ponta de cheia, que neste estudo corresponde ao caudal máximo atingido na cheia de 2001 que segundo os autores Gomes e Costa (2004), terá sido de 2600 m³/s, e ainda requer a atribuição dos valores da rugosidade, através do coeficiente de Manning, atribuído a cada tipo de uso do solo.

No que respeita à identificação dos elementos expostos, foi elaborada uma contagem do movimento de pessoas e veículos, no dia 2 de maio de 2017 (terça-feira), durante uma hora (8:30h às 9:30h), em três locais distintos da área de estudo. Isto, para se ter uma perceção mais exata da quantidade de elementos móveis possivelmente afetados em situação de cheia.

Para além dos elementos móveis também foram identificados os elementos fixos, através de um levantamento funcional do edificado existente na área mais afetada por cheias/inundações (Figura 2).

Por sua vez, para a delimitação do perímetro real da cheia de março de 2001, foi realizada uma verificação no terreno das marcas de cheia existentes e, a partir delas, foram projetados outros pontos que permitiram definir o perímetro de inundação (Figura 3).

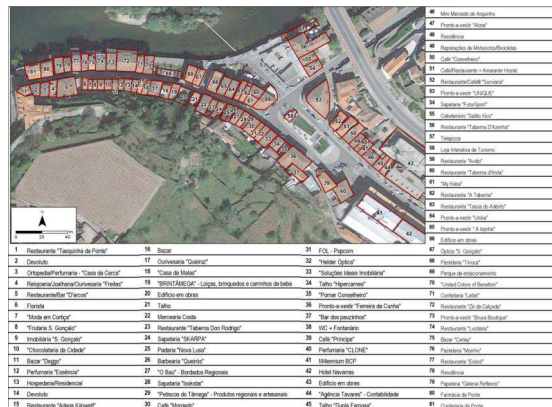


Figura 280 Levantamento funcional na zona ribeirinha de Amarante (31 de agosto de 2018). O levantamento apenas incidiu no piso que se situa ao nível da rua, dado que não há registos que a inundação tenha atingido os pisos superiores.

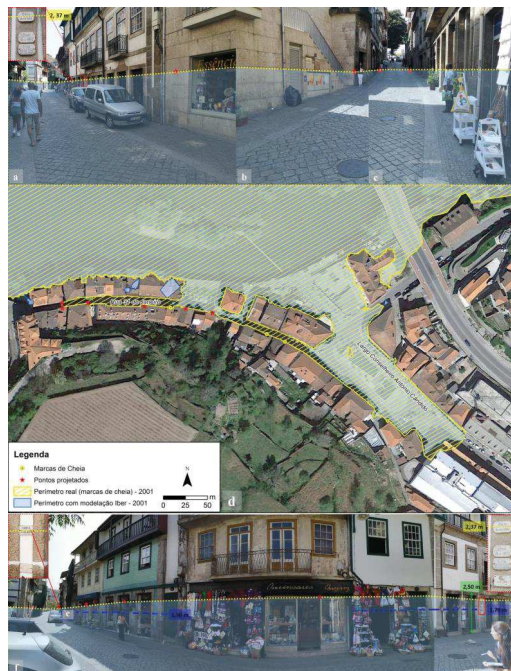


Figura 281 Metodologia seguida na definição do perímetro real da cheia de 2001 através das marcas de cheia; Projeção da altura da coluna de água atingida na área inundada através das marcas de cheia de 2001 (a, b, c, f); Comparação dos perímetros de inundação obtidos pela modelação hidráulica e pelas marcas de cheia de 2001 (d); Altura da coluna de água atingida em determinados setores com a modelação hidráulica (tracejado azul (e)).

4. RESULTADOS

As ferramentas de modelação como, por exemplo, o software Iber, têm entre as suas diversas aplicações o cálculo e avaliação de áreas propensas a cheias/inundações, considerando vários parâmetros como o alcance máximo da inundação, a altura da coluna de água e a velocidade do fluxo, que ajudam a entender estes processos (Moel et al., 2009). Neste trabalho, utilizando o software Iber, tentou-se determinar a área inundada pelo evento ocorrido a 21 de março de 2001. No entanto, analisando a figura 4, percebe-se que apesar dos resultados serem aceitáveis, o modelo apresenta algumas lacunas, pois em determinados setores da Rua 31 de Janeiro, não apresenta inundação mesmo quando existem marcas que o comprovam. Estes problemas podem estar relacionados com imprecisões existentes no MDS, dado que as medições efetuadas no terreno não foram obtidas através de métodos que proporcionam resultados de elevada precisão, como é o caso do teodolito/estação total, que requeria uma campanha demorada na recolha de dados altimétricos. Em relação a isto, pode-se referir também a ação da drenagem pluvial que leva à concentração de escoamento em áreas deprimidas, e que o modelo hidráulico não capta na totalidade.

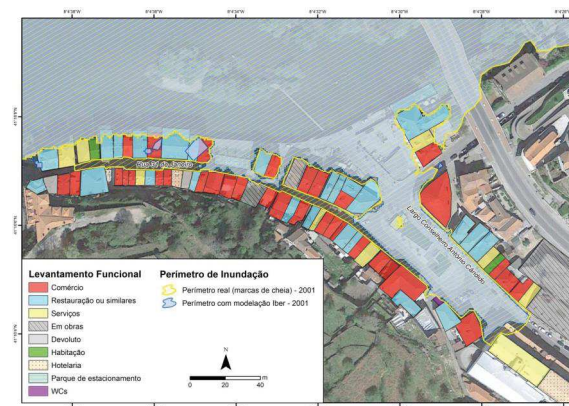


Figura 282 Levantamento funcional e perímetros da cheia de 2001.

Face a esta situação, e visto existirem marcas de cheia distribuídas pelo centro urbano da cidade, procedeu-se à delimitação do perímetro de inundação real alcançado pela cheia de 2001 (Figura 3/4), através dos dados de campo e da validação a partir das marcas de cheia. Assim, a extensão máxima da área inundada obtida com a modelação hidráulica, em 2001, foi de aproximadamente 87598,40 m², enquanto o perímetro "real" delimitado a partir das marcas de cheia abrange, cerca de 88563,42 m².

Além disso, observando a figura 4 e analisando os dados da tabela I, é possível verificar que o perímetro de inundação real não só possui uma maior extensão, como também afeta um número mais elevado de estabelecimentos (76 estabelecimentos), comparativamente ao perímetro calculado através da modelação hidráulica (53 estabelecimentos). Em termos de altura da coluna de água também existem diferenças como, por exemplo na Rua 31 de Janeiro, onde a marca da cheia de 2001 regista uma altura de 2,37 metros, enquanto a altura obtida com a modelação hidráulica atinge aproximadamente 1,70 metros.

Tabela 120 Número de estabelecimentos, por função/atividade, afetados com perímetro obtido através da modelação hidráulica e pelo perímetro delimitado a partir das marcas de cheia.

Atividade/Função	Perímetro c/ modelação Iber	Perímetro Real (marcas de cheia)
Comércio	21	32
Restauração ou similares	19	24
Serviços	7	10
Em obras	2	3
Devoluto	0	1
Habitação	2	2
Hotelaria	0	1
Parque de estacionamento	1	1
WCs	1	1
Total	53	76

5. CONCLUSÃO

Com a elaboração do presente trabalho foi possível compreender as potencialidades da aplicação da modelação hidráulica para a determinação de certos parâmetros como, a máxima extensão de uma cheia/inundação, a altura da coluna de água ou a velocidade do fluxo. Neste sentido, pode-se destacar o facto de estas ferramentas permitirem elaborar cartografia que possibilita o conhecimento das zonas críticas à ocorrência de cheias, quer para a simulação de potenciais cenários, quer para reconstituição de eventos que tenham ocorrido no passado. Este tipo de cartografia é fundamental para um adequado ordenamento do território, auxiliando na tomada de decisão e na sugestão de medidas ao nível do planeamento de emergência. No entanto, importa salientar que a modelação hidráulica é apenas uma aproximação à realidade, estando sujeita a falhas e representações menos precisas e, apesar de gerar resultados fiáveis, está muito dependente dos dados de base, nomeadamente, de um MDS pormenorizado. Face a esta situação, destaca-se a grande importância do trabalho de campo que, no caso do centro urbano de Amarante, possibilitou a delimitação de um perímetro aproximadamente real associado ao evento de 21 de março de 2001, uma vez que existem algumas marcas que indicam a altura da coluna de água alcançada pelas principais cheias que afetaram a cidade, nomeadamente, 2001, 1962, 1939 e 1909. A definição do perímetro de inundação obtido com a modelação hidráulica e

do perímetro projetado a partir das marcas de cheia, permite verificar as diferenças em termos de extensão da área inundada, as diferenças nas alturas que a coluna de água atingiu e, consequentemente, as divergências no que respeita aos elementos expostos afetados.

6. BIBLIOGRAFIA

- EEA (2010). Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe. Technical report 13. European Environment Agency, 144pp.
- EEA (2017). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. EEA Report No 1/2017. European Environment Agency, 419pp.
- Gomes, S. A. L., Costa, F. S. (2004). As cheias urbanas em Amarante - o caso da cheia do rio Tâmega em 2001. Atas do VII Congresso da Água. Lisboa. pp. 1-14.
- Kundzewicz, Z.W., Mata, L. J., Arnell, N. W., Döll, P., Kabat, P., Jiménez, B., Miller, K. A., Oki, T., Sen, Z., Shiklomanov, I. A. (2007). Freshwater resources and their management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 210pp.
- Lee, S., Lee, S., Lee, M.-J., Jung, H.-S. (2018). Spatial Assessment of Urban Flood Susceptibility Using Data Mining and Geographic Information System (GIS) Tools. Sustainability, 10 (3), 648, 19pp.
- Mills, E. (2005). Insurance in a Climate of Change. Science, 309 (5737), 1040-1044.
- Moel, H., van Alphen, J., Aerts, J. C. J. H. (2009). Flood maps in Europe - methods, availability and use. Natural Hazards and Earth System Science, 9 (2), 289-301.
- Sá, L., Almeida, M., Freire, P., Tavares, A. (2016) Gestão do Risco de Inundação - Documento de Apoio a Boas Práticas. ANPC/PNRRC, 44p.
- Tedim, F., Ramos, A., Campos, P., Carvalho, S., Ramalheira, D. (2010). Cem anos de história: A frequência e a intensidade das cheias do rio Tâmega na cidade de Amarante (Portugal) aumentaram ao longo do século XX? Atas do XII Colóquio Ibérico de Geografia. Porto. 23pp.