



CONTROLO DE CAUDAIS PLUVIAIS EM REDES DE DRENAGEM URBANA: CENTRO HISTÓRICO DA CIDADE DE LEIRIA

Ricardo GOMES^{1,2}, Fernando CRUZ¹

1. *Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Leiria, Campus 2 - Morro do Lena, Alto do Vieiro, Apt. 4163, email: ricardo.gomes@ipleiria.pt, fernando.cruz@ipleiria.pt*
2. *INESC Coimbra - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra*

RESUMO

Um dos problemas do Centro Histórico da cidade de Leiria e para o qual importa encontrar uma solução a curto prazo, refere-se à minimização dos eventos de inundações recorrentes durante os períodos de maior pluviosidade. Tendo por base o comportamento hidrológico/hidráulico do modelo da rede de drenagem de águas residuais pluviais para a zona de estudo, criado no SWMM – Storm Water Management Model, este artigo mostrará as principais conclusões de um projeto em curso sobre a viabilidade técnico-económica do controlo dos caudais residuais pluviais em pontos estratégicos da rede de drenagem, e que resultam da instalação de pequenas bacias/reservatórios de retenção e o respetivo controlo dos caudais para jusante. Neste enquadramento, a dimensão, a localização mais adequada e as condições de funcionamento das bacias/reservatórios de retenção são definidos com o objetivo de fornecer estratégias de controlo dos caudais ao longo da rede, que contribuem para reduzir os eventos de inundações e descargas poluentes no meio ambiente durante os períodos de maior pluviosidade.

Palavras-Chave: Drenagem Urbana; Inundações; Controlo de caudais; SWMM

1. INTRODUÇÃO

São vários os fatores que influenciam o desempenho hidráulico das redes de drenagem de águas residuais pluviais, entre os quais se destacam as mudanças climáticas (alteração do padrão de precipitação), a urbanização (impermeabilização da superfície do solo) e a falta de manutenção das infraestruturas (acumulação de sedimentos). Quando as redes de drenagem deixam de ter capacidade para transportar as águas residuais pluviais afluentes, ocorrem inundações nos pontos de cota mais baixos, cuja magnitude desses eventos depende das características fisiográficas da bacia de drenagem, da intensidade/frequência/duração da chuva e ainda das atividades económicas que aí se desenrolam (Tucci, 2007; Willems, 2012; Hammond et al., 2015).

A renaturalização do ciclo da água em meio urbano permite reduzir os caudais pluviais na origem e, conseqüentemente, os caudais afluentes à rede de drenagem (Muhammad et al., 2015; Tim et al., 2015; Jiake et al., 2017; Qinghua et al., 2017). Por outro lado, estes sistemas têm uma capacidade de retenção limitada, pelo que a existência de sistemas artificiais para encaminhamento das águas residuais pluviais para as linhas de água são fundamentais para evitar inundações urbanas. Também a instalação de bacias/reservatórios de retenção (Cunha et al., 2016) e/ou o controlo em tempo real de sistemas de drenagem urbana (Lund et al., 2018) é atualmente indiscutível, pelo seu potencial de resolução dos problemas típicos destes sistemas (como inundações, descargas diretas para o meio recetor e poluição). Neste enquadramento, as medidas de controlo estrutural e não estrutural devem passar a fazer parte do planeamento ambiental das áreas urbanas e, portanto, não são mais apenas um problema de planeamento administrativo e de engenharia. No entanto, a abordagem isolada das medidas de controlo da drenagem urbana é útil para uma melhor definição do seu papel na procura de soluções técnicas que cubram um planeamento ambiental e urbano mais amplo.

Atendendo às características fisiográficas da bacia de drenagem que abrange o Centro Histórico da cidade de Leiria, a renaturalização do ciclo da água em meio urbano apresenta algumas limitações, pois trata-se de uma zona bastante consolidada com um relevo muito acidentado (desenvolve-se ao longo da encosta do Castelo), edifícios históricos e arruamentos muito estreitos. Assim, o estudo aqui apresentado passa por identificar os locais para o controlo dos caudais residuais pluviais na rede de drenagem do Centro Histórico da cidade de

Leiria, e o custo aproximado dessa solução, pois é apontado como o cenário economicamente mais viável face às limitações da zona de estudo e à facilidade/rapidez de implementação.

2. CASO DE ESTUDO

Embora persista a matriz da malha urbana medieval, o Centro Histórico da cidade de Leiria é um legado sobretudo do séc. XIX, já que a maior parte do edificado data dessa época. Por forma a estudar o comportamento hidráulico da rede de drenagem do Centro Histórico, foi desenvolvido no SWMM o modelo da rede (EPA, 2010), tendo como condições de fronteira a montante os dispositivos/pontos de afluência de águas residuais pluviais à rede e a jusante o ponto de descarga no rio Liz, cuja análise dos resultados para chuvadas com diferentes períodos de retorno permitiu perceber quais as “falhas” do sistema e elencar um conjunto de medidas estruturais e operacionais corretivas que tendencialmente poderão melhorar o seu desempenho. Os resultados do estudo prévio, e as características físicas do modelo da rede de drenagem que servirá de base ao estudo proposto neste artigo, estão descritos em Gomes et al., 2017 (ver Figuras 1 e 2).

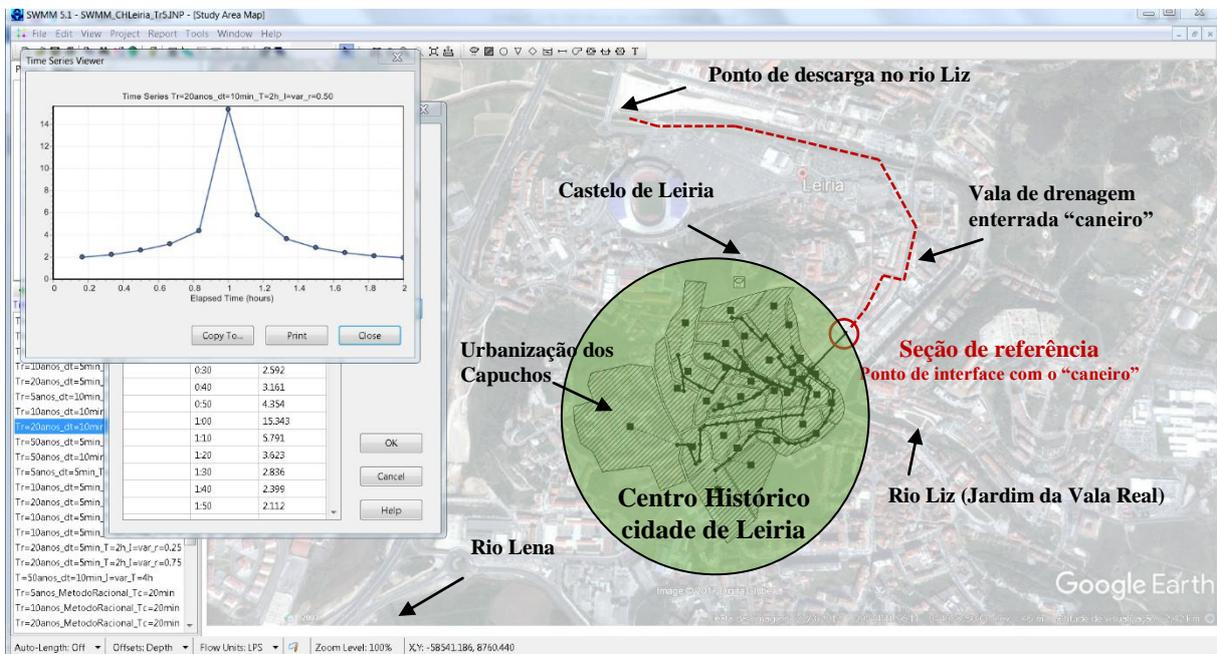


Figura 1. Modelo SWMM da rede de drenagem do Centro Histórico da cidade de Leiria.

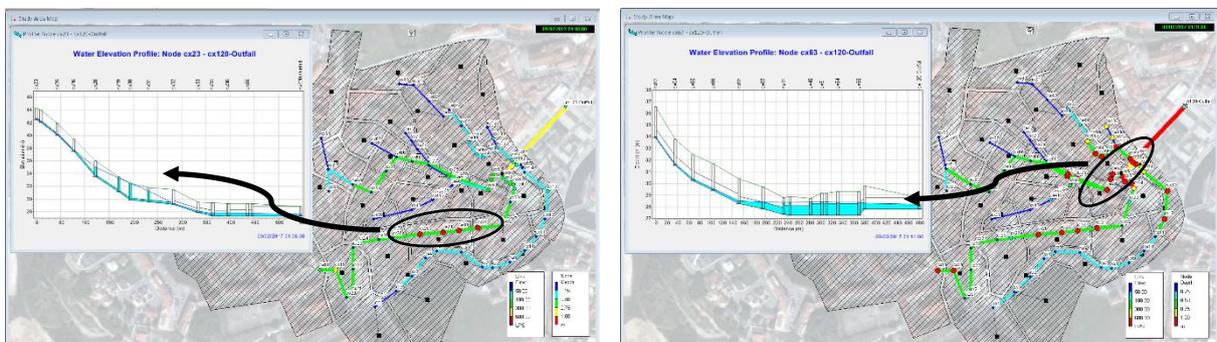


Figura 2. Influência da inclinação dos coletores (à esquerda) e acumulação de sedimentos (à direita) para a ocorrência de inundações.



A área total da bacia de drenagem tem aproximadamente 27 hectares, na qual se pode distinguir cinco tipos de ocupação do solo: 29% edifícios antigos, 25% edifícios recentes, 19% zonas com betuminoso, 15% zonas em calçada portuguesa e 12% zonas verdes ou permeáveis. Na generalidade dos casos, os edifícios apresentam uma cobertura inclinada em telha cerâmica sendo que a água da chuva precipitada sobre essa superfície é lançada sobre o arruamento/passeio ou encaminhada diretamente para a rede de drenagem. Nas zonas cobertas com pavimento betuminoso as águas da chuva acumulam-se em valetas junto ao passeio, onde existem sumidouros com ligação à rede de drenagem. No que se refere às zonas cobertas com calçada portuguesa a infiltração/retenção das águas da chuva depende dos espaços vazios entre os blocos de rocha que constituem esse tipo de elemento sendo que, atualmente a capacidade de infiltração/retenção das águas da chuva é reduzida devido ao preenchimento desses espaços com partículas finas. Os espaços verdes são reduzidos, sendo que a maior parte dessa área encontra-se na periferia do Centro Histórico, a montante da bacia de drenagem, e em alguns casos refere-se a lotes de terreno que poderão vir a ser ocupados no futuro.

3. CONCLUSÕES

Nas últimas décadas têm existido algumas intervenções ao nível da remodelação da rede de drenagem urbana no Centro Histórico da cidade de Leiria, embora continue a persistir problemas relacionados com inundações recorrentes nas zonas de cotas topográficas mais baixas durante os períodos de maior pluviosidade. Além disso, o traçado em perfil da rede de drenagem apresenta algumas zonas de mudança de inclinação dos coletores que coincidem com as zonas em que há registo de inundações. A metodologia aqui proposta passa por três fases e baseia-se no modelo hidrológico/hidráulico da rede de drenagem criado no SWMM. Primeiro é estudado o desempenho hidráulico da rede de drenagem para vários períodos de retorno das chuvadas. Depois, são identificados todos os locais possíveis para a instalação de bacias/reservatórios de retenção de águas residuais pluviais ao longo da rede. Por último, e mediante a análise comparativa de soluções alternativas, é identificada a localização mais adequada e a dimensão das bacias/reservatórios de retenção de águas residuais pluviais, assim como o controlo do escoamento para jusante, respeitando todas as condicionantes locais e restrições de projeto. Neste enquadramento, a localização e a dimensão das bacias/reservatórios são definidas com o objetivo de fornecer estratégias de controlo dos caudais ao longo da rede, que contribuem para reduzir os eventos de inundações e descargas poluentes no meio ambiente durante os períodos de maior pluviosidade. A descrição da metodologia e os resultados obtidos para o caso de estudo serão apresentados na versão alargada do artigo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Diretor do Departamento de Infraestrutura e Manutenção da Câmara Municipal de Leiria, por ter facultado o cadastro da rede de drenagem. Este estudo teve o apoio da Fundação para Ciência e Tecnologia (FCT), através do projeto estratégico UIDB/00308/2020 concedido ao INESC Coimbra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cunha M C, Zeferino J A, Simões N E; Saldarriaga J G (2016) “Optimal location and sizing of storage units in a drainage system”, *Environmental Modelling & Software*, 83, ISSN: 1364-8152
- EPA (2010) “Storm Water Management Model – User’s Manual”, United States Environmental Protection Agency
- Lund N S V, Falk A K V, Borup M, Madsen H, Mikkelsen P S (2018) “Model predictive control of urban drainage systems: A review and perspective towards smart real-time water management”, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 48(3), 279-339.
- Gomes R, Vellando P, Sousa J, Sá Marques J, Muranho J (2017) “Analysis and Simulation of Drainage Capacity of Urban Pipe Network”, in *CCWI 2017 – Computing and Control for the Water Industry*, Sheffield (UK), 5-7 September
- Hammond M J, Chen AS, Djordjević S, Butler D, Mark O (2015) “Urban flood impact assessment: A state-of-the-art review”. *Urban Water Journal*, 12(1), 14-29



- Jiake Li, Chenning Deng, Ya Li, Yajiao Li, Jinxi Song (2017) “Comprehensive Benefit Evaluation System for Low-Impact Development of Urban Stormwater Management Measures”, *Water Resources Management*, 31(15), 4745-4758
- Muhammad Shafique, Reeho Kim (2015) “Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions”, *Ecological Chemistry and Engineering. S*, 22(4), 543-563
- Qinghua Luan, Xiaoran Fu, Cuiping Song, Haichao Wang, Jiahong Liu, YingWang (2017) “Runoff Effect Evaluation of LID through SWMM in Typical Mountainous, Low-Lying Urban Areas: A Case Study in China”, *Water*, 9(6), 439
- Tim D F, William S, William F H, Richard A, David B, Scott A, Sam T, Sylvie B, Annette S-D, Jean-Luc B-K, Peter S M, Gilles R, Mathias U, Danielle D, Maria V (2015), “SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage”, *Urban Water Journal*, 12(7), 525-542
- Tucci C E M (2007). “Urban Flood Management”, World Meteorological Organization
- Willems P, Olsson J, Arnbjerg-Nielsen K, Beecham S, Pathirana A, Bülow Gregersen I, Madsen H, Nguyen V T V (2012) “Impacts of Climate Change on Rainfall Extremes and Urban Drainage Systems”, IWA Publishing