

ANÁLISE DE CHEIAS URBANAS A PARTIR DA MODELAGEM MULTINÍVEL PELO MODELO DE CÉLULAS

Filipi Libório Narcizo¹, Flavia Sipres¹, Matheus Sousa² e Marcelo Gomes Miguez²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/Escola Politécnica,

Cidade Universitária, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, CEP 21945-970, Brasil.

²Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/Laboratório de Hidráulica Computacional (LHC) – COPPE, Brasil.

Cidade Universitária, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, CEP 21945-970, Brasil.

E-mail: fliborio@poli.ufrj.br, flaviasipres@poli.ufrj.br, matheus@hidro.ufrj.br, marcelomiguez@poli.ufrj.br

Resumo

A ocorrência de fortes chuvas em centros urbanos pode gerar grandes prejuízos à população e ao poder público. Para buscar solucionar o problema de enchentes urbanas, a modelagem matemática de sistemas de drenagem se apresenta como uma boa alternativa para simular o desempenho da rede de drenagem de uma dada região, bem como avaliar os prováveis efeitos de medidas que podem ser adotadas para mitigar tal problema. O presente trabalho busca, portanto, modelar o sistema de drenagem da bacia hidrográfica urbana de La Riereta, na municipalidade de Sant Boi de Llobregat (Espanha) por meio do modelo multinível de células, através do software Modelo de Células de Escoamento para Bacias Urbanas – MODCEL, bem como gerar as manchas de inundação para uma chuva de projeto com tempo de recorrência de 50 anos e, assim, propor alternativas que viabilizem a mitigação dos problemas decorrentes das enchentes urbanas. Por fim, o modelo desenvolvido apresentou picos e volumes de chuva muito similares aos medidos e, mapeou, através da mancha de inundação, as áreas de alagamento da região, tornando possível avaliar medidas mitigatórias nestes locais. Conclui-se, então, que o modelo hidráulico é fundamental para retratar futuros testes e simulações em relação a quaisquer mudanças na bacia e que o software utilizado tem boa capacidade de representar a malha de escoamentos urbanos em um sistema multicamadas.

Palavras-chave: controle de inundações; modelo de células; modelagem multinível; modelo quasi-2D; MODCEL

Introdução

As enchentes em centros urbanos acontecem, de maneira geral, quando ocorre o extravasamento das redes de macro e microdrenagem urbanas da região. Assim, a massa líquida excedente nas galerias extravasada e escoada superficialmente, configurando as inundações.

São notórios os danos causados por inundações em bacias hidrográficas urbanizadas. Dentre eles, destacamos o risco de mortes e de perdas de bens por parte da população afetada, bem como a possibilidade de transmissão de doenças por contaminação.

Para evitar tais cenários, é fundamental a existência de um sistema de drenagem eficaz. Nesse contexto, a modelagem matemática aparece como ferramenta fundamental para diagnosticar problemas de inundação e auxiliar na tarefa de desenhar sistemas de drenagem funcionais.

Djordjevic et al. (1999), Schmitt et al. (2004) e Hsu et al. (2000) perceberam a importância da modelagem hidráulica para melhor representar as áreas alagadas em um ambiente urbano e trabalharam na construção de modelos bi-dimensionais em que foi possível simular a interação entre os fluxos superficiais com a rede de esgotos. Além disso, estudos mais recentes como o de Chang et al. (2015) mostrou que é fundamental essa interação por diferentes coberturas de solo (estradas, pavimentos, praças) em áreas urbanizadas para gerar resultados mais similares aos encontrados nos registros de outras pesquisas.

Bertsch et al. (2017) afirmam também que os pontos específicos dos bueiros costumam ser incompatíveis com a realidade, o que prejudica a capacidade do modelo desenvolvido por eles em retratar a situação real. Neste contexto, Randall (2017) menciona também os diversos regimes de fluxo que a água pode ter durante o escoamento.

O objetivo do presente trabalho é, portanto, realizar a modelagem matemática e computacional da bacia hidrográfica urbana de “La Riereta”, na municipalidade de Sant Boi de Llobregat, Espanha, utilizando um modelo de rede acoplado à geração de escoamentos superficiais e sua movimentação sobre a bacia, de forma integrada. Além disso, buscou-se também gerar uma mancha de inundação para uma chuva de projeto de TR-50 anos com a finalidade de representar as áreas alagadas e porpor possíveis alternativas que busquem solucionar os problemas de micro e macro drenagem na região.

O software escolhido foi o Modelo de Células de Escoamento para Bacias Urbanas – MODCEL (Mascarenhas e Miguez, 2002), desenvolvido pelo Professor DSc. Marcelo Gomes Miguez. O programa busca discretizar uma bacia hidrográfica pelo modelo de células bi-dimensionais, que se conectam por equações unidimensionais clássicas, tais como as Equações de Saint-Venant, equação de vertedor, etc. Assim, com essa ferramenta implementada, também é possível avaliar soluções para resolver e/ou mitigar os principais problemas de drenagem da região.

Materiais e métodos

Para a realização deste estudo, primeiramente, discretizou-se a bacia hidrográfica estudada. Posteriormente, ela foi repartida em sub-bacias pelo Modelo de Células e foram determinados os centros das células superficiais, bem como as ligações entre estas células e as células da rede. As ligações podem ser: de canal, escoamento superficial, de galeria, de bueiro ou do tipo flap.

Além disso, duas chuvas de projeto foram aplicadas para a calibração do modelo proposto e uma para a sua validação. Então, o modelo validado foi utilizado para gerar um cenário de inundação com a aplicabilidade de uma chuva com tempo de recorrência (TR) de 50 anos e com um intervalo de tempo de cinco minutos e duração de uma hora. A ideia de simular esta situação foi a de analisar as zonas de inundação na bacia hidrográfica La Riereta para tornar possível a sugestão de medidas de mitigação.

Resultados e discussão

Com os métodos descritos acima, buscou-se verificar a aplicabilidade do software escolhido à modelagem do sistema de drenagem urbana da bacia em questão, bem como gerar a mancha de inundação decorrente da chuva de projeto TR-50 e avaliar alternativas de mitigação. Conforme mostrado na Figura 1, verificou-se que os picos de chuva obtidos pelo modelo possuem abscissas e ordenadas bem próximos às observadas na realidade. Da mesma forma, o volume de chuva, calculado pela área abaixo da curva, está semelhante ao simulado. Assim conclui-se que os

valores dos coeficientes de Run-off e de Manning adotados, bem como a representação do sistema em si, estão condizentes com os eventos observados na região.

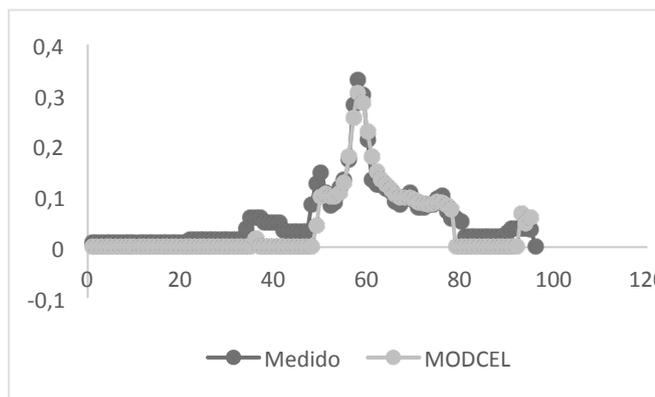


Figura 1.- Resultado da validação do modelo utilizando o software MODCEL.

Além disso, a mancha de inundação gerada pela aplicação da chuva com TR de 50 anos é apresentada na Figura 2. Através dela, é possível identificar as áreas de alagamento na bacia La Riereta pelo modelo de células validado. A partir disso, o presente estudo busca propor medidas mitigatórias para o problema enfrentado na região.



Figura 2.- Mancha de inundação gerada pela chuva com TR de 50 anos.

Conclusões

Após o modelo hidráulico ter sido calibrado e validado, o resultado da simulação observado pela mancha de inundação foi satisfatório. Além disso, as condições adotadas no modelo podem ser consideradas bastante razoáveis, uma vez que o pico e a vazão total ficaram muito próximos dos valores medidos em situação real.

Portanto, conclui-se que o modelo hidráulico computacional desenvolvido neste trabalho é uma ferramenta de fundamental importância para futuros testes e simulações em relações a quaisquer mudanças na bacia, bem como para avaliar soluções de mitigação na região estudada. Em relação ao ModCel, é possível notar que este software apresenta boa de representar a malha de escoamentos urbanos em um sistema multicamadas, onde os escoamentos superficiais e subterrâneos funcionam integradamente.

Referências

- Chang, T.J.; Wang, C.H.; Chen, A.S.** (2015). A novel approach to model dynamic flow interactions between storm sewer system and overland surface for different land covers in urban areas. *Journal of Hydrology*, v. 524, p. 662-679.
- Djordjevic, S., Prodanovic, D., and Maksimovic, C.** (1999). "An approach to simulation of dual drainage." *Water Sci. Technol.*, 39(9), 95-103.
- Hsu, M. H., Chen, S. H., and Chang, T. J.** (2000). "Inundation simulation for urban drainage basin with storm sewer." *J. Hydrol.*, 234(1-2), 21-37.
- Mascarenhas, F.C.B.; Miguez, M.G.** (2002). "Urban Flood Control through a Mathematical Cell". *Water International*, 27; pp. 208-218.
- Narcizo, F. L.; Sipres, F.; Sousa, M.; Miguez, M.G.** (2017). "Modelagem Multinível de Cheias Urbanas pelo Modelo de Células". *Anais: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: Florianópolis, Brasil*.
- Schmitt, T. G., Thomas, M., and Etrich, N.** (2004). "Analysis and modeling of flooding in urban drainage systems." *J. Hydrol.*, 299(3-4), 300-311.
- Randall, M. et al.** (2017). Development and Calibration of a Dual Drainage Model for the Cooksville Creek Watershed, Canada. *Journal of Water Management Modeling*.
- Bertsch, R.; Glenis, V.; Kilsby, C.** (2017). Urban Flood Simulation Using Synthetic Storm Drain Networks. *Water*, v. 9, n. 12, p. 925.