



Encontro Nacional
de Águas Urbanas
16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

INFLUÊNCIA DA CONDIÇÃO DE UMIDADE ANTECEDENTE DO SOLO NA EFICIÊNCIA DE UM TELHADO VERDE: UMA ANÁLISE NA ESCALA DE QUARTEIRÃO

INFLUENCE OF THE ANTECEDENT SOIL MOISTURE CONDITION IN THE EFFICIENCY OF A GREEN ROOF: AN ANALYSIS IN THE BLOCK SCALE

Francisco Lorenzini Neto¹; Rutinéia Tassi¹; Daniel Gustavo Allasia¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), f.lorenzini@gmail.com

Palavras-Chave: Telhado Verde, Modelagem Hidrológica, Pequena Escala

Key Words: Green Roof, Hydrological Modelling, Small Scale

1. INTRODUÇÃO

A modelagem hidrológica de telhados verdes (TV) é uma abordagem que permite avaliar a capacidade de retenção de águas pluviais de TV com diferentes concepções, e sob distintas condições meteorológicas, incluindo a simulação de eventos não monitorados. Com o auxílio da modelagem é possível também a simulação de diferentes cenários, contemplando diferentes escalas de análise, desde uma pequena edificação com TV, até uma bacia hidrográfica urbana.

A modelagem de TV em escala de bacia hidrográfica é um tema relativamente novo, como é possível verificar em trabalhos como os de Carter e Jackson (2007), Palla *et al.* (2008) e Tang (2012). Outros autores realizaram simulações de TV em escala de telhado, como Hollander (2007) *apud* Tang (2012), Hilten *et al.* (2008) e She e Pang (2010). Em comum, todos esses estudos concluíram que os TV são efetivos em reduzir o escoamento pluvial a partir da sua retenção, e identificaram a modelagem como uma importante ferramenta nesta análise.

Nestes estudos, no entanto, não foi avaliado como o efeito da condição de umidade antecedente no solo (CUAS) do TV pode impactar o resultado da análise. Assim, este trabalho



apresenta os resultados de uma sequência de simulações hidrológicas de um sistema composto por lotes cujas edificações possuem TVs e estão distribuídos em quarteirões, onde se buscou avaliar, em cada simulação, a influência das diferentes CUAS na eficiência do TV no controle do escoamento pluvial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O sistema simulado neste estudo consiste de um quarteirão com 24 lotes de 300 m² (25x12 m), sendo 147 m² permeáveis (TASSI, 2002). Para a modelagem deste sistema foi utilizado um modelo de propagação baseado na teoria da onda cinemática, proposto por Schaake (1971) e aprimorado por Tassi (2002), no qual a determinação da chuva efetiva pode ser realizada pelo método da Curva-Número (CN) do SCS.

Neste modelo os planos de escoamento das águas pluviais do sistema estão representados em detalhe, o que permite representar fielmente todas as superfícies do interior do lote (telhados - TV, áreas pavimentadas, áreas verdes) e da via pública (ruas e passeio público). O parâmetro CN representa a capacidade de geração de escoamento superficial em cada um destes planos e pode ser obtido em tabelas (NRCS, 1986), e no caso do telhado, foi utilizado um valor de CN adequado para cada CUAS, conforme estudo de calibração previamente realizado (LORENZINI *et al.*, 2013) para um TV experimental. A identificação das CUAS seguiu a recomendação do NRCS (1986), com valores de CN calibrados iguais a: 81 para CUAS-I, 83 para CUAS-II e 86 para CUAS-III.

Outros parâmetros que representam a condição de funcionamento do TV no modelo de onda cinemática (rugosidade de Manning de 0,05 e discretização temporal de 2 minutos) foram calibrados previamente, utilizando o produto de monitoramento de um TV extensivo modular com área aproximada de 6 m², instalado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em Santa Maria/RS (ainda não publicado). Também foi realizada uma simulação considerando um telhado convencional de fibrocimento (TC) para fins de comparação, onde foi utilizado um valor de CN igual a 98 e rugosidade de Manning igual a 0,015, conforme bibliografia especializada (TUCCI, 2013).

Além disso, todo o sistema de drenagem pluvial do lote como calhas, condutores verticais e horizontais são representados, incluindo o sistema público de coleta das águas pluviais, sarjetas, bocas de lobo e tubulação (TASSI, 2002), dimensionados para uma chuva de projeto com período



Encontro Nacional
de Águas Urbanas
16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

de recorrência de 5 anos (HENTGES, 2013). Com essas representações, foi possível a obtenção dos hidrogramas nas saídas dos lotes e do quarteirão para cada simulação.

As simulações foram realizadas para seis eventos de chuvas reais observados na cidade de Santa Maria/RS, com volumes que variaram entre 6,7 e 19,4 mm, com durações entre 24 e 50 minutos. Para cada evento chuvoso, foram realizadas quatro simulações: uma considerando a utilização de TC, e três com a implementação de TV onde foi possível avaliar o impacto das diferentes CUAS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As simulações com os TV's geraram hidrogramas com volumes e vazões de pico consideravelmente menores em relação aos gerados pelas simulações com os TC's. As reduções médias dos volumes e das vazões de pico, para cada CUAS, estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Reduções médias dos volumes e vazões de pico para cada CUAS (%).

CUAS	Volumes Escoados no Lote	Vazões de pico Lote	Volumes Quarteirão	Vazões de pico Quarteirão
I	74,50	75,42	43,44	45,45
II	73,99	75,42	43,14	45,45
III	72,51	75,39	42,26	45,44
Média	73,67	75,41	42,95	45,45

Como esperado, as maiores reduções foram para a CUAS-I e as menores para a CUAS-III. Entretanto, a utilização das diferentes CUAS não alterou os volumes e vazões de pico de alguns eventos, o que pode ter sido causado pelos baixos volumes de chuva registrados nestes.

4. CONCLUSÃO

Os volumes escoados e as vazões de pico reduziram significativamente com a implementação dos TV's no sistema simulado. Em escala de lotes, estas reduções foram maiores que em escala de quarteirão, concluindo-se que quanto maior é a escala utilizada, menor é a efetividade dos TV na retenção de águas pluviais. A utilização das diferentes CUAS não alterou expressivamente os volumes e vazões de pico dos hidrogramas simulados, consequência provável dos pequenos volumes das chuvas e da pequena variação nos valores de CN calibrados. Uma análise importante que não consta neste trabalho, porém que está sendo realizada é o impacto de chuvas de grandes



volumes nos hidrogramas simulados, pois alguns estudos sugerem que quanto maior o volume de chuva, menor é a efetividade dos TV's na redução do escoamento pluvial (HILTEN *et al.*, 2008; PALLA *et al.*, 2008; TANG, 2012).

REFERÊNCIAS

CARTER, T.; JACKSON, C. R. Vegetated roofs for stormwater management at multiple spatial scales. *Landscape and Urban Planning*. N. 80, p. 84-94, 2007.

HENTGES, S. C. Efeito de Reservatório de Aproveitamento de Água da Chuva Sobre Redes de Drenagem Pluvial. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2013.

HILTEN, R. N.; LAWRENCE, T. M.; TOLLNER, E. W. Modeling stormwater runoff from green roofs with HYDRUS-1D. *Journal of Hydrology*. N. 358, p. 288-293, 2008.

LORENZINI, F.; TASSI, R.; TASSINARI, L.; BASSO, R. Calibração e Simulação Hidrológica de um Telhado Verde Utilizando o Método da Curva-Número do SCS. *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Bento Gonçalves – RS, 2013.

PALLA, A.; BERRETTA, C.; LANZA, L. G.; BARBERA, P. Modelling storm water control operated by green roofs at the urban catchment scale. In *Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage*, Edimburgo, Escócia, 2008.

SCHAAKE, J. C., 1971. Modeling Urban Runoff as a Deterministic Process. In: *Treatise Urban Water Systems*. Colorado State University, p. 343-401.

NRCS. Natural Resources Conservation Service, Conservation Engineering Division. United States Department of Agriculture (1986). *Urban hydrology for small watersheds*. Technical Release 55 (TR-55) (Second Edition ed.).

SHE, N.; PANG, J. Physically Based Green Roof Model. *Journal of Hydrologic Engineering*. V. 15, N. 6. 2010.

TASSI, R. Efeito dos Microrreservatórios de Lote Sobre a Macrodrenagem Urbana. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2002.

TUCCI, C. E. M. (2013). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 4ª ed. Editora da UFRGS/ABRH. Porto Alegre – RS, 678p.

TANG, Y. Exploring the Response of Urban Storm Sewer System to the Implementation of Green Roofs. 2012. Thesis (Master of Science in Civil Engineering) – University of Illinois, Urbana-Champaign, 2012.