

XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

MODELAGEM DO TELHADO VERDE COMO TÉCNICA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DE BAIXO IMPACTO NO DISTRITO FEDERAL

*Marina Souto Gonçalves¹; Maria Elisa Leite Costa²; Ricardo Tezini Minoti³ & Lenora Nunes
Ludolf Gomes⁴*

RESUMO – O crescimento da população urbana nos últimos anos tem aumentado a impermeabilização do solo afetando diretamente o sistema de drenagem da região. A utilização de soluções de drenagem urbana sustentável vem sendo pensada para amenizar a frequência e magnitude das inundações e a deterioração ambiental, por meio do armazenamento e infiltração das águas pluviais. O uso dos telhados verdes, na abordagem do desenvolvimento urbano de baixo impacto, vem se destacando na atenuação do escoamento de águas pluviais. Dentro desse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar, por meio da modelagem realizada no programa PCSWMM, a viabilidade da inserção dos telhados verdes no sistema de drenagem do Distrito Federal. Foram simulados um cenário base sem estruturas de drenagem sustentável, e outros três cenários com diferentes considerações a respeito da área ocupada pelos telhados verdes, em uma bacia urbana da região. Em resposta à simulação hidrológica, a aplicação dessa técnica, além de amenizar o volume total inundado e diminuir a quantidade de pontos de inundação; mostrou redução de 42,2% até 79,9% na vazão de pico no exutório para um evento de chuva real.

ABSTRACT– The urban population growth in recent years have been increasing the impermeability of the soil and therefore, compromising the urban drainage system in the Federal District region. The implementation of sustainable urban drainage solutions has been designed to minimize the frequency and extent of floods and environmental deterioration by the storage or infiltration of rain water. The green roof system has been used as a low impact development (LID) practice to promote the attenuation of stormwater runoff. In this context, the aim of the study was to evaluate the feasibility of inserting the green roof practice into the drainage system of the Federal District, by the application of modeling with the PCSWMM program. Four scenarios were simulated for an urban subcatchment: a base scenario without sustainable drainage structures, and three scenarios with different sized green roof integrated areas. The hydrological simulation results showed the reduction of the volume and areas flooded and, considering a real stormwater event, the results pointed to a reduction of the peak flow in the outfall from 42.2% up to 79.9%.

Palavras-Chave – LID, SWMM, águas pluviais.

1) Graduada em Engenharia Ambiental pela UnB. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, marinasoutounb@gmail.com.

2) Doutoranda em Engenharia Ambiental pelo Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro, SG -12, Sala 04, Asa Norte, marinaelisa@unb.br.

3) Professor do Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro, SG-12, sala 06, Asa Norte, rtminoti@unb.br.

4) Professora do Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro Asa Norte, SG 12. Sala 08. lenora@unb.br.

INTRODUÇÃO

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas vem alertando a população, por meio dos seus relatórios, sobre os impactos antrópicos no planeta, principalmente referente ao uso e ocupação do solo numa escala global. Em nível local, seria refletido na questão da urbanização, da formação das cidades que provoca eventos de precipitação mais intensos e frequentes (Celkevicius, 2006).

As ocupações urbanas também acontecem sobre as áreas de mananciais de abastecimento humano, comprometendo a disponibilidade hídrica das cidades. Além disso, há excessiva impermeabilização do solo, que altera o regime natural do escoamento nas bacias hidrográficas, com o aumentando das vazões de pico e dos volumes escoados superficialmente. Com isso, os sistemas de drenagem urbana tradicionais sobrecarregam-se, por serem inflexíveis às alterações dos regimes hidrológicos, provocando o aumento da frequência e magnitude das inundações e a deterioração ambiental (Righetto, 2009).

No entanto, de acordo com Tucci (2005), a cheia natural não deve ser ampliada pelos que ocupam a bacia, seja motivada por um simples loteamento, seja por obras no ambiente urbano. A ocupação do espaço urbano e a drenagem das águas pluviais devem priorizar os mecanismos naturais como a infiltração.

A ADASA (Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal) tem se mostrado atenta a esse questionamento. Por isso, em 2011, instaurou a Resolução nº 009, que consiste nos pedidos de outorga de águas pluviais. O objetivo dessa resolução é reduzir os impactos causados pela impermeabilização com a urbanização, controlando o lançamento de águas pluviais que é efetuado diretamente em corpos hídricos superficiais ou que tenha sua vazão proveniente de empreendimento que altera o grau de permeabilidade do solo, no qual foi estipulada a vazão máxima de lançamento de 24,4 L/(s.ha)

Essa vazão é atingida por meio da implantação de técnicas que privilegiem a drenagem urbana sustentável. Abordagens como o conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto (*Low Impact Development – LID*), visam contribuir para a conservação de áreas verdes no meio urbano, além de minimizar os efeitos das áreas impermeabilizadas e tratar a água como um recurso, podendo ser reaproveitada (Batista *et al.*, 2005). Os principais efeitos dessas técnicas, também conhecidas como compensatórias, são a infiltração, a evapotranspiração e a filtragem da água pluvial em escala de lote, melhorando o controle quali-quantitativo dessa.

Um bom exemplo dessas técnicas são os telhados verdes, objeto de estudo deste projeto. Essa tecnologia sustentável vem se destacando pelos benefícios que apresenta, como o conforto térmico,

melhoria da qualidade do ar, redução da poluição sonora, aspecto estético, mitigação do efeito das “ilhas de calor”, atenuação do escoamento de águas pluviais, economia de energia, e minimização dos riscos de inundações (FERREIRA e MORRUZI, 2007; CARTER e JACKSON, 2007; PALLA *et al.*, 2008; HATHAWAY, 2008; SADDI e MOURA, 2010; CASTRO, 2011; BALDESSAR, 2012; SOUZA *et al.*, 2012; JOBIM, 2013; BUDEL, 2014; LORENZI NETO, 2014; ROSSETI *et al.*, 2014; PANZIERA *et al.*, 2015; CIPOLLA *et al.*, 2016; FUJIWARA e SANTOS, 2016; SALERNO, 2017; NUNES *et al.*, 2017).

Para avaliação dos impactos nos sistemas urbanos dos telhados verdes, os modelos podem ser utilizados para comparar um cenário atual com a implantação de medidas que visam à redução do escoamento superficial. Segundo Lorenzi Neto (2014), a modelagem hidrológica permite analisar o desempenho de telhados verdes em diferentes escalas espaciais, desde uma pequena edificação até um conjunto de telhados verdes distribuídos em uma grande bacia hidrográfica urbana.

Desde 2015, estudos com essa temática vêm sendo realizados pelos estudantes do curso de Engenharia Ambiental, na Universidade de Brasília – UnB; com o objetivo de avaliar, em termos qualitativos e quantitativos, a água drenada de telhados verdes.

Dando continuidade a essa linha de pesquisa; o estudo em questão foi proposto como forma de explorar ainda mais a eficiência desta técnica de desenvolvimento de baixo impacto, principalmente quanto à retenção de água, no cerrado por meio da modelagem aplicada a áreas do Distrito Federal – DF.

METODOLOGIA

Modelagem dos telhados verdes nos sistemas de drenagem urbana

Caracterização da área de estudo

A área de estudo escolhida para modelagem da inserção dos telhados verdes no sistema de drenagem urbana foi a bacia do C.O (Centro Olímpico da Universidade de Brasília – UnB), essencialmente urbana, localizada no bairro da Asa Norte, em Brasília. A área está inserida na Bacia Hidrográfica do lago Paranoá e possui área de 5,43 km².

A bacia do C.O apresenta 15,3 km de comprimento, declividade média de 2,84%, sendo 1140m a cota do ponto mais elevado e 1000m a cota do exutório. Foram geradas, ao todo, 46 sub-bacias unidas por 62 condutos e 62 poços de visitas, direcionadas a um único ponto de saída.

Para a etapa da modelagem hidrológica – hidráulica, utilizou-se o programa PCSWMM, programa computacional disponibilizado pela ChiWater em uma versão universitária gratuita

integrado a ferramentas SIG. O programa possui o modelo hidrológico SWMM, versão 5.1.010 acoplada, onde foram elaboradas simulações computacionais de cenários com inserção de telhados verdes nas edificações pré-existentes na sub-bacia hidrográfica. Foi avaliado assim o potencial da adoção dessa técnica na redução das velocidades de escoamento, das vazões máximas e dos volumes escoados, indicadores essenciais nas questões associadas à ocorrência de enchentes urbanas.

Para simulação hidrológica e hidráulica, optou-se pelo modelo de Chuva/vazão e fluxo; pelo método de infiltração SCS - *Soil Conservation Service*; e pelo modelo de transporte da onda dinâmica, por levar em consideração todos os componentes da equação de Saint-Venant, tornando a simulação mais real e precisa.

Precipitação

A simulação no PCSWMM foi feita com o emprego de um modelo de precipitação baseado na curva de Intensidade – Duração – Frequência (IDF) encontrada no Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal - PDDU (GDF, 2009), representada na equação 1.

$$I = \frac{1574,70 * T^{0,207}}{(t + 11)^{0,884}} \quad (1)$$

Onde:

T = tempo de retorno em anos (anos);

t = tempo de duração da chuva (min);

I = intensidade da chuva (mm/h).

A metodologia utilizada para organização da precipitação calculada foi a de Blocos Alternados, com uma duração da chuva de 24 horas e discretização em intervalos de 5 minutos, totalizando 1440 minutos. Para a modelagem, utilizou-se um evento de chuva de projeto, cujo tempo de retorno foi de 1 ano; e um evento de chuva real (19/01/2013) observado nos dados de medição de três pluviógrafos distribuídos na bacia do C.O, cujo tempo de retorno (TR) foi de 0,09 anos, também de acordo com a curva IDF do PDDU (GDF, 2009).

Características dos telhados verdes adotadas no modelo

Durante a simulação, o modelo realiza o balanço hídrico também dentro da LID, determinando o que escoar e o que é armazenado em cada camada. O desempenho hidrológico de uma unidade LID é então representado pelas resoluções de equações simples de balanço de massa, que expressam a mudança no volume de água em cada camada ao longo do tempo. Em contraste com o escoamento

superficial, que só persiste por um tempo um pouco mais longo do que o evento de chuva, a água armazenada nas unidades LIDs persiste por vários dias. Esse tempo prolongado pode ajudar na prevenção de inundações, quando ocorrem sucessivos eventos de chuva.

Cada camada de representação do telhado verde, no programa, exige parâmetros que são apresentados na tabela 1. Os respectivos valores utilizados no preenchimento dos dados dos parâmetros do modelo foram obtidos nas unidades piloto de telhado verde existentes na Estação Experimental da Biologia – UnB.

Tabela 1: Dados de caracterização das camadas de telhado verde no SWMM (2018).

	PARÂMETRO	VALOR	ORIGEM DOS DADOS
SUPERFÍCIE	Profundidade de armazenamento (mm)	5,08	Recomendação do manual do PCSWMM para grama
	Fração do volume da cobertura vegetal	0,1	Recomendação do manual do PCSWMM para crescimento vegetativo muito denso
	Rugosidade Superficial	0,15	Recomendação do manual do PCSWMM para grama
	Declividade da superfície (%)	7,5	Declividade das unidades piloto experimentais de telhado verde
SOLO	Espessura (mm)	100, 150 e 200	Profundidades referentes às três unidades piloto experimentais de telhado verde
	Porosidade (fração)	0,68	Porosidade do solo das unidades piloto experimentais de telhado verde
	Capacidade de campo (fração)	0,437	Capacidade de campo do solo das unidades piloto experimentais de telhado verde
	Ponto de murcha (fração)	0,26	Ponto de murcha da vegetação das unidades piloto experimentais de telhado verde
	Condutividade hidráulica (mm/h)	114	Condutividade hidráulica do solo das unidades piloto experimentais de telhado verde
	Gradiente da curva de condutividade hidráulica	5,94	Declividade da curva de condutividade hidráulica calculada através da recomendação do manual
	Sucção capilar (mm)	290,07	Recomendação do manual de acordo com o solo estudado
DRENAGEM	Espessura da camada drenante (mm)	30	Altura da argila expandida
	Índice de vazio	0,6	Valor adotado
	Rugosidade	0,05	Recomendada pelo manual para o cascalho

Cenários

Para analisar os efeitos da adoção de medidas compensatórias na drenagem urbana foram idealizados três cenários, que estão resumidos na figura 1.

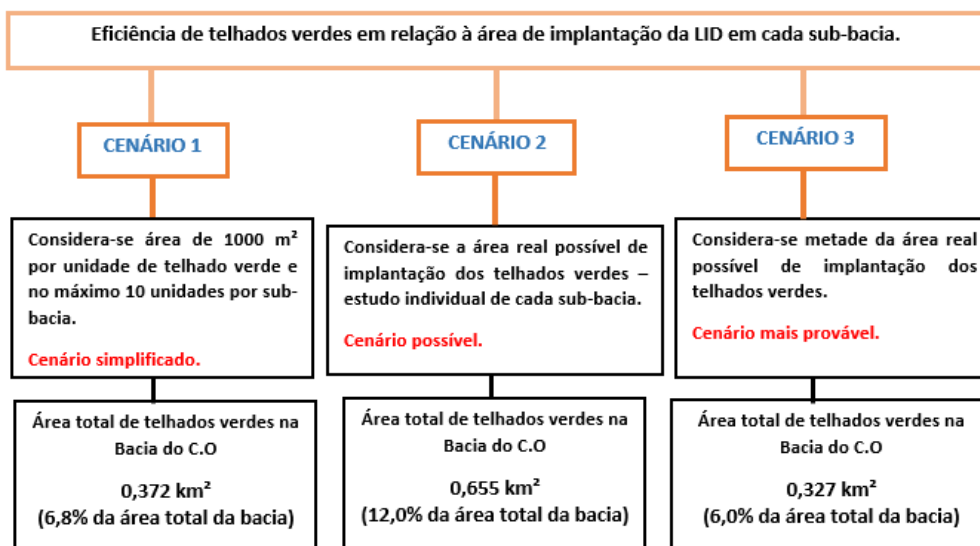


Figura 1 – Cenários elaborados para simulação hidrológica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira simulação realizada foi para a chuva real, cujo hidrograma resultante é apresentado na figura 2.

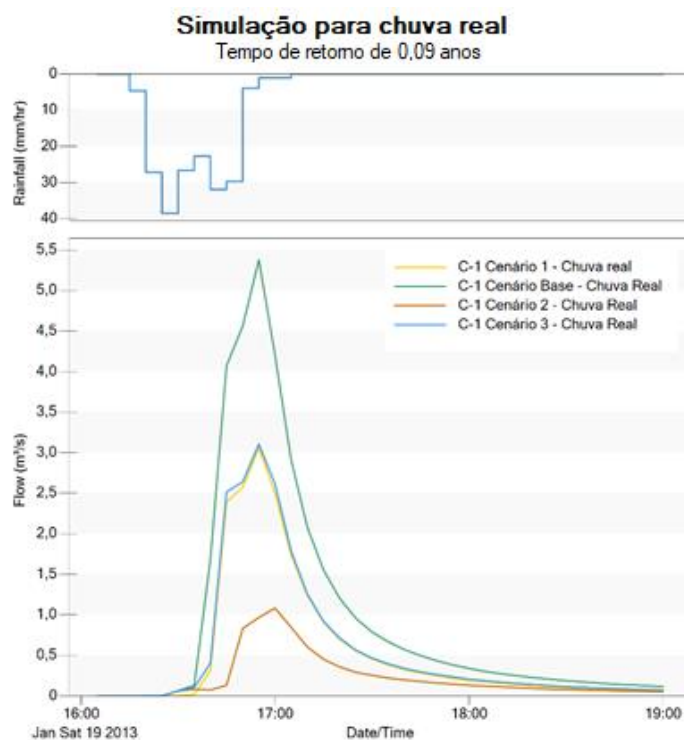


Figura 2: Hidrograma gerado para os cenários de base, 1, 2 e 3 referente à chuva real (TR=0,09 anos).

Analisando-se a figura 2, percebe-se que a vazão de pico gerada no cenário base é superior, como já esperado, tendo em vista a aplicação do controle LID de telhado verde nos demais cenários. Quanto ao tempo de duração do escoamento, uma pequena alteração foi observada nos cenários 1 e 3, sendo que o retardo mais significativo do escoamento foi visto no cenário 2, por este possuir maior área de aplicação de telhados verdes.

A tabela 2 resume os resultados obtidos para a simulação em relação aos parâmetros escolhidos, que representam as principais características do escoamento da região em um evento de chuva.

Tabela 2: Resultados obtidos na simulação referente à chuva real (TR=0,09 anos).

Parâmetro	Cenário Base	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3		
		Valor	Redução	Valor	Redução	Valor	Redução	
Chuva real	Vazão de pico (m ³ /s)	5,38	3,06	43,1%	1,08	79,9%	3,11	42,2%
	Volume total no exutório (m ³)	10430	5811	44,3%	2403	77,0%	6100	41,5%
	Velocidade máxima (m/s)	6,28	5,27	16,0%	3,56	43,3%	5,21	17,0%

Pelos dados apresentados na tabela 2, observa-se que o cenário 2 apresentou 79,9% de redução da vazão de pico em relação ao cenário base. No entanto, em relação à velocidade máxima, o cenário 1 apresentou uma porcentagem de redução menor, mesmo tendo maior área de controle LID que o cenário 3. Partiu-se então para análise da velocidade média, constatando que a redução do cenário 1 foi de 20,1% e do cenário 3 foi de 17,5%, em relação ao cenário base.

Segundo Palla *et al.* (2008), os telhados verdes são capazes de deter significativamente o escoamento pluvial. Usando também o SWMM e inserindo os telhados verdes em 10% dos telhados existentes na bacia, obteve-se 5% de redução na vazão de pico; enquanto que para 100% de substituição por telhados verdes, a vazão de pico reduziu para 51%.

Nunes *et al.* (2017) simularam três sub-bacias da bacia do rio Morto, nas quais houve 100% de substituição dos telhados convencionais por telhados verdes e obtiveram redução da vazão de pico de até 11,1%. O cenário com a inserção de telhados verdes de forma conjunta nas sub-bacias levou à redução da vazão de pico no exutório da bacia do rio Morto da ordem de 1%. De acordo com Nunes *et al.* (2017), o impacto da implantação de telhados verdes na redução do escoamento superficial local teria benefícios significativos para a população das áreas densamente ocupadas, sobretudo em espaços que não contam com redes de infraestrutura urbana.

A seguir, serão analisados os resultados obtidos para a chuva de projeto do PDDU para tempo de retorno de 1 ano, assim como os gráficos resultantes da simulação (Figura 3).

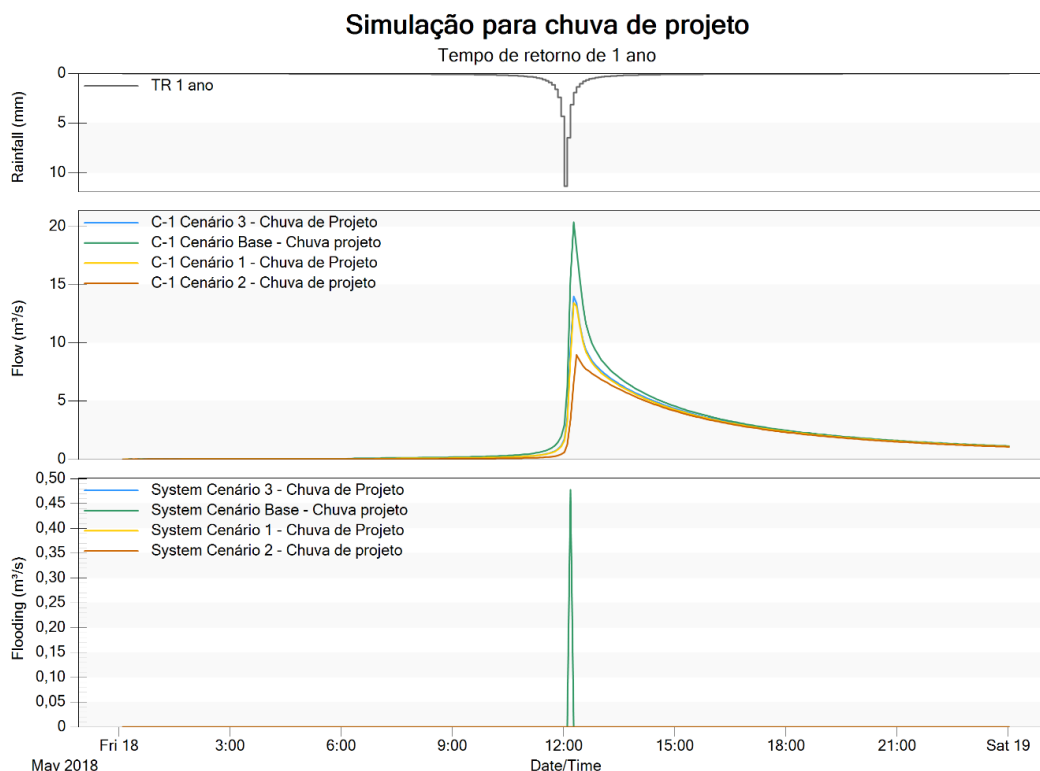


Figura 3: Hidrogramas gerados para os cenários de base, 1, 2 e 3 referentes à chuva de projeto do PDDU (TR=1 ano).

Para o tempo de retorno de 1 ano, observa-se que o comportamento dos cenários 1 e 3 são bem semelhantes, e estão se sobrepondo (Figura 3). De acordo com os resultados da tabela 3, houve redução de 55,9% da vazão de pico do cenário 2 em relação ao cenário base, sendo este valor inferior ao encontrado no evento de chuva real (79,9%), cujo tempo de retorno era menor (1 e 0,09 nos, respectivamente). Comparando a redução do volume total no exutório, a diferença é ainda maior. Para a chuva real, a redução chegou a 77% comparando o cenário 2 com o cenário base, enquanto que para a chuva de projeto com TR de um ano, a redução foi de apenas 21,8% para o volume total no exutório (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados obtidos na simulação referente à chuva de projeto do PDDU (TR=1 ano)

Parâmetro	Cenário Base	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3		
		Valor	Redução	Valor	Redução	Valor	Redução	
Chuva projeto TR 1	Vazão de pico (m³/s)	20,37	13,42	34,1%	8,98	55,9%	13,98	31,4%
	Volume total no exutório (m³)	166900	145200	13,0%	130500	21,8%	148000	11,3%
	Velocidade máxima (m/s)	9,33	8,31	11,0%	7,39	20,8%	8,41	9,9%
	Volume total inundado (m³)	143,40	27	81,2%	32	77,7%	44	69,3%
	Poços de Visita inundados	4	2	50,0%	2	50,0%	2	50,0%
	% Poços de Visita inundados	6%	3%	50,0%	3%	50,0%	3%	50,0%
	Tempo máximo de inundação (min)	5,40	1,8	66,7%	2,4	55,6%	4,2	22,2%

Além disso, pode-se observar (Tabela 3) que houve redução de 50% no número de poços de visita (PV) inundados, e que nos três cenários com controle LID a redução do volume total inundado foi superior a 60%.

CONCLUSÕES

O programa PCSWMM mostrou-se uma ferramenta útil e versátil na utilização de técnicas de desenvolvimento urbano de baixo impacto, em especial o telhado verde, incentivando sua inserção nos sistemas de drenagem urbana já implantados.

O telhado verde revelou-se como uma solução plausível para o armazenamento de precipitação com tempos de retorno de 1 ano ou inferiores, sendo responsável pela eliminação de pontos de estrangulamento da rede, diminuição do volume escoado, como também amortecimento de pico de vazão.

Conclui-se que os telhados verdes podem ser importantes como solução sustentável na redução do risco de ocorrência de alagamentos em sistemas urbanos.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à CHIwater por fornecer a licença do programa PCSWMM.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS ENERGIA E SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA). (2011). *Resolução Nº 09 de 08 de abril de 2011*. Brasília: 2011.
- BALDESSAR, S. M. N. (2012). *Telhado Verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada*. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Construção Civil, Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. (2005). *“Técnicas Compensatória em Drenagem Urbana”*. 1. ed. Porto Alegre: ABRH.
- BUDEL, M. A. (2014). *Estudo comparativo da qualidade da água de chuva coletada em cobertura convencional e em telhado verde*. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- CARTER, T; JACKSON, C. R. (2007). *Vegetated roofs for stormwater management at multiple special scales*. Landscape and Urban Planning, v. 80, p. 84-94.
- CASTRO, A. S. (2011). *Uso de pavimentos permeáveis e coberturas verdes no controle quali-quantitativo do escoamento superficial urbano*. 161 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- CELKEVICIUS, A. (2006). *Mudanças Climáticas e Zonas Urbanas*. USP.
- CIPOLLA, S. S; MAGLIONICO, M; STOJKOV, I. (2016). *A long-term hydrological modelling of na extensive green roof by means of SWMM*. Ecological Engineering. Elsevier, p. 876-887.
- COSTA, M. E. L. (2013). *Monitoramento e Modelagem de águas de drenagem urbana na bacia do Lago Paranoá*. 203 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília.

- FERREIRA, C. A; MORUZZI, R, B. (2007). “*Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis*”. IV Encontro nacional e II encontro latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Campo Grande, MS. p 1027-1036.
- FUJIWARA, F. L. A; SANTOS, L S. (2016). *Avaliação da tecnologia de telhados verdes em escala piloto e estimativa de retenção de água em edificações prediais em Brasília/DF*. 2016, 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL – GDF. (2009). *Plano Diretor de Drenagem Urbana do DF*. Brasília.
- HATHAWAY, A. M; HUNT, W. F; JENNINGS, G. D. (2008). *A field study of green roof hydrologic and water quality performance*. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Raleigh, v. 51, p. 37-44.
- JOBIM, A. L. (2013). *Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial*. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, RS.
- LORENZINI NETO, F. (2014). *Modelagem de telhado verde: uma análise da eficiência no controle do escoamento pluvial em diferentes escalas*. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.
- NUNES, D. M; FONSECA, P. L; SILVA, L. P. (2017). “*Avaliação do papel dos telhados verdes no desenho e desenvolvimento urbano de baixo impacto ambiental e no controle de enchentes na cidade do Rio de Janeiro*”. Labor e Engenho, Campinas, SP, v. 11, n. 3, p. 374-393, jul. /set. 2017.
- PALLA, A; BERRETA, L. G; LANZA, L. G; BARBERA, P. (2008). “*Modelling storm water control operated by green roofs at the urban catchment scale*”. 11^a Conferência Internacional de Drenagem Urbana.
- PANZIERA, A. G; CALIL, V. S; AMARAL, F. D; SWAROWSKY, A. (2015). “*Desempenho de diferentes tipos de telhado verde no conforto térmico urbano na cidade de Santa Maria, RS*”. *Disciplinarum Scientia: Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 16, n. 3, p.445-457, mar. 2015.
- RIGHETTO, A. M.; Moreira, L. F. F.; Sales, T. E. A. (2009). “*Manejo de águas pluviais urbanas*”. Rio de Janeiro: ABES.
- ROSSETI, K. A. C; NOGUEIRA, M. C. J. A; CALLEJAS, I. J. A; DURANTE, L. C; KUHNEN, I. A; NOGUEIRA, J. S. (2014). “*Efeitos de telhados vegetados no conforto térmico de pedestres, simulação pelo software ENVI-MET*”. Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. Maceió, Alagoas. Novembro, 2014.
- SADDI, K. G; MOURA, R. O. (2010). *Coberturas verdes: análise do impacto de sua implantação sobre a redução do escoamento superficial*. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- SALERNO, A. G. (2017). *Estudo em escala piloto da viabilidade do emprego de telhados verdes no Distrito Federal por meio da avaliação quali-quantitativa da água efluente*. 93 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília.
- SOUZA, C. F; CRUZ, M. A. S; TUCCI, C. E. M. (2012). “*Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas*”. *Rbrh – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Rio Grande do Sul, v. 17, n. 2, p.9-18, jun. 2012.
- TUCCI, C. E. M. (2005). *Gestão de águas pluviais urbanas: saneamento para todos*. Brasília: Programa de Modernização do Setor Saneamento - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Ministério das Cidades. 197 p.