

AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS DE PEQUENO PORTE COM USO DE TELHADOS VERDES

Luan Bruno Pinho da Silva¹ ; Leonardo Lucas Santos Rondon² ; Leonardo Nascimento de Souza³ ; Cristiano Gabriel Persch⁴ & Rafael Pedrollo de Paes⁵

RESUMO – Este trabalho avalia o desempenho hidrológico e hidráulico de telhados verdes extensivos em comparação com telhados convencionais, utilizando como objeto de estudo um condomínio residencial de pequeno porte localizado em Brasília-DF. As simulações foram realizadas com o software SWMM, adotando chuvas de projeto com períodos de retorno de 2 e 5 anos distribuídas em 17 sub-bacias. Os resultados indicam que a adoção de telhados verdes proporcionou redução média de 64% no coeficiente de escoamento superficial para TR de 2 anos e de 62% para TR de 5 anos. Esse alívio hidráulico possibilitou o redimensionamento da rede de microdrenagem, com redução do diâmetro de 600 mm para 400 mm, mantendo a relação y/D e as velocidades máximas dentro dos critérios normativos. Conclui-se que os telhados verdes constituem uma solução eficaz e economicamente viável para o manejo de águas pluviais em pequenos loteamentos urbanos.

Palavras-Chave – Modelagem, microdrenagem e LID.

ABSTRACT– This study evaluates the hydrological and hydraulic performance of extensive green roofs compared to conventional roofing systems, using a small residential condominium located in Brasília, Federal District, as a case study. Simulations were carried out using the SWMM software, with design rainfall events of 2- and 5-year return periods applied across 17 sub-catchments. The results indicate that the adoption of green roofs led to an average reduction of 64% in the surface runoff coefficient for a 2-year return period and 62% for a 5-year return period. This hydraulic relief enabled the redesign of the micro-drainage network, reducing pipe diameters from 600 mm to 400 mm while keeping the y/D ratio and maximum flow velocities within normative criteria. It is concluded that green roofs represent an effective and economically viable solution for stormwater management in small urban developments.

Key-words – Modeling, micro-drainage e LID.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem intensificado a impermeabilização do solo, e consequentemente agravando problemas como as inundações e as sobrecargas dos sistemas de drenagem (Grimm *et al.*, 2008). Novas técnicas se tornam cada vez mais necessárias para o manejo das águas pluviais, e é evidente que o uso de soluções sustentáveis para a mitigação dos impactos ambientais é essencial para a diminuição do escoamento superficial (Ferreira *et al.*, 2022; Feng *et al.*, 2021). A expansão

1) Engenheiro Sanitarista e Ambiental. E-mail: luanbordr@gmail.com

2) Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: leonardolucassantosrondon@gmail.com

3) Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: lleonardo.souza16@gmail.com

4) Docente do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) e do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: cristiano.persch@ufmt.br

5) Docente do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) e do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: rafael.paes@ufmt.br

urbana altera os padrões hidrológicos ao reduzir a infiltração e elevar o escoamento superficial, intensificando os picos de vazão e riscos de inundações urbanas (Kong *et al.*, 2017; Abd-Elhamid *et al.*, 2020). Essa transformação diminui o tempo de resposta hidrológica, ampliando áreas suscetíveis a cheias repentinas, especialmente quando combinada às variações climáticas que aumentam a intensidade e frequência de precipitações extremas (Feng *et al.*, 2021; Alamdari, 2018), destacando a necessidade de intervenções que restaurem processos naturais de retenção.

Dessa forma, os telhados verdes surgem como Soluções baseadas na Natureza (SbN) com potencial para reter e deter uma parcela do volume de chuva (Reda *et al.*, 2012). Contudo, sua eficácia em pequenos condomínios residenciais de regiões tropicais ainda carece de estudos aprofundados, especialmente no contexto brasileiro.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho hidrológico de telhados verdes extensivos em um condomínio hipotético de pequeno porte localizado na cidade de Brasília-DF, a partir de simulações realizadas pelo software de modelagem *Storm Water Management Model* (SWMM). Os resultados obtidos poderão fornecer subsídios para a otimização de sistemas de microdrenagem, além de ampliar o debate sobre a viabilidade de telhados verdes como estratégia sustentável para cidades com padrões climáticos similares aos de Brasília. O estudo se alinha aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007) e ao novo Marco Legal do Saneamento (Lei 14.026/2020), que priorizam a importância de práticas que conciliem desenvolvimento urbano e resiliência ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Para o desenvolvimento deste trabalho, tomou-se como objeto de análise um empreendimento residencial em fase de projeto, localizado em região administrativa do Distrito Federal. As informações utilizadas foram extraídas de um banco de dados de projeto executivo de drenagem pluvial, do qual foram obtidos os parâmetros físicos da área, parâmetros hidráulicos e altimétricos da rede de drenagem necessários à realização das simulações. Ressalta-se que os direitos autorais do projeto original são integralmente preservados, não havendo qualquer vínculo entre este estudo e o empreendimento em questão, sendo os dados empregados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

O empreendimento possui a área total de 6,50 hectares, distribuídos da seguinte forma: 4,79 ha destinados ao condomínio; 0,91 ha para ELUP (Espaço Livre de Uso Público); 0,36 ha ocupados pelo

sistema viário; 0,21 ha classificados como Área de Preservação Permanente (APP); 0,23 ha destinados à faixa de proteção proposta para o canal natural de escoamento superficial.

A delimitação da área de estudo concentrou-se especificamente nos setores do condomínio, do sistema viário e do ELUP (Equipamentos Comunitários), totalizando uma superfície de 60.186 m². Tal recorte foi adotado como uma simplificação metodológica para a modelagem no software SWMM, desconsiderando áreas adjacentes como a da APP e a de proteção do canal natural a fim de manter o foco estrito na análise do impacto dos telhados verdes sobre a rede de microdrenagem.

Implementação no SWMM

A área de estudo foi implementada no SWMM, onde as sub-bacias foram representadas por polígonos delimitados por meio das áreas de influência de cada boca de lobo, cuja localização no modelo seguiu o projeto de drenagem original. Para fins de identificação, as sub-bacias foram nomeadas de S1, S2, S3 até S17.

A Figura 1 apresenta a identificação das sub-bacias, nas quais se observa a conexão com os respectivos poços de visita (PV) por meio de linhas tracejadas, que representam visualmente o direcionamento do escoamento. Para a caracterização das sub-bacias no SWMM, a definição dos percentuais de áreas permeáveis e impermeáveis foi realizada por meio de uma análise qualitativa das imagens de satélite da superfície do loteamento.

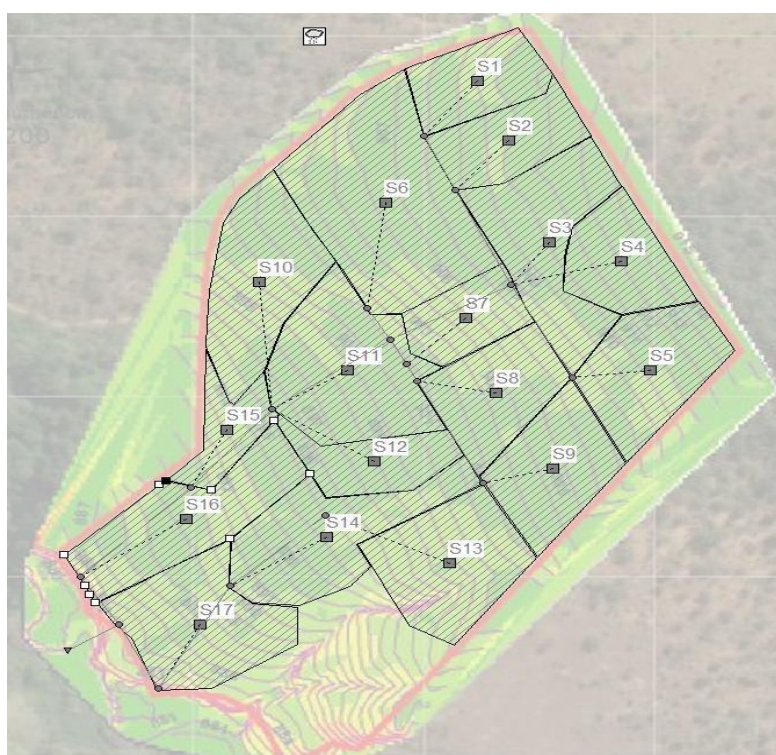


Figura 1 – Mapa de identificação das sub-bacias.

A Tabela 1 apresenta características gerais das sub-bacias. Conforme legislação local, a área total de estudo, objeto de parcelamento, não deverá ter uma impermeabilização superior a 50% da área total.

Tabela 1 - Parâmetros físicos e hidráulicos das sub-bacias.

Sub-bacia	Área (m²)	Impermeabilidade da sub-bacia (%)	Declividade (%)	Largura (W)
S1	2510	10	14	45,27
S2	2345	50	11	29,94
S3	4315	55	12	28,77
S4	2408	30	10	39,05
S5	3600	55	14	48,23
S6	7822	55	12,5	63,89
S7	1826	55	19	35,11
S8	3473	55	13	41,3
S9	4121	55	10,5	42,88
S10	4250	40	16,5	38,41
S11	4426	55	12	39,76
S12	2612	55	10,1	30,68
S13	4900	55	19,5	56,9
S14	3192	50	14	23,76
S15	2275	50	15	20,74
S16	2743	50	14,5	26,53
S17	3368	50	18	28,38
Total	60186			

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No que tange aos parâmetros de rugosidade superficial, utilizou-se o coeficiente de Manning (n -Imperv) de 0,015 para representar as zonas impermeáveis, enquanto o valor de 0,15 (n -Perv) para as superfícies permeáveis. As perdas iniciais em áreas impermeáveis foram padronizadas em 2,54 mm, e para as porções permeáveis, o valor de 5,1 mm, seguindo as recomendações técnicas de Rossman e Simon (2022). A infiltração no solo foi simulada por meio do método Soil Conservation Service (SCS), adotando-se o valor de 90 para a Curva Número (CN), baseado no tipo de solo e ocupação do empreendimento. Para a simulação dos eventos, foram adotadas chuvas de projeto, cuja distribuição temporal adotou-se o Método de Blocos Alternados (Chow *et al.*, 1988). Foi estabelecido chuvas com tempos de retorno de 2 e 5 anos e duração total de 7 minutos (Silveira, 2006). As características da rede hidráulica foram extraídas do projeto original, respeitando diâmetros, materiais, cotas dos PVs e comprimento dos condutos, e os valores podem ser consultados na primeira coluna da Tabela 5.

A técnica LID empregada no estudo foi o telhado verde (TV), baseada no princípio de que sua implementação desempenha importante papel no manejo hidrológico urbano, retendo e detendo

porções de precipitação direta para reduzir o escoamento superficial e prevenir inundações (Johannessen *et al.*, 2019). A Tabela 2 exibe os parâmetros de entrada empregados na simulação de cenários que incorporam telhados verdes (Rossman & Simon, 2022; Tassi *et al.*, 2013).

Tabela 2 - Propriedades do Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (LID).

Camada	Parâmetro	Valor
Superfície	Profundidade de armazenamento (mm)	50
	Fração de Volume de Vegetação	0,2
	Rugosidade Superficial: (n de Manning)	0,13
	Declividade da Superfície (%)	1
Solo	Espessura (mm)	150
	Porosidade (fração de volume)	0,44
	Capacidade de Campo (fração de volume)	0,062
	Ponto de Murchamento (fração de volume)	0,024
	Condutividade (mm/h)	4,74
	Inclinação da Condutividade	45
	Sucção Capilar (mm)	1,93
Drenagem	Espessura (mm)	254
	Fração de Vazios	0,5
	Rugosidade (n de Manning)	0,1

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A Tabela 3 apresenta a área impermeável e a área com telhado verde de cada sub-bacia, detalhando a ocupação espacial do LID no modelo. Nesta configuração, o telhado verde é empregado especificamente sobre a porção impermeável da bacia, uma vez que sua instalação sobre áreas já permeáveis não traria benefícios adicionais ao controle do escoamento. Dessa forma, a tabela apresenta a fração da área impermeável que será destinada ao TV em cada unidade de contribuição.

A definição da porcentagem de telhados verdes sobre a área impermeável de cada sub-bacia também foi estabelecida por meio de estimativa e análise qualitativa, partindo do pressuposto de que apenas uma fração dessas superfícies é passível de receber o telhado verde, uma vez que o empreendimento possui áreas como vias e calçadas que não comportam TV.

Tabela 3 - Dimensionamento das áreas de telhado verde.

Sub-bacia	Área Impermeável (m ²)	% TV	Área TV (m ²)
S1	251,00	70	175,70
S2	1172,50	60	703,50
S3	2373,25	60	1423,95
S4	722,40	15	108,36
S5	1980,00	60	1188,00
S6	4302,10	70	3011,47
S7	1004,30	55	552,37
S8	1910,15	65	1241,60

S9	2266,55	65	1473,26
S10	1700,00	50	850,00
S11	2434,30	60	1460,58
S12	1436,60	60	861,96
S13	2695,00	45	1212,75
S14	1596,00	55	877,80
S15	1137,50	30	341,25
S16	1371,50	55	754,33
S17	1684,00	25	421,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação do desempenho hidrológico dos telhados verdes envolveu uma análise comparativa entre sistemas convencionais (sem LID - 1º cenário) e sistema com LID (2º cenário), avaliando-se sistematicamente o volume de escoamento superficial gerado (*runoff*), a velocidade máxima da água nos condutos ($V_{máx}$) e a relação y/D (altura da lâmina d'água sobre o diâmetro do tubo). Esses indicadores permitem quantificar a eficácia da implementação de telhados verdes na mitigação de impactos na rede de drenagem urbana.

Para avaliar $V_{máx}$, foram utilizados autores como Tucci (2004) e Azevedo Netto e Araújo (1998) que determinam que $V_{máx}$ não deve ser superior a 5,00 m/s, com a justificativa de evitar desgaste da tubulação por abrasão, visto que os tubos são de concreto. Já para avaliar relação da lâmina d'água e diâmetro (h/D ou y/D), considerou-se valores de Porto (1999), que considera que y/d deve ser igual ou inferior a 0,75 (75%). A Tabela 4 apresenta os coeficientes de *runoff* estimados para os cenários com telhados convencionais (1º Cenário) e telhados verdes (2º Cenário) nas 17 sub-bacias analisadas, considerando um período de retorno de 2 e 5 anos.

Tabela 4 - Comparativo de coeficientes de *runoff* por sub-bacia – TR = 2 e 5 anos.

Sub-bacia	Tempo de retorno de 2 anos			Tempo de retorno de 5 anos		
	<i>Runoff</i> 1º Cenário	<i>Runoff</i> 2º Cenário	Redução (%)	<i>Runoff</i> 1º Cenário	<i>Runoff</i> 2º Cenário	Redução (%)
S1	0.094	0.027	71%	0.112	0.045	60%
S2	0.45	0.127	72%	0.471	0.14	70%
S3	0.492	0.133	73%	0.51	0.142	72%
S4	0.272	0.221	19%	0.291	0.239	18%
S5	0.495	0.134	73%	0.518	0.148	71%
S6	0.493	0.092	81%	0.512	0.101	80%
S7	0.527	0.183	65%	0.565	0.207	63%
S8	0.513	0.128	75%	0.545	0.147	73%
S9	0.509	0.126	75%	0.538	0.143	73%
S10	0.36	0.145	60%	0.378	0.157	58%
S11	0.508	0.146	71%	0.536	0.163	70%
S12	0.511	0.148	71%	0.541	0.167	69%
S13	0.516	0.225	56%	0.55	0.249	55%
S14	0.462	0.16	65%	0.489	0.178	64%
S15	0.465	0.284	39%	0.495	0.308	38%

S16	0.466	0.163	65%	0.496	0.183	63%
S17	0.466	0.311	33%	0.496	0.336	32%
Média	0.447	0.162	64%	0.473	0.18	62%

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A Tabela 4 mostra que, para TR de 2 anos, o cenário com telhados convencionais apresentou coeficientes médios de *runoff* de 0,45, enquanto com telhados verdes a média caiu para 0,16, representando redução de 64%. As maiores reduções ocorreram nas sub-bacias com maior percentual de telhado verde, como S6 e S8, onde o *runoff* diminuiu de valores próximos a 0,50 para cerca de 0,10. Mesmo a S1, com apenas 7% de TV, apresentou redução expressiva devido à elevada área permeável existente. Esses resultados indicam que o aumento da cobertura verde promove retenção do volume precipitado e diminui significativamente o escoamento superficial e a contribuição para a rede de drenagem.

Já para TR de 5 anos, o comportamento se manteve semelhante. O *runoff* médio reduziu de 0,47 no cenário convencional para 0,18 com telhados verdes, correspondendo a diminuição de 62%. As maiores reduções novamente ocorreram nas sub-bacias com maior porcentagem de TV, enquanto S15 e S17 mantiveram valores mais elevados devido à alta impermeabilização, menor área com telhado verde e maiores declividades. Assim, observa-se que a adoção dos telhados verdes reduz o escoamento superficial em mais de 60%, promovendo alívio hidráulico na rede e menores níveis de preenchimento das tubulações (y/D). A Tabela 5 mostra que no 1º cenário (sem telhados verdes), a rede operou dentro dos critérios de dimensionamento, com $y/D \leq 0,75$ e velocidades inferiores a 5,00 m/s. Entretanto, alguns condutos apresentaram funcionamento próximo ao limite, principalmente o C10, com y/D em torno de 0,70–0,72, e os trechos C9, C10, C14 e C15, com velocidades elevadas, chegando a aproximadamente 4,84 m/s. Esses resultados indicam que, embora o sistema esteja adequado, há pontos mais solicitados que operam com menor margem de folga.

Com a implementação dos telhados verdes, observou-se alívio hidráulico significativo na rede. Houve redução expressiva da relação y/D , especialmente nos condutos C4, C5 e C6, com diminuições próximas de 50%. As velocidades também reduziram de forma relevante, destacando-se o conduto C10, que passou de valores próximos de 4,84 m/s para cerca de 2,19 m/s, representando queda superior a 50%. Essa redução ocorre devido à retenção da precipitação na fonte, diminuindo o volume escoado para a rede.

Tabela 5 - Comparativo de y/D e velocidade máxima para cada cenário para TR de 2 e 5 anos.

Conduto	L (m)	D (mm)	TR 2 anos		TR 5 anos	
			1º Cenário	2º Cenário	1º Cenário	2º Cenário

			V máx (m/s)	Relação y/D	V máx (m/s)	Relação y/D	V máx (m/s)	Relação y/D	V máx (m/s)	Relação y/D
C1	30	600	0,6	0,17	0,31	0,09	0,62	0,19	0,52	0,11
C2	60	600	1,07	0,28	0,69	0,15	1,14	0,31	0,78	0,17
C3	36	600	1,75	0,26	1,09	0,14	1,85	0,28	1,16	0,16
C4	56	600	2,78	0,42	2,4	0,21	2,9	0,48	2,53	0,24
C5	12	600	1,62	0,35	1,18	0,17	1,76	0,41	1,31	0,2
C6	22	600	2,1	0,39	1,26	0,19	2,36	0,46	1,45	0,21
C7	60	600	0,9	0,55	0,75	0,52	0,95	0,55	0,81	0,53
C8	11	600	2,47	0,12	1,49	0,06	2,64	0,13	1,62	0,07
C9	60	600	4,37	0,48	3,19	0,24	4,55	0,56	3,39	0,27
C10	60	600	4,02	0,7	2,04	0,61	4,84	0,72	2,19	0,62
C11	32	600	0,61	0,54	0,42	0,53	0,63	0,55	0,43	0,53
C12	37	600	1,36	0,23	0,95	0,2	1,48	0,26	1,06	0,2
C13	45	600	2,87	0,5	2,31	0,5	3,05	0,5	2,46	0,5
C14	31	600	4,34	0,6	4,34	0,6	4,34	0,6	4,34	0,6
C15	30	600	4,36	0,44	4,36	0,44	4,36	0,44	4,36	0,44
C16	43	600	3,36	0,39	3,36	0,39	3,49	0,42	3,36	0,39

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para fins de análise, a partir do cenário com telhados verdes, se propôs um redimensionamento, considerando diâmetros comerciais existentes. Os resultados do redimensionamento são mostrados na Tabela 6, bem como os novos valores de velocidade e relação ‘y/D’.

Tabela 6 – Resultados do redimensionamento e novos valores de velocidade e relação ‘y/D’.

D Original	D Redimensionado (mm)	TR 2 anos		TR 5 anos	
		V máx (m/s)	Relação y/D	V máx (m/s)	Relação y/D
600	400	0,33	0,15	0,53	0,19
600	400	0,72	0,26	0,82	0,29
600	400	1,13	0,24	1,2	0,27
600	400	2,48	0,37	2,6	0,43
600	400	1,29	0,31	1,4	0,35
600	400	1,35	0,33	1,52	0,37
600	400	0,83	0,54	0,91	0,55
600	400	1,57	0,11	1,72	0,12
600	400	3,27	0,42	3,45	0,49
600	400	2,73	0,68	3,32	0,71
600	400	0,42	0,54	0,43	0,55
600	400	1,07	0,26	1,18	0,3
600	400	2,41	0,5	2,56	0,5
600	400	3,57	0,59	3,57	0,59
600	400	3,72	0,41	3,72	0,47
600	400	2,72	0,44	2,9	0,51

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Após o redimensionamento da rede (conforme disponibilidade comercial), com a redução do diâmetro de 600mm (originais) para 400 mm, os resultados para o tempo de retorno de 2 anos com a implementação de telhados verdes (TV) demonstram que a nova rede, mais econômica, manteve uma operação hidráulica suficiente para atender os critérios de projeto. A relação de preenchimento (y/D) apresentou valores que variam de 0,11 (C8) ao máximo de 0,68 (C10), mantendo-se abaixo do

limite de projeto de 0,75 definido para evitar que a rede trabalhe sob pressão. Comparando esses dados com os cenários de diâmetros maiores (como 600 mm), observa-se que, embora a lâmina d'água tenha subido proporcionalmente nos tubos menores, como os condutos C5 e C8 que apresentaram um aumento de y/D superior a 80% em relação aos cenários com TV e com diâmetros de 600 mm, ela ainda permanece dentro da margem de segurança devido à redução do volume afluente promovida pelo TV. No cenário com TR de 5 anos, mesmo com o aumento da chuva, a rede redimensionada preserva sua funcionalidade sob a influência da infraestrutura verde. O conduto mais solicitado continua sendo o C10, que atinge uma relação y/D de 0,71, aproximando-se do limite técnico, mas garantindo ainda a segurança do conduto. As velocidades máximas mostram uma estabilidade, mantendo valores de 3,57 a 3,72 m/s nos trechos de jusante (C14 e C15). Os valores de velocidade nos condutos C14 e C15 tiveram uma redução significativa em relação ao cenário original, mas permaneceram constantes entre as chuvas de 2 e 5 anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a implementação de telhados verdes extensivos em condomínios residenciais de pequeno porte é uma alternativa eficiente para a redução do escoamento superficial urbano. As simulações realizadas no SWMM evidenciaram reduções médias superiores a 60% nos coeficientes de *runoff*, tanto para o período de retorno de 2 anos quanto para o de 5 anos. O alívio hidráulico promovido pelos telhados verdes viabilizou o redimensionamento econômico da rede, com a redução do diâmetro dos condutos de 600 para 400 mm, sem comprometer os critérios de segurança hidráulica — mantendo a relação y/D abaixo de 0,75 e as velocidades inferiores a 5,00 m/s. Esses resultados reforçam o potencial das Soluções baseadas na Natureza (SbN) como ferramentas complementares ao planejamento urbano sustentável, especialmente em regiões de clima tropical. Recomenda-se, em estudos futuros, ampliar a análise para diferentes tipologias de ocupação e períodos de retorno mais longos, a fim de consolidar a viabilidade da técnica em escala regional. Por fim, este trabalho teve como objetivo avaliar a implementação de telhados verdes em condições hipotéticas. Contudo, é importante destacar que os resultados obtidos apresentam limitações, uma vez que não foi realizada a calibração nem a análise de sensibilidade do modelo. Assim, recomenda-se que estudos futuros aprofundem a validação do modelo, de modo a conferir maior representatividade aos resultados apresentados.

REFERÊNCIAS

ABD-ELHAMID, H. F. *et al.* (2020). “Evaluating the impact of urban growth on the design of storm water drainage systems”. *Water*, v. 12, n. 6, pp. 1–22.

- ALAMDARI, N. (2018). “*Modeling climate change impacts on the effectiveness of stormwater control measures in urban watersheds*”. Doctoral dissertation (PhD in Civil Engineering) – Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 2018.
- AZEVEDO NETTO, J. M.; ARAÚJO, R. (1998). *Manual de hidráulica*. 8. ed. São Paulo: Blücher, 680 p.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2007.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 16 jul. 2020.
- CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. (1988). *Applied hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- FENG, B.; ZHANG, Y.; BOURKE, R. (2021). “*Urbanization impacts on flood risks based on urban growth data and coupled flood models*”. *Natural Hazards*, v. 106, pp. 613–627.
- FERREIRA, C. S. S. et al. (2022). *Nature-Based Solutions for Flood Mitigation: Environmental and Socio-Economic Aspects*. Cham: Springer.
- GRIMM, N. B. et al. (2008). “*Global change and the ecology of cities*”. *Science*.
- JOHANNESSEN, B. G. et al. (2019). “*The transferability of SWMM model parameters between green roofs with similar build-up*”. *Journal of Hydrology*, v. 569, pp. 816–828.
- KONG, F. et al. (2017). “*Modeling stormwater management at the city district level in response to changes in land use and low impact development*”. *Environ. Model. Softw.*, v. 95, n. 1, pp. 132–142.
- PORTO, R. M. (1999). *Hidráulica básica*. 2. ed. São Carlos, SP: EESC/USP.
- REDA, A. L. L.; TANZILLO, A. A.; COSTA, G. B. (2012). “*Telhados verdes: uma proposta econômica em busca do desenvolvimento urbano sustentável*”. in *Anais do I Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto*, São Paulo.
- ROSSMAN, L. A.; SIMON, M. A. *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2*. Cincinnati: United States Environmental Protection Agency (EPA), 2022.
- SILVEIRA, A. L. L. (2006). “*Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais*”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 11, n. 1, p. 45-58.
- TASSI, R. et al. (2013). “*Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais*”. *Ambiente Construído*, v. 14, n. 1, pp. 139–154 Santa Maria, RS.
- TUCCI, C. E. M. (2004). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH.