XVIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
XVIII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE TELHADOS VERDES APLICADOS EM MODELO PCSWMM DE MICROBACIA URBANA

Breno Thierry Caldas Bezerra [1]; Maria Vitória Silva Felix de Andrade [2] Arivânia Bandeira Rodrigues [3]; Alfredo Ribeiro Neto [4]; José Roberto Gonçalves de Azevedo [5] & Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral [6]

RESUMO – O crescimento urbano desordenado e a impermeabilização do solo têm intensificado as inundações urbanas. Nesse contexto, as Soluções baseadas na Natureza (SbN) surgem como alternativas complementares aos sistemas convencionais de drenagem. Este trabalho avaliou o desempenho de telhados verdes na mitigação do escoamento superficial da microbacia da Avenida 30 de Outubro, localizada no bairro de Jardim São Paulo, Recife-PE. Para isso, utilizou-se o modelo hidrológico-hidrodinâmico PCSWMM, simulando cenários com e sem a aplicação da técnica para TR de 2, 5 e 10 anos. Considerou-se uma taxa de adesão de 25% das coberturas existentes, adotando parâmetros representativos de telhados verdes extensivos. Os resultados indicaram que a técnica promove atenuação das vazões e retenção hídrica mais significativa em eventos de menor magnitude, reduzindo o escoamento superficial principalmente nas fases iniciais da precipitação. Entretanto, observou-se que a capacidade máxima de amortecimento é limitada pelas características construtivas do sistema, atingindo cerca de 25 L/s. Em eventos mais severos, a rápida saturação do substrato reduz a eficiência da técnica, evidenciando seu papel complementar aos sistemas convencionais de drenagem urbana.

ABSTRACT– Uncontrolled urban growth and soil sealing have intensified urban flooding. In this context, Nature-based Solutions (NbS) emerge as complementary alternatives to conventional drainage systems. This study evaluated the performance of green roofs in mitigating surface runoff within the Avenida 30 de Outubro microbasin, located in the Jardim São Paulo district, Recife, Brazil. The hydrologic-hydraulic model PCSWMM was used to simulate scenarios with and without the implementation of the technique for return periods of 2, 5, and 10 years. A 25% adoption rate of the existing roof areas was considered, using parameters representative of extensive green roofs. The results showed that the technique promotes runoff attenuation and water retention, particularly during low-magnitude rainfall events, reducing surface runoff mainly in the initial stages of precipitation. However, the maximum attenuation capacity was constrained by the structural characteristics of the system, reaching approximately 25 L/s. Under more severe rainfall events, the rapid saturation of the substrate significantly reduced the effectiveness of the technique, highlighting its role as a complementary measure rather than a substitute for conventional urban drainage systems.

Palavras-Chave – Soluções baseadas na Natureza, Nordeste brasileiro, PCSWMM

[1]) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)/TPF Engenharia, Recife, Pernambuco, 50740-550, 81 8998-0335, breno.thierry@ufpe.br;

[2]) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, vitoria.silvaa@ufpe.br;

[3]) Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (HU-Brasil), Lagarto, Sergipe, arivania_@hotmail.com;

[4]) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, alfredo.ribeiro@ufpe.br;

[5]) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, jose.azevedo@ufpe.br;

[6]) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)/Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, jaime.cabral@ufpe.br;

1 INTRODUÇÃO

A falta de planejamento adequado no processo de urbanização potencializa os impactos da variabilidade climática sobre os recursos hídricos, aumentando o risco de inundações e reforçando a necessidade de repensar as políticas de uso e ocupação do solo nas cidades. Nesse contexto, a impermeabilização do solo, o adensamento urbano e as mudanças climáticas aceleram a saturação da infraestrutura convencional de drenagem (Oliveira *et al*., 2023). Diante das limitações desses sistemas, cresce o interesse por estratégias mais sustentáveis e resilientes, entre as quais se destacam as Soluções baseadas na Natureza (SbN) (Silveira *et al*., 2025).

As técnicas de drenagem sustentável buscam restabelecer as vazões de pico das bacias às condições pré-urbanização. Entre as SbN, os telhados verdes destacam-se pelo potencial de contribuir para o manejo de águas pluviais, retendo água no substrato, reduzindo o escoamento superficial e atenuando os picos de vazão. Entretanto, a efetividade dessas soluções está condicionada a características locacionais e às características dos eventos de precipitação (Zheng et al., 2021).

Conforme Eckart *et al*. (2017), os benefícios dos telhados verdes são mais expressivos em eventos de menor período de retorno, enquanto, em chuvas mais intensas, sua atuação tende a complementar os sistemas convencionais de drenagem. Esse contexto reforça a necessidade de avaliar o desempenho das SbN, em escala de bacia hidrográfica como unidade de planejamento, sob cenários futuros de mudanças climáticas.

Essa necessidade torna-se particularmente relevante na Região Metropolitana do Recife (RMR), marcada por elevada vulnerabilidade socioambiental frente à intensificação dos eventos hidrológicos extremos e à elevação do nível do mar. As fragilidades físicas, associadas à erosão costeira e às inundações recorrentes, são agravadas pelo adensamento populacional, pela verticalização da faixa litorânea e pela ocupação histórica de áreas ribeirinhas. (Costa *et al*., 2010). Assim, a ausência de medidas efetivas de adaptação e mitigação climática tende a ampliar os impactos estruturais, sociais e ambientais na região.

Dessa forma, modelos integrados permitem avaliar o desempenho de tecnologias verdes na mitigação de inundações e poluentes. Assim, este estudo avalia a aplicação de telhados verdes na microbacia da Avenida 30 de Outubro (Jardim São Paulo, Recife-PE), utilizando o modelo PCSWMM, versão 7.7.3920, desenvolvido pela Chiwater Computational Hydraulics International (CHI), sob diferentes cenários de chuva, a fim de analisar seu impacto na redução do escoamento superficial e seu potencial adaptativo em áreas urbanas vulneráveis.

2 METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo foi estruturada em seis etapas principais: (1) caracterização da microbacia urbana; (2) construção e calibração do modelo no software PCSWMM; (3) definição das chuvas de projeto para tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos; (4) realização das simulações dos cenários com e sem a adoção de telhados verdes; e (5) avaliação comparativa dos efeitos da técnica sobre o escoamento superficial e o comportamento hidráulico da microbacia.

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende a microbacia hidrográfica Avenida 30 de Outubro, inserida na sub-bacia do Rio Jiquiá (Figura 1). Totalmente urbanizada e com área aproximada de 0,163 km², a bacia localiza-se no bairro de Jardim São Paulo, em Recife-PE. A localidade abriga 29.996 habitantes, o que confere à região uma densidade demográfica expressiva de 115,59 hab/ha (IBGE, 2022).

A microbacia apresenta reconhecida suscetibilidade à ocorrência de alagamentos e inundações. Em razão do intenso processo de urbanização e da elevada densidade de ocupação, todos os cursos d'água naturais foram antropizados. O principal corpo hídrico da área é o riacho 30 de Outubro, responsável por receber as contribuições provenientes da rede de microdrenagem e conduzir os escoamentos até seu deságue no Canal Guarulhos, afluente do rio Jiquiá (Bezerra *et al*., 2025).

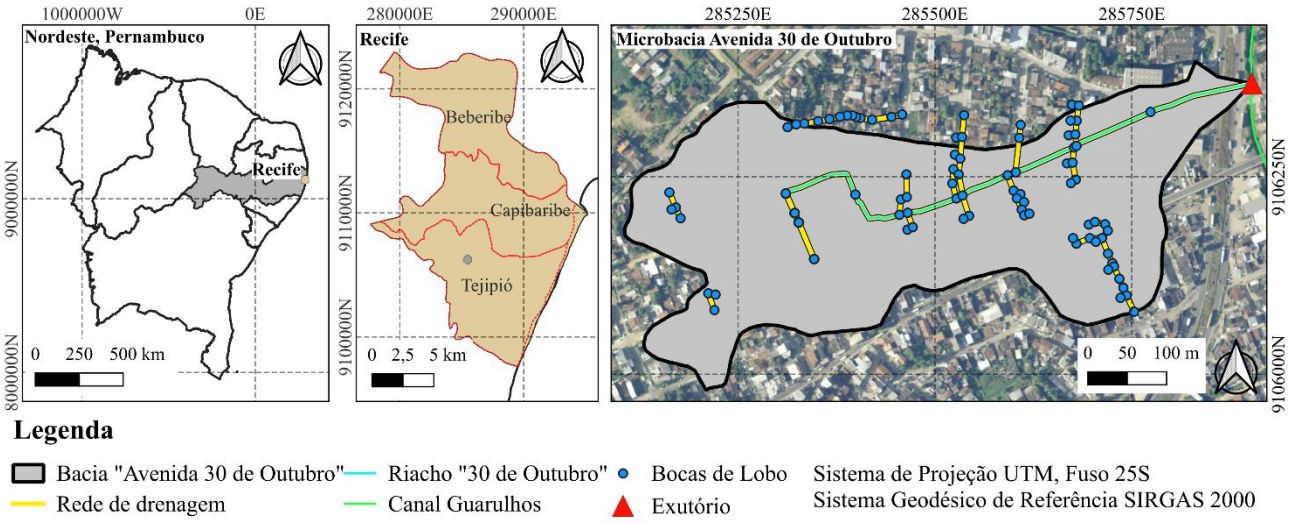


Figura 1: Localização da área de estudo microbacia Avenida 30 de Outubro.
Fonte: Os autores (2026).

2.2 Modelo integrado PCSWMM

O PCSWMM é um *software* que utiliza o SWMM como algoritmo de base, integrando-o a ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para modelagem hidrológica e hidráulica (Rossman *et al*., 2022). A plataforma permite a simulação integrada da rede de drenagem e do escoamento superficial, possibilitando a análise do encaminhamento das vazões pela micro e

macrodrenagem, bem como da propagação dos excedentes sobre o terreno. Dentro do *software*, o modelo de onda dinâmica representa o escoamento em canais pelas equações da continuidade (Equação 1) e da conservação da quantidade de movimento (Equação 2) (Rossman *et al*., 2022).

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (Q/A)}{\partial x} + gA\frac{\partial H}{\partial x} gAS_f + gAh_L = 0 \quad (2)$$

Sendo: A a área da seção transversal dos condutos da malha (m²); t o tempo (s); Q a vazão do conduto da malha (m³/s); x o comprimento do conduto da malha (m); H a altura hidráulica da água no conduto da malha (m); S_f a inclinação de fricção (m/m); h_L a perda de energia local por unidade de comprimento do conduíte (m/m); g a aceleração da gravidade (m/s²).

Na modelagem integrada 1D–2D no PCSWMM, a rede de drenagem, composta por poços de visita e condutos, é acoplada ao Modelo Digital do Terreno (MDT) por meio de uma malha de células 2D gerada a partir de nós (2D Nodes) distribuídos conforme a topografia local, permitindo simular a propagação dos escoamentos superficiais considerando as características hidrográficas e topográficas da área (James et al., 2013).

Para as simulações, foi utilizada a ferramenta de implementação de técnicas de Desenvolvimento de Baixo Impacto (do inglês, Low Impact Development – LID), por meio da inserção de parâmetros que modificam as condições de infiltração da bacia, permitindo avaliar a resposta do escoamento após a implantação de telhados verdes (Rossman et al., 2022).

2.3 Parâmetros de entrada e cenários de simulação

Previamente à aplicação dos cenários, foi realizada a calibração dos parâmetros de rugosidade de Manning e do Curve Number (CN) a partir de um evento observado. Para a análise hidrológica, foi considerando um cenário sem a aplicação dos telhados verdes e com a aplicação da técnica SbN na microbacia, para os TR de 2, 5 e 10 anos, sendo esses os mais recomendados para avaliação de redes de drenagem urbana (Collischonn; Dornelles, 2013).

Outrossim, foi adotada a curva Intensidade-Duração-Frequência (IDF) proposta no Plano Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Recife (PMDR), apresentada na Equação 3 (EMLURB, 2016).

$$i = \frac{611{,}3425 \cdot {T_r}^{0{,}1671}}{(t + 7{,}3069)^{0{,}6348}} \quad (3)$$

Sendo: i a intensidade da chuva (mm/h); T_r o período de retorno (anos); t a duração da chuva em minutos.

Posteriormente, a precipitação foi discretizada pelo método de Huff (1990), que distribui temporalmente os eventos de chuva a partir de curvas adimensionais classificadas em quartis de duração. Como a duração crítica adotada neste estudo foi de 24 horas, utilizou-se a distribuição correspondente ao 3º quartil. Em seguida, realizou-se o mapeamento das coberturas da microbacia e, considerando restrições estruturais e de declividade, adotou-se uma taxa de adesão de 25% para os telhados verdes, conforme critérios propostos por Martins (2017). A Tabela 1 apresenta os parâmetros referentes às características de coberturas extensivas recomendadas por Martins (2017).

Tabela 1: Parâmetros de entrada da SbN para o modelo PCSWMM.

Camada	Parâmetros	Unidade	Valor
Superfície	Armazenamento	mm	0,0
	Volume de vegetação	%	0,9
	Rugosidade	-	0,1
	Declividade	%	20,0
Solo	Espessura	mm	150,0
	Porosidade	%	0,437
	Capacidade de campo	mm	0,105
	Ponto de murcha	%	0,047
	Condutividade	mm/h	3,0
	Declive da condutividade	%	10,0
	Sucção capilar	mm	2,4
Dreno	Coeficiente de drenagem	-	3,0
	Fração de vazios	-	0,5
	Rugosidade	%	0,1

Fonte: Martins (2017).

3 RESULTADOS

A resposta hidrológica de uma bacia urbana está diretamente relacionada às características de uso e ocupação do solo, bem como à capacidade dos dispositivos de drenagem em armazenar e retardar o escoamento superficial (Oliveira *et al*., 2023). A Figura 2 apresenta os hidrogramas simulados para a microbacia nos TR de 2, 5 e 10 anos, comparando o cenário atual com o cenário mitigado pela implantação de SbNs, representadas por telhados verdes. Observa-se uma resposta hidrológica rápida da bacia aos eventos de precipitação, característica comum de áreas urbanizadas com elevada impermeabilização e significativa alteração dos processos naturais de infiltração e armazenamento (Collischonn; Dornelles, 2013).

Para o TR de 2 anos, verifica-se uma redução consistente das vazões em todo o período analisado. A implantação dos telhados verdes promove a retenção inicial de parte do volume precipitado no substrato, reduzindo o escoamento superficial gerado e proporcionando atenuação dos picos de vazão. Esse comportamento evidencia a capacidade da técnica em armazenar temporariamente a água da chuva e retardar sua contribuição à rede de drenagem, conforme observado por Teemusk e Mander (2007).

No cenário correspondente ao TR de 5 anos, o aumento da intensidade da precipitação resulta em maiores vazões ao longo de todo o hidrograma. Ainda assim, a SbN mantém sua capacidade de atenuação, produzindo reduções perceptíveis tanto nos trechos de ascensão quanto nos patamares de maior vazão. Contudo, a aproximação entre as curvas no ápice do evento indica uma saturação mais rápida da capacidade de retenção hídrica do substrato sob chuvas de maior intensidade, um comportamento que corrobora com as observações de Rodrigues & Junior (2021).

Para o TR de 10 anos, as vazões atingem os maiores valores entre os cenários simulados, refletindo a maior severidade do evento. Ainda assim, os telhados verdes reduzem as vazões ao longo de todo o hidrograma, inclusive nos picos. Contudo, devido aos elevados volumes precipitados, essa redução representa uma parcela proporcionalmente menor da vazão total, evidenciando a limitação da capacidade de armazenamento do sistema. Esse comportamento confirma que, sob eventos extremos e menos frequentes, a eficiência das SbN na atenuação dos picos de vazão é reduzida em razão da saturação do dispositivo (Tassi et al., 2014).

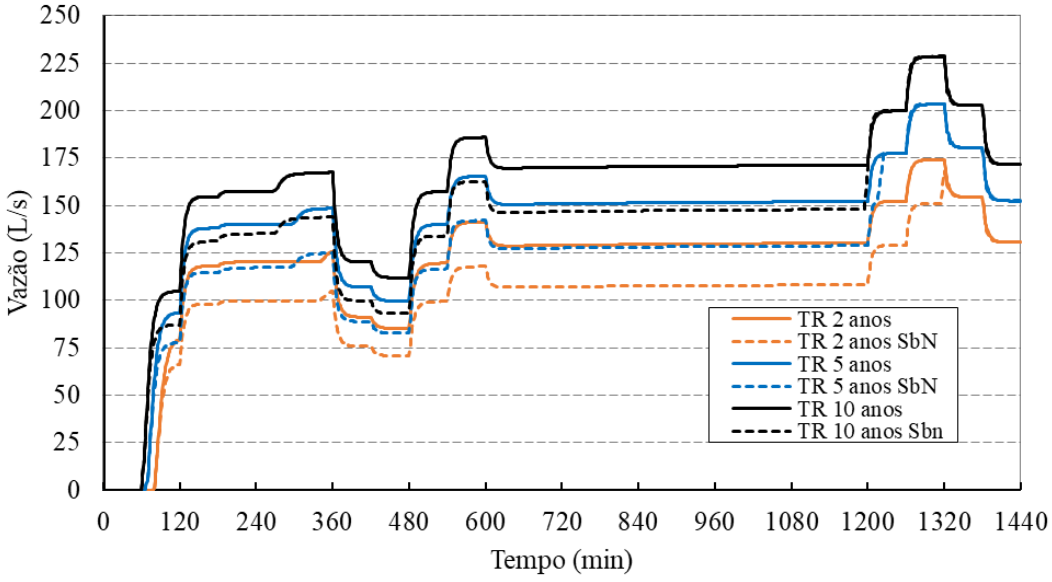


Figura 2: Hidrogramas da microbacia Avenida 30 de Outubro para os TR de 2, 5 e 10 anos.
Fonte: Os autores (2026).

A Figura 3 apresenta a evolução temporal da atenuação das vazões, obtida pela diferença absoluta entre o cenário de referência e o cenário com telhados verdes para os TR de 2, 5 e 10 anos. Observa-se que a capacidade máxima de redução instantânea do escoamento é limitada pelas características do dispositivo, atingindo aproximadamente 25 L/s em todos os cenários, variando em função da intensidade da precipitação.

Eventos mais intensos promovem a ocupação mais rápida do volume de armazenamento, reduzindo progressivamente a capacidade de retenção da infraestrutura verde. Assim, no TR de 2 anos, a atenuação máxima é mantida por um período mais prolongado devido à menor intensidade

pluviométrica, enquanto, no TR de 10 anos, a saturação mais rápida do substrato reduz a capacidade de amortecimento durante o evento.

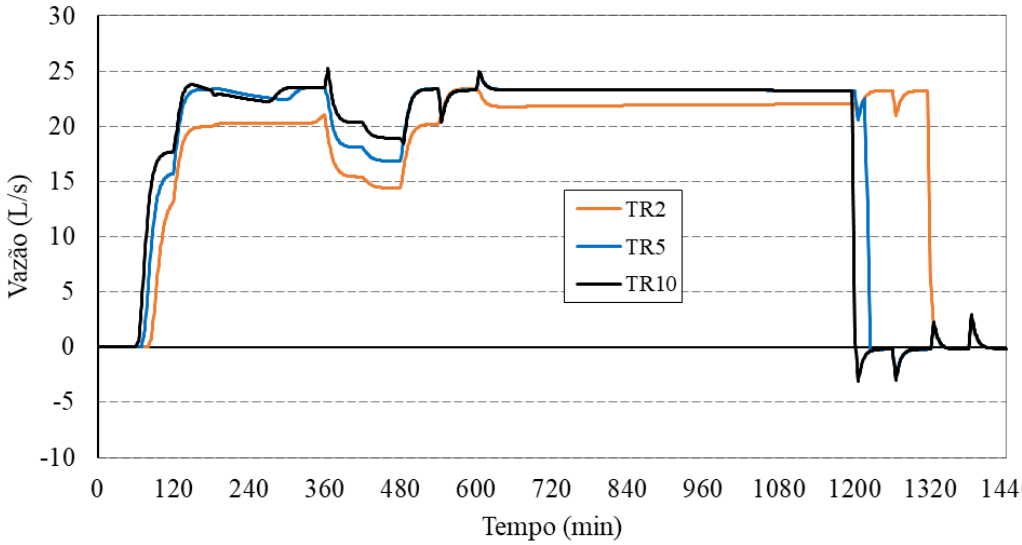


Figura 3: Diferença absoluta de vazão promovida pelos telhados verdes para os TR de 2, 5 e 10 anos.
Fonte: Os autores (2026).

Conforme mostrado na Figura 4, a taxa de infiltração na microbacia é mais elevada nos instantes iniciais da simulação, esse comportamento está associado à maior disponibilidade de armazenamento no solo e no substrato no início do evento, favorecendo a absorção da água precipitada. À medida que o tempo avança, ocorre uma redução gradual da infiltração em todos os cenários, refletindo a progressiva saturação dos meios porosos e a diminuição da capacidade de armazenamento disponível.

Nota-se, ainda, que a infiltração no cenário sem SbN é ligeiramente superior à observada com telhados verdes durante praticamente todo o evento. Esse comportamento decorre da capacidade do substrato de armazenar temporariamente parte da precipitação, reduzindo o volume de aporte de água superficial e, consequentemente, a infiltração instantânea estimada pelo modelo.

Diante disso, a SbN desempenha papel relevante no amortecimento hidrológico ao promover o armazenamento temporário da água e retardar sua transferência para o sistema de drenagem, contribuindo para a redução dos picos de escoamento (Baptista et al., 2015).

Além disso, observa-se que, a partir das 10h de simulação, as curvas tendem a convergir, indicando a redução das diferenças entre os cenários. A partir das 18h de simulação, as taxas de infiltração tornam-se inferiores a 0,025 mm/h, refletindo a diminuição da contribuição da infiltração ao longo do evento e o esgotamento gradual da capacidade de armazenamento do sistema.

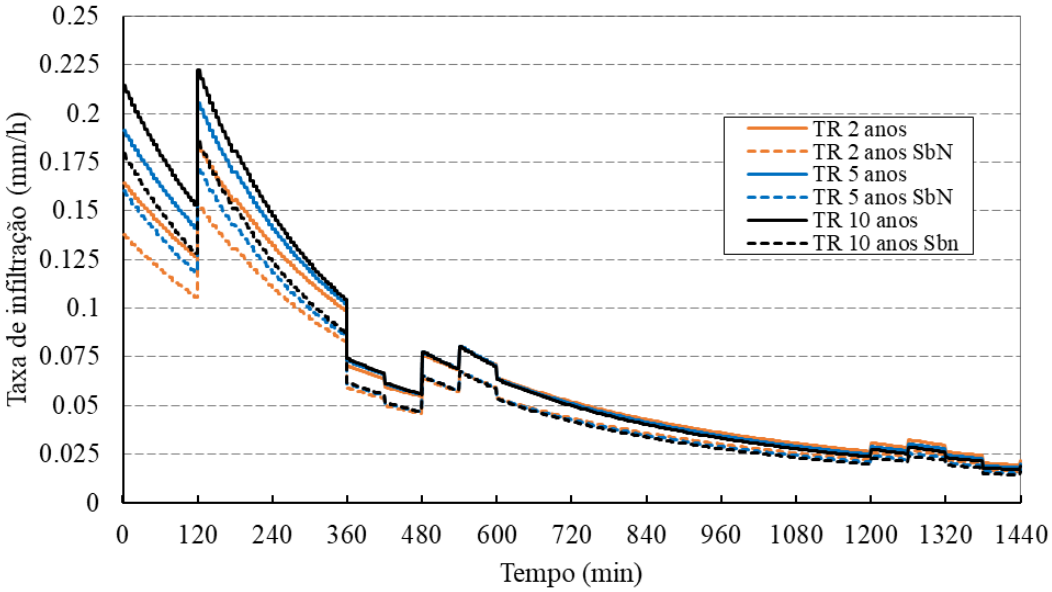


Figura 4: Infiltração da microbacia Avenida 30 de Outubro para os TR de 2, 5 e 10 anos.
Fonte: Os autores (2026).

Com relação aos parâmetros hidráulicos obtidos do modelo PCSWMM, observa-se na Tabela 2 que a adoção de telhados verdes promoveu reduções de baixo impacto nos parâmetros associados à inundação para todos os tempos de retorno analisados. A área inundada apresentou reduções de 2,20%, 0,90% e 1,52% para os eventos com TR de 2, 5 e 10 anos, respectivamente. De forma semelhante, o volume inundado foi reduzido em 2,17%, 1,89% e 1,85%, assim como a velocidade máxima de escoamento. Além disso, a lâmina máxima apresentou reduções discretas para os eventos de 2 e 5 anos.

De modo geral, os resultados demonstram que os telhados verdes contribuem para a mitigação dos impactos hidrológicos na microbacia, porém de forma limitada, sendo então recomendada a associação das medidas com outros tipos de SbN e intervenções estruturais, majoritariamente no riacho 30 de Outubro, cujo domínio do escoamento se propaga para toda a rede de drenagem da microbacia.

Tabela 2: Parâmetros de saída da modelagem hidrodinâmica 1D-2D do modelo PCSWMM

TR / **Cenários**	**2 Anos**			**5 Anos**			**10 Anos**		
	Sem SbN	**Com SbN**	**Δ (%)**	**Sem SbN**	**Com SbN**	**Δ (%)**	**Sem SbN**	**Com SbN**	**Δ (%)**
Área de inundação (m²)	3.323,40	3.250,32	-2,20%	3.490,44	3.459,12	-0,90%	3.657,48	3.601,80	-1,52%
Volume de inundação (m³)	428,27	418,97	-2,17%	462,43	453,70	-1,89%	492,34	483,21	-1,85%
Velocidade máxima (m/s)	3,41	3,42	0,29%	3,55	3,55	0,00%	3,65	3,66	0,27%
Lâmina máxima (m)	0,77	0,76	-1,30%	0,78	0,77	-1,28%	0,78	0,78	0,00%

Fonte: Os autores (2026).

4 CONCLUSÃO

A avaliação dos telhados verdes na microbacia da Avenida 30 de Outubro demonstrou que a técnica contribui para a redução do escoamento superficial, sobretudo em eventos de menor magnitude, nos quais promoveu atenuação das vazões e retenção eficiente da água. Entretanto, sua capacidade de amortecimento é limitada pelas características construtivas do sistema, com redução máxima próxima de 25 L/s. Para chuvas mais intensas, a rápida saturação do substrato reduziu significativamente sua eficiência, aproximando os hidrogramas dos cenários mitigados aos do cenário base.

Os resultados referentes à infiltração indicaram que os telhados verdes modificam a dinâmica hidrológica da microbacia ao armazenarem temporariamente parte da precipitação, retardando o aporte de água à superfície. Observou-se, ainda, que as diferenças entre os cenários diminuem ao longo do evento em razão do esgotamento gradual da capacidade de armazenamento do sistema, com convergência das taxas de infiltração para valores inferiores a 0,025 mm/h.

Em relação aos parâmetros hidráulicos, a adoção da SbN promoveu reduções discretas na área inundada, variando entre 0,90% e 2,20%, e no volume inundado, entre 1,85% e 2,17%. Dessa forma, conclui-se que os telhados verdes são mais eficazes no controle de eventos frequentes e devem ser utilizados como medida complementar aos sistemas convencionais de drenagem no gerenciamento de eventos extremos.

AGRADECIMENTOS – Os autores agradecem à CAPES, à FACEPE e ao CNPq (INCT-ONSEAdapta, 406919/2022-4) pelo apoio à pesquisa e às bolsas concedidas. Agradecem também ao Núcleo de Estudos de Recursos Hídricos do Semiárido (NERHIS) e à comunidade do Jardim São Paulo pela colaboração e participação nas atividades de campo, essenciais para este estudo.

5 REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Márcio; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2015.

BEZERRA, B. T. C. et al (2025). "*Diagnóstico integrado de sistema de drenagem urbana com apoio de sensoriamento remoto em Recife-PE". In* anais Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 26., 2025, Vitória, ES. Porto Alegre: ABRHidro.

COLLISCHONN, W; DORNELLES, F. (2013). *"Hidrologia para engenharia e ciências ambientais*". Porto Alegre: ABRH, 2013. 350 p. ISBN 978-85-88686-34-2.

COMPUTATIONAL HYDRAULICS INTERNATIONAL (CHI). PCSWMM. Version 7.6.3695. Guelph: CHI, 2023. Disponível em: https://www.chiwater.com/Home. Acesso em: 11 jun. 2026.

COSTA, M. B. S. F.; MALLMANN, D. L. B.; PONTES, P. M.; ARAUJO, M (2010). *"Vulnerability and impacts related to the rising sea level in the Metropolitan Center of Recife, Northeast Brazil*". Pan-American Journal of Aquatic Sciences, [S. l.], v. 5, n. 2, pp 341-349.

ECKART, K; MCPHEE, Z; BOLISETTI, T. (2017). *"Performance and implementation of low impact development – A review"*. Science of the Total Environment, [S. l.], v. 607-608, pp 413-432.

EMLURB/PREFEITURA DO RECIFE (2016). "*Plano consolidado (resumo executivo*)". In: PDDR. Recife: ABF Engenharia, Serviços e Comércio Ltda., 245 pp.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (2022). *"Censo Demográfico 2022".* Rio de Janeiro.

JAMES, R.; FINNEY, K.; PERERA, N.; JAMES, B.; PEYRON, N (2026). *"SWMM5/PCSWMM integrated 1D-2D modeling"*. In: DONIGIAN, A. S.; FIELD, R.; MICHAEL BAKER JR., INC. (ed.). "Fifty years of watershed modeling: past, present and future". [S.l.]: ECI Symposium Series, 2013. Disponível em: http://dc.engconfintl.org/watershed/12. Acesso em: 11 jun. 2026.

MARTINS, L. G. B. (2017). *"Avaliação do potencial de aplicação de técnicas compensatórias em áreas urbanas consolidadas"*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

OLIVEIRA, A. K. B. de; ALVES, L. M. C.; CARVALHO, C. L.; HADDAD, A. N.; MAGALHÃES, P. C. de; MIGUEZ, M. G. "*A framework for assessing flood risk responses of a densely urbanized watershed, to support urban planning decisions. Sustainable and Resilient Infrastructure*", v. 8, n. 4, p. 400–418, 2023. DOI: 10.1080/23789689.2023.2175139.

RODRIGUES, G. C.; JUNIOR, M, S (2021). *"Avaliação do emprego de técnicas compensatórias na sub-bacia urbana Ribeirão do Santa Rita do município de Fernandópolis, São Paulo".* Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 26, n. 2, pp. 283-294.

ROSSMAN, L. A.; SIMON, M. A. (2022). *"Storm Water Management Model user's manual version 5.2. EPA/600/R-22/030"*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

SILVEIRA, G. B.; RODRIGUES, L. H. R.; DORNELLES, F. (2025). "*Uso de Soluções baseadas na Natureza (SbN) pela Gestão Pública Brasileira no Manejo de Águas Pluviais Urbanas"*. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 17, pp 1 - 21.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G (2014). "*Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais"*. Ambiente Construído, v. 14, n. 1, pp. 139-154.

TEEMUSK, A.; MANDER, Ü (2007). "*Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: The effects of short-term events"*. Ecological Engineering, v. 30, n. 3, pp. 271-277.

ZHENG, X. et al. "*Green roofs for stormwater runoff retention: a global quantitative synthesis of the performance*". Resources, Conservation & Recycling, v. 170, p. 105577, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105577.