



I CONGRESSO PERNAMBUCANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Água para o Desenvolvimento
Recife, 24, 25 e 26 de Março de 2026

IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL: UM ESTUDO DE CASO NO CABO DE SANTO AGOSTINHO-PE

Fabricio David Simplicio Aniceto¹ & Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral²

Palavras-chave: Drenagem Urbana, Reservatório de Detenção, SWMM.

INTRODUÇÃO

A expansão da urbanização provoca alterações significativas no ciclo hidrológico natural, principalmente pela substituição de áreas permeáveis por superfícies impermeáveis, que reduz a infiltração do solo e aumenta o escoamento superficial. Esse processo intensifica tanto a frequência quanto a magnitude das enchentes, especialmente em locais onde os sistemas de drenagem urbana são insuficientes (Silveira *et al.*, 2025). No município do Cabo de Santo Agostinho, em Pernambuco, chuvas intensas recorrentes têm provocado alagamentos e consequências socioeconômicas relevantes (Gomes *et al.*, 2020).

Nesse contexto, técnicas compensatórias de drenagem urbana destacam-se como alternativas eficazes para mitigar os impactos da urbanização sobre o escoamento superficial. Soluções com o enfoque no armazenamento temporário das águas pluviais, como os reservatórios de detenção, permitem atenuar a velocidade do escoamento e aproximam o ciclo hidrológico da bacia ao seu estado natural (Paulino; Silva, 2017). Dessa forma, este estudo busca avaliar os impactos da urbanização no escoamento superficial e a eficácia de um reservatório de detenção como medida de controle em uma microbacia urbana do Cabo de Santo Agostinho-PE.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em uma microbacia urbana situada entre os bairros Destilaria e Vila Social, no município do Cabo de Santo Agostinho-PE, inserido na Região Metropolitana do Recife. A microbacia, com área de drenagem de 21,62 hectares, apresenta altitudes entre 8,1 e 21,7 m e integra a bacia hidrográfica do rio Pirapama. O clima local é classificado como Ama (tropical de monção), caracterizado por precipitação média anual de 1.920 mm e temperatura média anual de 25 °C (APAC, 2023). A estação chuvosa está concentrada entre os meses de abril e julho e, quando associada à ocorrência de eventos de chuvas intensas e à drenagem ineficiente, provoca recorrentes episódios de alagamentos na região (Gomes *et al.*, 2020).

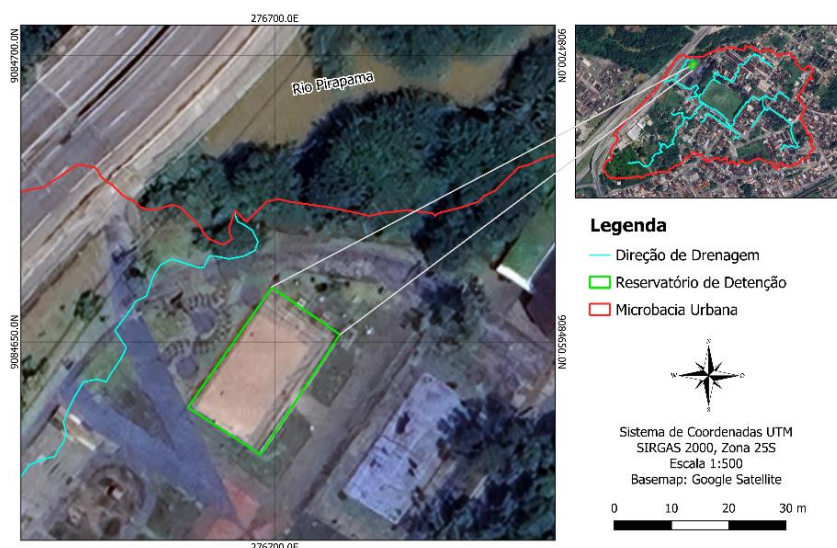
¹) Universidade Federal de Pernambuco: Avenida da Arquitetura, s/n – Cidade Universitária, Recife-PE, 50740-550, fabricio.david@ufpe.br

²) Universidade Federal de Pernambuco / Universidade de Pernambuco: Avenida da Arquitetura, s/n – Cidade Universitária, Recife-PE, 50740-550, jaime.cabral@ufpe.br

Assim, a fim de compreender o comportamento do escoamento superficial, foi utilizado um Modelo Digital de Terreno, proveniente do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), para a delimitação da microbacia em estudo. Para tanto, foram aplicadas as ferramentas *r.watershed* e *r.water.outlet* do *software* QGIS 3.40 para obter, respectivamente, a direção de drenagem e o limite da bacia.

Com isso, foram considerados três cenários de simulação: Cenário 1 – pré-urbanização, considera a configuração original da microbacia, anterior à ocupação urbana, mantendo toda a área em condições naturais; Cenário 2 – pós-urbanização, representa a condição atual da microbacia, incorporando o uso e cobertura do solo existente; Cenário 3 – propõe, na condição atual, a implantação de um reservatório de retenção com área de 375 m² (15 x 25 m) e profundidade de 2 m, a ser implantado em um parque público localizado no exutório da microbacia (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo com indicação do reservatório de retenção proposto.



As simulações deste estudo foram feitas no *Storm Water Management Model* – SWMM 5.2, um modelo hidrológico de transformação chuva-vazão capaz de representar tanto estruturas convencionais de drenagem quanto técnicas compensatórias (Arjenaki *et al.*, 2021). Com isso, o método *Curve Number* (CN) foi aplicado para estimar a infiltração, seguindo as diretrizes de Tucci (2012) e considerando a cobertura do solo e os tipos de solos presentes na área em estudo. Os parâmetros de entrada do SWMM, como área da bacia e condutos, foram obtidos por meio do QGIS e de levantamento de campo, e os coeficientes necessários ao modelo foram adaptados de Rossman e Simon (2022).

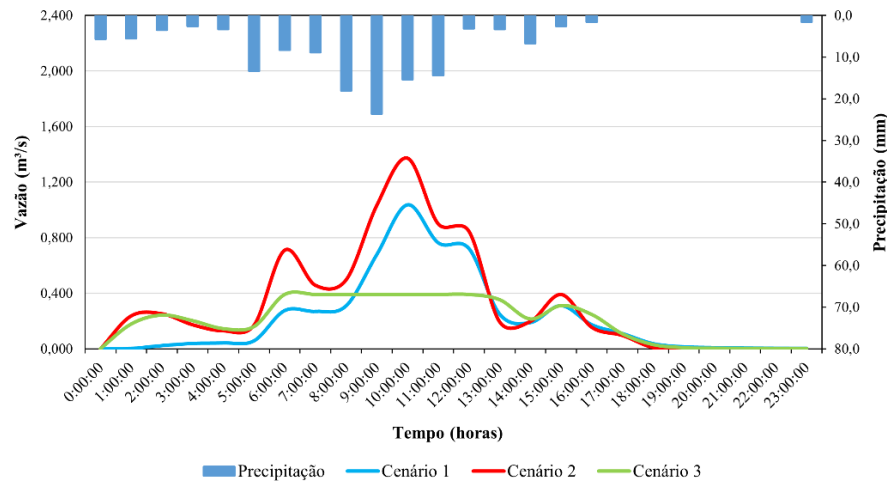
Neste estudo, foi simulado um evento isolado utilizando dados horários provenientes da estação pluviométrica Torrinha (260290203A), pertencente ao Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2025) e localizada nas proximidades da área de estudo. Dessa forma, foi utilizado um evento de chuva intensa ocorrida em 28 de maio de 2022, cujo acumulado totalizou 141,49 mm.

RESULTADOS

Com base nos resultados da simulação, a Figura 2 apresenta a variação temporal da vazão na saída da microbacia para os três cenários simulados. No Cenário 1, que representa as condições naturais da área (CN=76), a vazão de pico atinge 1,037 m³/s. Esse

valor é elevado quando comparado a estudos que avaliaram cenários de pré-urbanização em bacias urbanas (Paulino; Silva, 2017). O comportamento pode ser atribuído às características físicas da microbacia, que apresenta predominância de Gleissolo Háplico, um tipo de solo de baixa infiltração (Sartori *et al.*, 2005). Além disso, a topografia favorável ao acúmulo de água torna a área naturalmente suscetível aos alagamentos.

Figura 2 – Hidrogramas comparativos dos cenários simulados.



No Cenário 2, a ocupação urbana corresponde a 67,2% da área da microbacia, refletindo no aumento das superfícies impermeáveis. Como resultado, o valor do CN é elevado para 87,1, indicativo de uma expressiva redução da capacidade de infiltração do solo. Essa alteração no uso e cobertura da terra intensifica o escoamento superficial, evidenciado pela vazão de pico de 1,371 m³/s, equivalente a um aumento de 32,2% em relação ao cenário pré-urbanização.

Considerando o impacto direto da urbanização no comportamento hidrológico da microbacia, o Cenário 3 analisa os efeitos da implantação de um reservatório de retenção com volume de 750 m³. Os resultados indicam que a estrutura amortecida a vazão máxima para 0,391 m³/s, gerando uma redução de 71,4% em relação ao Cenário 2. Quando comparado ao Cenário 1, foi observada uma diminuição de 62,2% da vazão de pico.

A análise da duração e do volume de alagamento da microbacia durante o evento de precipitação revela que a problemática persiste em todos os cenários (Tabela 1). Apesar disso, a implantação do reservatório promoveu uma mitigação dos efeitos do alagamento, reduzindo tanto o tempo quanto o volume acumulado na microbacia. Assim, os resultados reforçam o potencial das técnicas compensatórias de drenagem urbana como alternativas eficazes para a gestão de águas pluviais (Silveira *et al.*, 2025), alcançando, neste estudo, valores inferiores aos observados no cenário de pré-urbanização.

Tabela 1 – Variação da duração e do volume de alagamento nos cenários simulados.

Cenário	Duração (h)	Volume (m³)
1	3,72	4.003
2	6,88	10.398
3	3,16	2.450

CONCLUSÕES

O estudo evidencia que o reservatório de retenção é uma solução adequada para melhorar o comportamento hidrológico da microbacia e reduzir os efeitos dos alagamentos. A técnica promoveu diminuições nas vazões de pico e nos volumes inundados, superando inclusive as condições observadas no cenário de pré-urbanização. Para aprofundar o entendimento da gestão das águas pluviais urbanas na região, recomenda-se que pesquisas futuras avaliem a integração do reservatório com técnicas de infiltração.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco e à Universidade Federal de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

- APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima. Atlas Climatológico do Estado de Pernambuco: Normais Climatológicas 1991-2020. Recife: APAC, 2023. 148 p.
- ARJENAKI, M. O.; SANAYEI, H. R. Z.; HEIDARZADEH, H.; MAHABADI, N. A. Modeling and investigating the effect of the LID methods on collection network of urban runoff using the SWMM model (case study: Shahrekord City). *Modeling Earth Systems and Environment*, v. 7, p. 1-16, 2021.
- CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Mapa interativo. São José dos Campos: CEMADEN, 2025. Disponível em: <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>. Acesso em: 09 dez. 2025.
- GOMES, D. P. P.; CLEMENTINO, E. L.; SANTOS, R. E. C.; VERAS, S.; PAZ, D. H. F.; FERREIRA, A. L. N. Diagnóstico de áreas vulneráveis a inundações localizadas no Cabo de Santo Agostinho-PE (Brasil). *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, p. 96814–96824, 2020.
- PAULINO, V. W.; SILVA, G. B. L. Avaliação de reservatórios de retenção como medida de controle do escoamento em áreas urbanas. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis-SC, Brasil, 2017.
- ROSSMAN, L. A.; SIMON, M. A. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.2. 1ª. ed. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency, 2022. 324 p.
- SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 19–29, 2005.
- SILVEIRA, G. B.; RODRIGUES, L. H. R.; DORNELLES, F. Uso de Soluções baseadas na Natureza (SbN) pela Gestão Pública Brasileira no Manejo de Águas Pluviais Urbanas. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 17, e20240012, 2025.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 944 p.