

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

HIDROGRAMA UNITÁRIO E MÉTODO RTK PARA AFLUXO E INFILTRAÇÃO EM SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Paula Lidia Santana^{1,2} ; Saman Belizário Broering³ ; Priscila Batista de Campos⁴ & Alexandra Rodrigues Finotti⁵

Palavras-Chave – Resposta hidrológica; Conexões indevidas; Infraestrutura sanitária.

INTRODUÇÃO

O aumento da urbanização e dos eventos extremos de chuva tem impactado significativamente os sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto, projetados apenas para efluentes domésticos, mas frequentemente afetados por infiltrações e afluxos indevidos da drenagem pluvial (Muttill et al., 2023; Zhang et al., 2023). Esses problemas elevam a vazão durante chuvas, comprometendo a eficiência do sistema e agravando impactos ambientais (Zeydalinejad et al., 2024). Para diagnosticar essas falhas, a análise da resposta hidráulica por meio do hidrograma unitário tem se mostrado eficaz, permitindo estimar afluxos e a influência da chuva sobre a rede (Jain et al., 2000). Este estudo visa calcular e analisar o hidrograma unitário médio de água pluvial na rede de esgoto em dois subsistemas de esgoto na Lagoa da Conceição em Florianópolis, Santa Catarina, contribuindo para estratégias de controle e monitoramento.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no sistema de esgotamento sanitário da Lagoa da Conceição, em Florianópolis, região de relevo plano, solos arenosos e lençol freático superficial. Com cerca de 39 km de rede coletora e 11 estações elevatórias, a pesquisa concentrou-se em duas sub-bacias, monitoradas por macromedidores instalados nas estações elevatórias EE-Ponte e EE-Rendeiras. O subsistema da Ponte possui cerca de 10 km de rede, enquanto o das Rendeiras conta com 7,6 km em operação. A metodologia adotada para calcular o hidrograma unitário de água pluvial na rede de esgoto baseou-se na identificação de eventos isolados de chuva significativa e na análise da resposta hidrodinâmica da vazão. Foram utilizados dados subdiários de precipitação da estação do bairro Itacorubi (EPAGRI) e de vazão do sistema supervisorio da CASAN. Consideraram-se eventos com precipitação diária ≥ 10 mm, sem chuvas > 4 mm nos sete dias anteriores. Para cada evento, analisou-se a vazão em uma janela de 72 horas antes e depois, permitindo estimar a vazão de base (média nos três dias anteriores), o excesso de vazão e o volume total de afluxo. Aplicou-se o método RTK, que representa o hidrograma unitário como um triângulo idealizado com base nos parâmetros R (volume por mm de chuva), T (tempo até o pico) e K (duração total do escoamento), permitindo caracterizar a resposta do sistema a afluxos e infiltrações. Toda a análise foi realizada em Python, utilizando bibliotecas como Pandas, NumPy, Matplotlib e Seaborn.

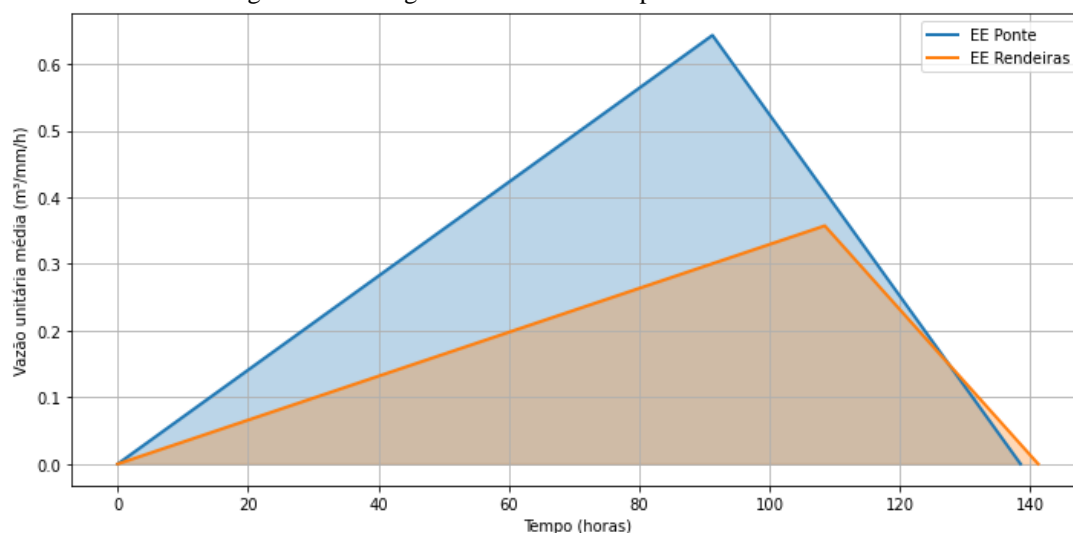
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação do método RTK aos subsistemas de esgotamento sanitário Ponte e Rendeiras permitiu identificar diferenças marcantes em sua resposta hidráulica à chuva (Figura 1). O

¹ UFSC, Departamento de Engenharia Ambiental, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. ² santana.paula28@gmail.com ³ samanamb@gmail.com ⁴ priapiiai@gmail.com ⁵ alexandra.finotti@ufsc.br

subsistema Ponte apresentou maior suscetibilidade ao aflugo, com média de R de $44,42 \text{ m}^3/\text{mm}$, superior aos $25,73 \text{ m}^3/\text{mm}$ do Rendeiras, e respondeu mais rapidamente, com tempo médio até o pico de 97 horas, contra 109 horas no Rendeiras. No entanto, ambos apresentaram duração total de resposta semelhantes, com médias próximas de 137 e 141 horas, respectivamente, indicando que, apesar das diferenças na intensidade e velocidade de resposta, o tempo total de impacto pluviométrico é comparável entre os dois sistemas.

Figura 1 – Hidrograma unitário médio para cada subsistema.



CONCLUSÕES

Em resumo, o subsistema Ponte apresenta maior volume de aflugo por unidade de chuva e resposta mais rápida aos eventos, indicando maior vulnerabilidade à sobrecarga, enquanto o subsistema Rendeiras, embora menos intenso, também é significativamente impactado. Esses resultados destacam a necessidade de intervenções específicas, como inspeção de conexões indevidas, avaliação estrutural das tubulações e ações de monitoramento contínuo, especialmente no subsistema Ponte. A persistência dos impactos no Rendeiras também exige atenção, reforçando a importância de estratégias de manutenção e adaptação para aumentar a resiliência dos sistemas frente a eventos de chuva intensos e frequentes.

AGRADECIMENTOS

À Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), pelo financiamento e concessão de dados; à Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC) pela cooperação executiva.

REFERÊNCIAS

- EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2025. 20p. (Epagri, Documentos, 310) - ISSN 2674-9521 (On-line)
- JAIN SK, SINGH RD, SETH SM. (2000). "Design flood estimation using GIS supported GIUH Approach". Water Resour Manage 14:369–376. <https://doi.org/10.1023/A:1011147623014>
- MUTTL, N., NASRIN, T., & SHARMA, A. (2023). "Impacts of Extreme Rainfalls on Sewer Overflows and WSUD-Based Mitigation Strategies: A Review". Water. <https://doi.org/10.3390/w15030429>.
- ZHANG, K., SEBO, S., MCDONALD, W., BHASKAR, A., SHUSTER, W., STEWART, R., & PAROLARI, A. (2023). "The Role of Inflow and Infiltration (I/I) in Urban Water Balances and Streamflow Regimes: A Hydrograph Analysis Along the Sewershed-Watershed Continuum". Water Resources Research, 59. <https://doi.org/10.1029/2022WR032529>.
- ZEYDALINEJAD, N., JAVADI, A., & WEBBER, J. (2024). "Global perspectives on groundwater infiltration to sewer networks: A threat to urban sustainability". Water research, 262, pp. 122098. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122098>.