

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

LOCALIZAÇÃO DE VAZAMENTOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: UMA ABORDAGEM BASEADA EM TRANSITÓRIOS LENTOS

Rui Gabriel Souza¹; Gustavo Meirelles² & Bruno Brentan³

Palavras-Chave – Transiente hidráulico, perdas de água, manobra lenta.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade hídrica e os eventos climáticos são questões de destaque em escala global, com projeções indicando que 5 bilhões de pessoas viverão em regiões de estresse hídrico até 2050 (De Sá Moreira et al., 2022). No Brasil, os desafios na gestão da água são igualmente preocupantes em que o país registrou um índice de perdas na distribuição de 37,8% (Brasil, 2023).

Nesse contexto, o gerenciamento e controle de vazamentos na Rede de Distribuição de Água (RDA) demonstram-se necessários para redução das perdas e eficiência do sistema. Diversos estudos abordam estratégias de alocação de sensores na RDA, por exemplo, Zhang et al. (2019) analisaram o impacto da posição e número de sensores na localização de vazamentos em regime transitório, observando a necessidade de pelo menos três sensores. Já Meniconi et al. (2021) conseguiram detectaram dois vazamentos em uma adutora real utilizando a análise direta do sinal de pressão.

Por fim, este trabalho o uso de dados de transitórios hidráulicos de forma controlada e segura, com o objetivo de localizar vazamentos em RDAs. Para modelagem hidráulica foi adotado o Modelo Dinâmico Inercial Rígido (MDIR) apresentado por Luzivotto Junior e Santos Anjo em 2004 (Santos Anjo, 2008). Para a validação, foram testados vazamentos em sete posições diferentes na rede Modena: N6, N43, N49, N120, N153, N224 e N250. Os resultados agruparam as quatro primeiras posições em um mesmo local e as três últimas em nós vizinhos.

METODOLOGIA

Luzivotto Junior e Santos Anjo (2004) utilizam a estrutura do Método Gradiente Global (GGA) de Todini e Pilati (1988) para solução das equações fundamentais do modelo rígido e chegam ao Modelo Dinâmico Inercial Rígido (MDIR), conforme apresentado na Equação 1:

$$\begin{bmatrix} B & \vdots & A_{12} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{21} & \vdots & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Q^{t+\Delta t} \\ \dots \\ H \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -G \cdot Q^t - A_{10} \cdot H_0 \\ \dots \\ -q \end{bmatrix} \quad (1)$$

em que B é a matriz diagonal resultado da razão entre a inércia do tubo e o passo de tempo (Δt), G a matriz diagonal da diferença entre resistência do escoamento e inércia da tubulação, $A_{12}=A_{21}^T$ é matriz de incidência de incógnitas de cargas nodais, q é o vetor de demandas conhecidas, H_0 nós com cargas conhecidas ou fixas, H e Q são as incógnitas de carga e vazão.

A modelagem da manobra foi realizada simulando a operação (abertura/fechamento) da válvula através da alteração do coeficiente de perda de carga singular K . Essa abordagem permite integrar as condições de contorno da válvula ao modelo hidráulico MDIR.

1) Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte/MG, rui.g182@gmail.com

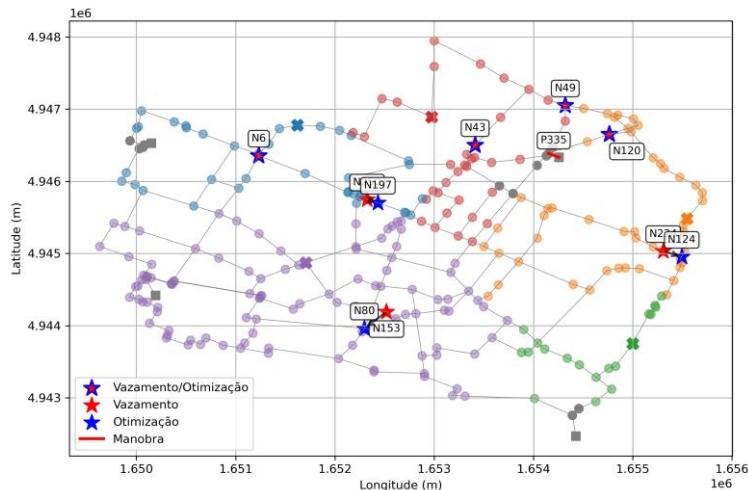
2) Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte/MG, limameirelles@gmail.com

3) Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte/MG, limameirelles@gmail.com

RESULTADOS

Os resultados da localização dos vazamentos são apresentados na Figura 1. Verifica-se que, dos 7 vazamentos, 4 foram corretamente localizados (N6, N43, N49 e N120). Os 3 vazamentos restantes foram identificados em nós vizinhos. Apesar disso, os resultados hidráulicos desses 3 casos apresentaram vazões na mesma faixa de magnitude e uma variação máxima de apenas 0,096 m na pressão. Assim, os resultados indicam que a metodologia proposta é capaz de localizar vazamentos de magnitude na ordem de 1,0 L/s em redes de distribuição de água, com precisão satisfatória (nó vizinho) mesmo quando não há identificação exata do nó.

Figura 2 – Localização de vazamentos para a rede Modena



CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que a metodologia proposta é eficaz para localização de vazamentos, especialmente em cenários com vazamentos de pequena magnitude. Por fim, recomenda-se que estudos futuros realizem uma análise de sensibilidade para avaliar as incertezas relacionadas ao modelo computacional e à coleta de dados podem influenciar os resultados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Visão Geral - ano de referência 2022. Brasília: 2023.

DE SÁ MOREIRA, M. *et al.* Energy and economic analysis for a desalination plant powered by municipal solid waste incineration and natural gas in Brazil. *Environment, Development and Sustainability*, v. 24, n. 2, p. 1799–1826, 2022.

MENICONI, S. *et al.* Leak Detection in a Real Transmission Main Through Transient Tests: Deeds and Misdeeds. *Water Resources Research*, [s. l.], v. 57, n. 3, p. e2020WR027838, 2021.

SANTOS ANJO, L. F. R. dos. Modelo hidráulico para transitorios lentos em conduto forçado. 2008. 174 f. Tese (Doutorado) - UNICAMP, Campinas, SP, 2008.

ZHANG, C. et al. Sensor Placement Strategy for Pipeline Condition Assessment Using Inverse Transient Analysis. *Water Resources Management*, v. 33, n. 8, p. 2761–2774, 2019.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio financeiro à participação no congresso sob processo nº PCE-00429-25, e ao CNPq através da bolsa de produtividade PQ-2, Chamada CNPQ No 04/2021 e 306087/2022-7