

SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: AVALIAÇÃO DE PERDAS EM REDES BENCHMARKS ORIGINAIS VERSUS SETORIZADAS

Lorena Lemos Dias Lara¹; Fernando das Graças Braga da Silva²; Sara Maria Marques³;

Alex Takeo Yasumura Lima Silva⁴ & Cláudio Abiar Lourenço⁵

RESUMO – A setorização é uma das estratégias mais eficazes para o gerenciamento de pressões em redes de distribuição de água (RDAs) e, conseqüentemente, para o controle de perdas. Métodos de setorização existentes envolvem, em geral, duas fases: agrupamento e otimização. No entanto, apesar da variedade de métodos disponíveis e das maneiras de se avaliar o desempenho de uma rede setorizada, ainda há uma lacuna de avaliação baseada na estimativa de perdas antes e após a setorização. Este estudo reúne soluções da literatura aplicadas a redes *benchmarks* e avalia seu desempenho comparando as perdas em configurações originais e setorizadas utilizando duas formulações: a de Lambert *et al.* (1999) e a de Silva (2003). Os resultados indicam que a setorização desempenha um papel fundamental no controle de perdas, sobretudo em favorecer o monitoramento operacional. Embora as reduções de pressão média – e, conseqüentemente de perdas estimadas – tenham sido, em muitos casos, moderadas, com ganhos máximos de até 8,64% em cenário específico, é evidente que o desempenho da setorização depende das características hidráulicas das RDAs. A setorização permanece uma técnica relevante e promissora quando adequadamente projetada, contribuindo para a melhoria do monitoramento do balanço hídrico e para a sustentabilidade geral do sistema.

Palavras-Chave – Cálculo de perdas. Distritos de Medição e Controle. Simulação hidráulica.

ABSTRACT– Sectorization is one of the most effective strategies for managing pressure in water distribution networks (WDNs) and, consequently, for controlling losses. Existing sectorization methods generally involve two phases: clustering and optimization. However, despite the variety of methods available and ways to evaluate the performance of a sectorized network, there is still a gap in evaluation based on the estimation of losses before and after sectorization. This study gathers solutions from the literature applied to benchmark networks and evaluates their performance by comparing losses in original and sectorized configurations using two formulations: that of Lambert *et al.* (1999) and that of Silva (2003). The results indicate that sectorization plays a fundamental role in water loss control, particularly by enhancing operational monitoring. Although reductions in average pressure – and, consequently, in estimated water losses – were, in many cases, moderate, with maximum gains of up to 8.64% observed in a specific scenario, it is evident that the performance of sectorization depends on the hydraulic characteristics of the WDNs. Sectorization remains a relevant and promising technique when properly designed, contributing to improved water balance monitoring and to the overall sustainability of the system.

Key-words – Loss calculation. District Metered Areas. Hydraulic simulation.

1) Instituto de Recursos Naturais. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG. E-mail: lorenaldlara@unifei.edu.br

2) Instituto de Recursos Naturais. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG. E-mail: fernandobraga@unifei.edu.br

3) Instituto de Recursos Naturais. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG. E-mail: saramarques.eng.civil@gmail.com

4) Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Campus Itabira, Itabira-MG, Email: alex.takeo@unifei.edu.br

5) Instituto de Recursos Naturais. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG. E-mail: claudioabiar@unifei.edu.br

INTRODUÇÃO

Perdas de água são definidas pela *International Water Association* (IWA) como a diferença entre o volume que entrou no sistema e o volume de consumo autorizado, medido nos hidrômetros; e são classificadas quanto a sua natureza como: reais – provenientes de vazamentos; e aparentes – oriundas de submedição e consumo não-autorizado (Pearson, 2019).

Os sistemas de abastecimento de água são extremamente complexos e as perdas são inerentes mesmo em infraestruturas bem desenvolvidas e com boas práticas operacionais (AL-Washali *et al.*, 2020) devido, principalmente, ao excesso de pressão nas tubulações combinado às condições gerais da RDA (Bui *et al.*, 2020). Controlar e reduzir as perdas é um desafio que visa a sustentabilidade hídrica, econômica, energética, ambiental e sanitária.

Neste contexto, a setorização das redes de distribuição de água (RDAs) surge como uma estratégia de controle de pressões, da qualidade da água e identificação de vazamentos, proporcionando também o monitoramento e o isolamento distrital, pela divisão da RDA em distritos de medição e controle (DMCs), para proteção contra eventos de contaminação (Bui *et al.*, 2020; Nawik *et al.*, 2024).

Ao longo dos anos, estudos têm proposto métodos de setorização que empregam ferramentas de aprendizado de máquina, redes neurais e algoritmos envolvidos duas fases: agrupamento e otimização (Anchieta *et al.*, 2024; Fang *et al.*, 2023; Han e Liu, 2017; Jacome *et al.*, 2025; Lara, 2025; Liu e Lansey, 2020; Ostfeld *et al.*, 2012; Pesantez *et al.*, 2019; Riyahi *et al.*, 2024; Shekofteh *et al.*, 2023; Yu *et al.*, 2022). A utilização de técnicas e funções objetivas diversas, resulta em distintas configurações de DMCs para uma mesma RDA e, conseqüentemente, variados níveis de perda e diferentes estratégias de operação.

A setorização envolve a locação de dispositivos de controle (medidores e válvulas de fechamento) nas tubulações de fronteira entre DMCs a fim de isolá-los parcialmente. O fechamento de tubulações altera o comportamento hidráulico das RDAs, portanto, essa interferência não é algo trivial, visto que padrões de pressão mínima de serviço devem ser respeitados.

A avaliação dos métodos de setorização propostos na literatura normalmente é feita por análises de modularidade, uniformidade de pressão nos DMCs, custos de instalação, quantidade de nós de demanda por DMC e qualidade da água (Anchieta *et al.*, 2024; Liu e Lansey, 2020; Raimundo *et al.*, 2025; Yu *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2025). No entanto, existe uma lacuna quanto ao cálculo e comparação das perdas de água das RDAs em condições originais e setorizadas.

Este trabalho calcula e compara, portanto, perdas de água em modelos de RDA *benchmark* em seus respectivos estados originais (sem setorização) e setorizados (com a implementação de DMCs)

por meio de duas proposições da literatura: a de Lambert *et al.* (1999) e Silva (2003) com o objetivo de entender o comportamento da pressão nos nós de demanda.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho foi estruturada em três etapas: Etapa 1 – Seleção de estudos sobre setorização de RDAs *benchmark* e identificação de tubulações de fronteira fechadas; Etapa 2 – Simulação das condições das redes originais e setorizadas em ambiente integrado EPANET-Python e Etapa 3 – Cálculo de perdas e análise de resultados.

Etapa 1 – Seleção de estudos sobre setorização de RDAs *benchmark* e identificação de tubulações de fronteira fechadas

Estudos que propõem métodos de setorização de RDAs são, em geral, conduzidos por meio de sua implementação em RDAs de referência amplamente utilizadas na literatura. Esses *benchmarks* podem corresponder tanto a adaptações de sistemas reais quanto a redes sintéticas, projetadas para reproduzir características, peculiaridades e desafios típicos aos de sistemas da realidade.

Assim sendo, selecionou-se cinco modelos *benchmark* de RDAs, expostos na Figura 1, com tamanhos e características hidráulicas e topológicas distintas: Balerna (Reca e Martínez, 2006); C-Town (Ostfeld *et al.*, 2012); Exnet (Farmani *et al.*, 2004); Modena (Bragalli *et al.*, 2008) e Wolf-Cordera Ranch (Lippai, 2005).

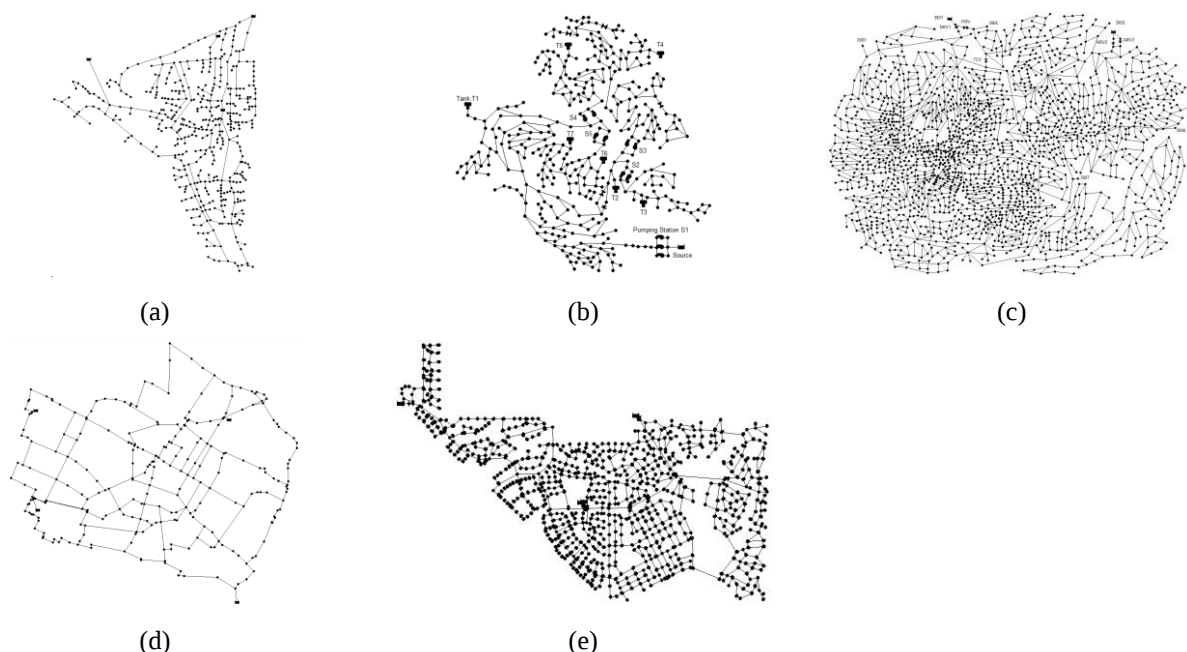


Figura 1 – Modelos de RDAs: (a) Balerna; (b) C-Town; (c) Exnet; (d) Modena; (e) Wolf-Cordera Ranch

Em sequência, buscou-se por estudos que empregassem metodologias de setorização nas RDAs expostas na Figura 1 e, principalmente, expusessem, além dos DMCs resultantes, as tubulações de

fronteira que foram fechadas com válvulas de gaveta. A Tabela 1 reúne os dados sobre os índices das tubulações de fronteira fechadas nos diferentes métodos propostos para os estudos encontrados.

Tabela 1 – Redes *benchmark* em estudos sobre setorização

Rede <i>benchmark</i>	Estudo	Método Proposto	Índice das tubulações fechadas
Balerma	Shekofteh <i>et al.</i> (2023)	(a) Girvan-Newman + NSGA-II	174; 366; 457
		(b) Fast Greedy + NSGA-II	128; 363; 366
		(c) Random Walk + NSGA-II	174; 366
	Lara (2025)	Self-Organizing Maps (SOM) + NSGA-II	221; 480
C-Town	Pesantez <i>et al.</i> (2019)	Teoria dos grafos + busca direta + abordagens heurísticas	PU8; P12; P1000
	Liu e Lansey (2020)	Algoritmo de teoria dos grafos + Borg MOEA + julgamento de engenharia	P39; P1027; P1030
	Shekofteh <i>et al.</i> (2023)	Girvan-Newman + NSGA-II	P19; P102
Exnet	Shekofteh <i>et al.</i> (2023)	Girvan-Newman + NSGA-II	2263; 2296; 2313; 2564; 2619; 2796; 2998; 3417; 3443; 3970; 4153; 5261; 5271
	Yu <i>et al.</i> (2022)	Algoritmo METIS aprimorado e algoritmo BPSO aprimorado	4; 27; 205; 254
	Fang <i>et al.</i> (2023)	Agrupamento espectral aprimorado e algoritmo genético (AG)	1; 85; 116; 147; 153; 191; 206; 273; 247; 254
	Shekofteh <i>et al.</i> (2023)	Girvan-Newman + NSGA-II	23; 26; 58; 83; 108; 144; 154; 302
	Anchieta <i>et al.</i> (2024)	(a) Fast-Greedy-PSO	13; 26; 301
		(b) Louvain-PSO	17; 27; 28; 56; 116; 124; 214; 237; 243; 249; 269
Modena	Riyahi <i>et al.</i> (2024)	Algoritmo de otimização multiobjetivo baseado em teoria de grafos espectrais	3; 16; 27; 56; 116; 174; 199; 231; 247; 293
	Jacome <i>et al.</i> (2025)	Classificação centro-periferia + algoritmo Fast-Greedy + PSO	Cenário (a): 7; 27; 194; 210; 223; 272; 276 Cenário (b): 7; 194; 223; 247; 271; 276 Cenário (c): 11; 29; 201; 267; 276; 301 Cenário (d): 11; 223; 247; 271 Cenário (e): 247
Wolf-Cordera Ranch	Han e Liu (2017)	Algoritmo k-means + AG + julgamento de engenharia	2076; 2150; 2173; 2184; 2232; 2271; 2036; 2038; 7013; 7070; 7120; 7177; 7180; 7189; 7198; 7437; 7438; 7441; 7489; 7490; 7498; 7826; 7840; 7851; 7853; 7862; 7868; 7890; 7916; 21074; 21083; 21276; 21280; 21292; 21300; 21336; 21340; 71469; 71648; 71764
	Shekofteh <i>et al.</i> (2023)	Girvan-Newman + NSGA-II	4002; 7070; 21209; 21827; 22167; 71564

Etapla 2 – Simulação das condições das redes originais e setorizadas em ambiente integrado EPANET-Python

A simulação hidráulica das RDAs em condições originais e setorizadas foi feita em um ambiente integrado da linguagem de programação Python com o software EPANET. Para tal, utilizou-se a biblioteca *Water Network Tool for Resilience* (WNTR) – versão 1.4.0, desenvolvida pela *United States Environmental Protection Agency* em parceria com a *Sandia National Laboratories* (Klise *et al.*, 2017), e a biblioteca *EPyT* – versão 2.3.3.0, desenvolvida Kyriakou *et al.* (2023).

Primeiramente, simulou-se os modelos de RDAs em condições originais para obtenção das pressões nos nós de demanda sem nenhum tipo de interferência de dispositivos hidráulicos. Em seguida, novas simulações foram feitas com tubulações fechadas, de acordo com cada um dos estudos mencionados na Tabela 1, para obtenção dos dados de pressões após as setorizações propostas por trabalhos anteriores.

Etapla 3 – Cálculo de perdas de água e análise de resultados

As perdas foram calculadas, para cada modelo de RDA antes e após a setorização pela equação de Lambert *et al.* (1999) expressa em L/dia e pela de Silva (2003) expressa em porcentagem.

Lambert *et al.* (1999) apresentam uma proposta de cálculo de perdas reais inevitáveis para qualquer sistema, baseada em um conjunto de dados de 27 sistemas de distribuição de água diversos em 20 países, dentre eles: Austrália, Brasil, Dinamarca, Finlândia, Estados Unidos da América e Espanha. A concepção da Equação (1) leva em consideração fatores locais de densidade de conexões, localização de hidrômetros e a pressão média de operação da rede.

$$U_{ARL} = (18 \times L_m + 0,8 \times N + 25 \times L_p) \times P \quad (1)$$

Onde U_{ARL} (*Unavoidable Annual Real Losses*) são as perdas anuais reais inevitáveis expressas em L/dia; L_m é a extensão da RDA em km; N_c é o número de conexões de serviço (número de nós de demanda); L_p é o comprimento total das tubulações entre a rua e o medidor do cliente (em km) e P é a pressão média de operação em metros. Como não há dados sobre a variável L_p dos modelos de RDA utilizados neste trabalho, considerou-se medidores instalados diretamente na linha de limite da propriedade dos consumidores, dessa forma, o L_p corresponde a zero, sendo nulo por não haver extensão de rede privada (Liemberger, 2002).

Silva (2003) adaptou o estudo de Germanopoulos e Jowitt (1989) e propôs a Equação (2), constituída de constantes ajustadas levando em consideração pequenos vazamentos em torno de cada nó de demanda da rede. Na Equação (2) as perdas são correlacionadas com a pressão média da RDA.

$$\sum_{i=1}^{n_{\text{nós}}} \text{Perdas} = P_{\text{média}}^{0,5} \times 7,27 \quad (2)$$

Onde $P_{média}$ é a pressão média em metros e as perdas apresentadas em valores percentuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 exibe os boxplots que mostram a distribuição de pressões para as RDAs estudadas em seus estados originais e setorizados.

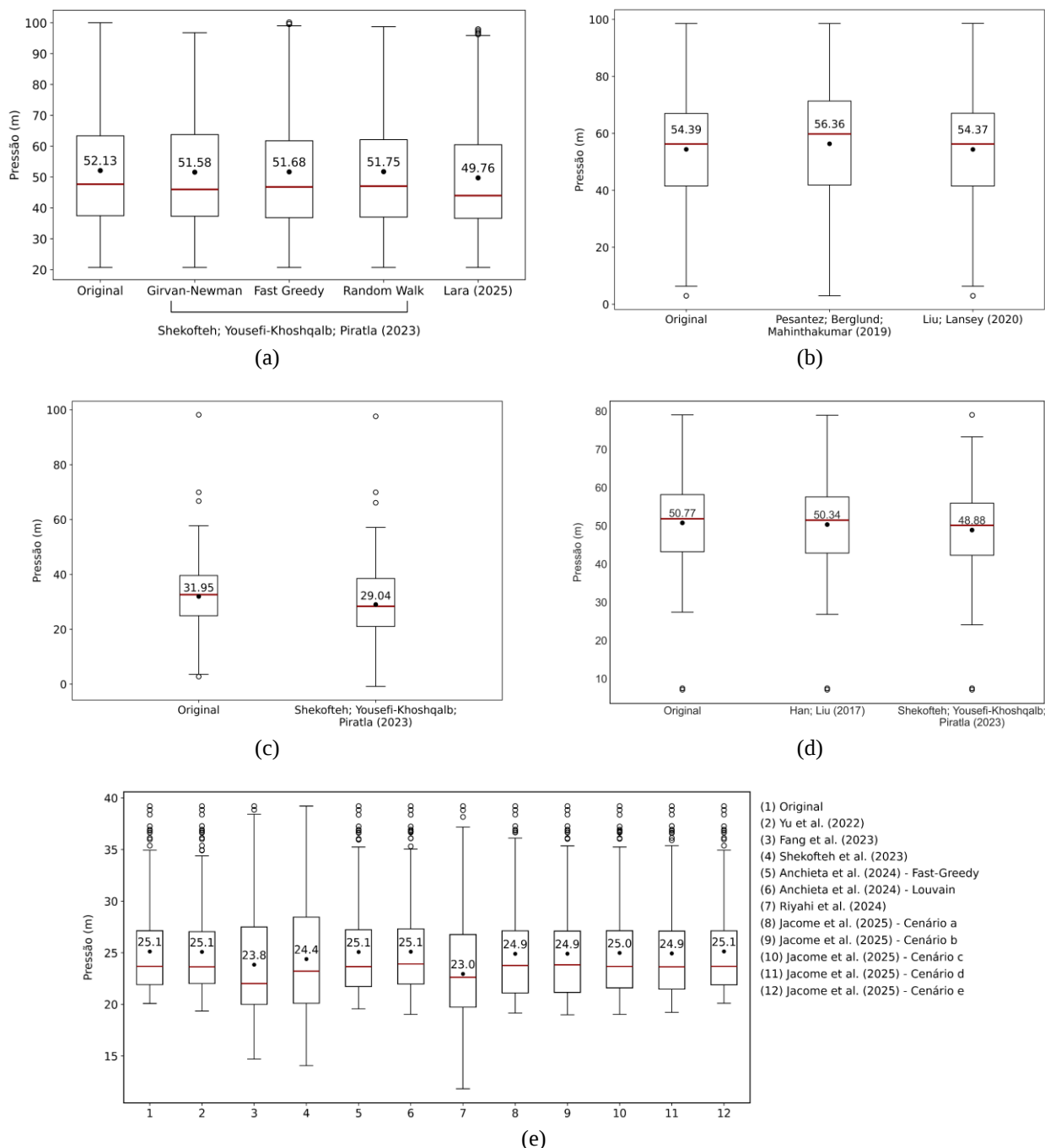


Figura 2 – Boxplots comparativos dos dados de pressão das RDAs nas configurações original e setorizada: (a) Balerna; (b) C-Town; (c) Exnet; (d) Wolf-Cordera Ranch; (e) Modena

Shekofteh *et al.* (2023) utilizaram, para a C-Town, análise de período único baseada no máximo padrão de demanda disponível, porém, os autores não indicaram o período específico

simulado. Apesar do método proposto por Shekofteh *et al.* (2023) ter apresentado desempenho adequado na análise feita pelos autores, a simulação dinâmica revelou ocorrência de pressão média negativa, indicando inviabilidade hidráulica sob variações realistas de demanda.

A setorização proposta por Shekofteh *et al.* (2023) para a rede Exnet apesar de ter reduzido a pressão média em 2,91 metros resultou em sete nós com pressões negativas (nós 87, 89, 90, 583, 668, 807 e 1078). Observa-se que, no geral, os métodos de setorização reduziram a pressão média das redes originais, salvo em Pesantez *et al.* (2019) que a média aumentou em 1,97 metros (C-Town) e em Yu *et al.* (2022), Anchieta *et al.* (2024) e Jacome *et al.* (2025), setorizações da rede Modena, nas quais a pressão média manteve-se a mesma.

A Figura 3 mostra os resultados das perdas de água obtidos pelas Equações (1) e (2). Observa-se que as setorizações não resultaram em expressivas reduções de perdas nos estudos selecionados. Ressalta-se que cálculos de perda são estimativas e apresentam incertezas (AL-Washali *et al.*, 2020).

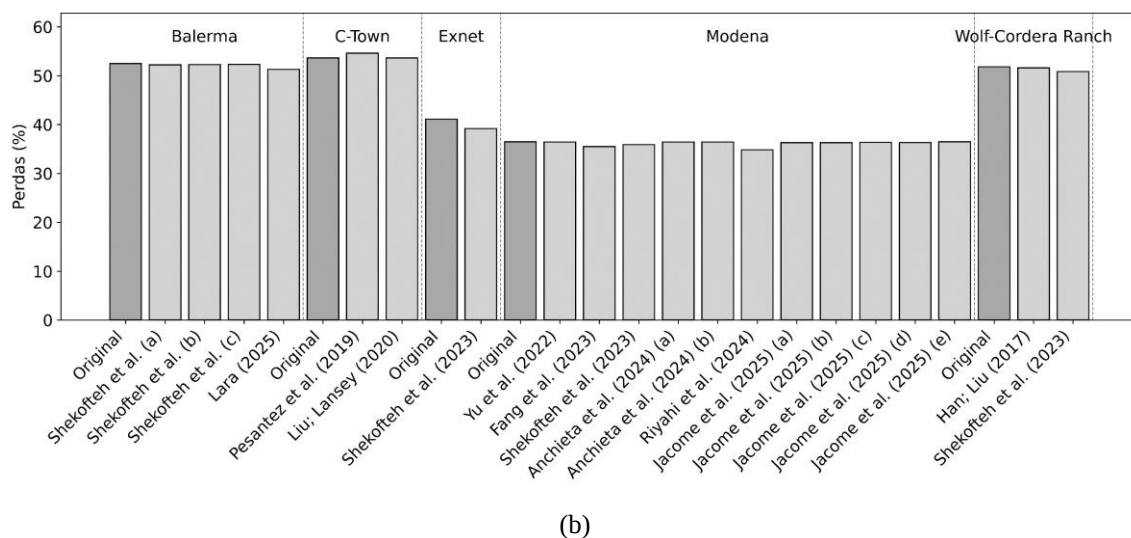
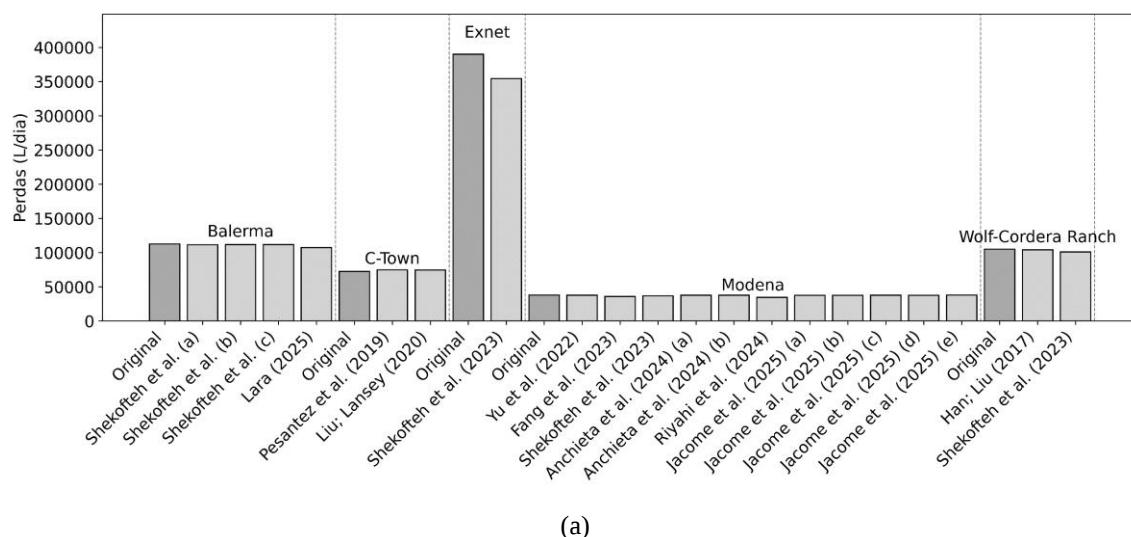


Figura 3 – Perdas calculadas pelas equações de: (a) Lambert et al. (1999); (b) Silva (2003)

Os métodos que apresentaram maior percentual de diminuição de perdas em relação ao cenário original, ou seja, que obtiveram maior ganho em setorização, pelas Equações (1) e (2), foram os de Riyahi *et al.* (2024) com 8,64% e 4,42%; Fang *et al.* (2023) com 5,09% e 2,58% e Lara (2025) com 4,55% e 2,31% de redução, respectivamente.

As equações empregadas são dependentes da pressão média da rede, logo, como não houve diminuição significativa das pressões médias, era de se esperar tal comportamento relacionado às perdas. Ainda assim, observou-se a tendência consistente quanto ao comportamento de redução de perdas após a setorização. Embora a pressão média seja uma variável útil e empregada em formulações de estimativa de perdas, seu uso representa uma simplificação do problema, pois não captura as características heterogêneas de comportamento das RDAs e nem impactos locais de operação ou interferências estruturais. Dessa forma, os resultados obtidos nesse estudo refletem uma avaliação comparativa do comportamento global dos *benchmarks* analisados e de um dos mecanismos que impactam diretamente em perdas de água.

A relevância da setorização vai além de ganhos hidráulicos imediatos associados à redução de pressão, sendo uma estratégia estrutural para a gestão operacional, o controle do balanço hídrico e a sustentabilidade dos sistemas de distribuição de água.

CONCLUSÕES

A setorização não resultou em significativa redução da pressão média, e consequentemente das perdas, das RDAs nos estudos selecionados, porém os seus benefícios vão de encontro ao melhor gerenciamento de pressões, a estimativas e redução de custos de energia, detecção rápida de vazamentos, atenuação de falhas em tubulações e proteção contra ataques ou eventos acidentais à qualidade da água, além de ser uma estratégia facilitadora de manutenção (Bui *et al.*, 2020).

O desempenho dos DMCs e das técnicas de setorização não depende somente método utilizado, mas é influenciado pelas características topológicas e hidráulicas das RDAs. A elevação dos nós, a variabilidade do terreno, o diâmetro das tubulações e a presença de válvulas e bombas, afetam diretamente a distribuição do fluxo e as perdas de carga, influenciando níveis de pressão no sistema.

Além disso, as perdas de água são regidas por processos complexos e multifatoriais que vão além das condições de pressão. Embora essa seja uma variável determinante, os vazamentos também são influenciados pelo material, condições estruturais e idade das tubulações e fatores externos como propriedades do solo e cargas de tráfego. Esses aspectos introduzem imprecisões adicionais na estimativa de perdas e que não estão presentes nas equações utilizadas. Trabalhos futuros devem focar em modelos de estimativa de perdas mais robustos que integrem, além da pressão média, as condições complexas e multifatoriais envolvidas na dinâmica de funcionamento das RDAs.

REFERÊNCIAS

- AL-WASHALI, T. *et al* (2020). “Assessment of water losses in distribution networks: Methods, applications, uncertainties, and implications in intermittent supply”. *Resources, Conservation and Recycling*, (152), pp. 104515.
- ANCHIETA, T. F. F. *et al*. (2024). “Optimal district metered areas design of water distribution systems: A comparative analysis among hybrid algorithms”. *Journal of Water Process Engineering*, (63).
- BRAGALLI, C. *et al*. (2008). “Water Network Design by MINLP”. Rep. No. RC24495.
- BUI, X. K. *et al*. (2020). “Water Network Partitioning into District Metered Areas: A State-Of-The-Art Review”. *Water*, (12-4), pp. 1002.
- FANG, Q. *et al*. (2023). “A method for water supply network DMA partitioning planning based on improved spectral clustering”. *Water Supply*, (23-8), pp. 3432-3452.
- FARMANI, R. *et al*. (2004). “Exnet benchmark problem for multi-objective optimization of large water systems” in Venice, Italy: IFAC Workshop.
- GERMANOPOULOS, G.; JOWITT, P. W. (1989). “Leakage reduction by excess pressure minimization in a water supply network” in *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, (87-2), pp. 195-214.
- HAN, R.; LIU, J. (2017). “Spectral Clustering and Genetic Algorithm for Design of District Metered Areas in Water Distribution Systems”. *Procedia Engineering*, (186), pp. 152-159.
- JACOME, R. S. *et al*. (2025). “Core-periphery structure for district metered area partitioning in urban water distribution systems”. *Water Science and Engineering*, (18-3), pp. 262–273.
- KLISE, K. A. *et al*. (2017). “A software framework for assessing the resilience of drinking water systems to disasters with an example earthquake case study”. *Environmental Modelling & Software*, (95), pp. 420–431.
- KYRIAKOU, M. S. *et al*. (2023). “EPyT: An EPANET-Python Toolkit for Smart Water Network Simulations”. *Journal of Open Source Software*, (8-92).
- LAMBERT, A. O. *et al*. (1999). “A review of performance indicators for real losses from water supply systems”. *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*, (48-6), pp. 227-237.
- LARA, L. L. D. (2025). “Aplicação da rede neural mapas auto-organizáveis e algoritmo genético NSGA - II à setorização de rede de distribuição de água”. 128 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.
- LIEMBERGER, R. (2002). “Do You Know How Misleading the Use of Wrong Performance Indicators can be?” in IWA Specialized Conference. *Leakage Management-A Practical Approach*, Cyprus.
- LIPPAI, I. (2005). “Water System Design by Optimization: Colorado Springs Utilities Case Studies” in *Pipelines 2005: Optimizing Pipeline Design, Operations, and Maintenance in Today's Economy*, pp. 1058-1070.

- LIU, J.; LANSEY, K. E. (2020). “*Multiphase DMA Design Methodology Based on Graph Theory and Many-Objective Optimization*”. Journal of Water Resources Planning and Management, (146-8).
- NAWIK, M. et al. (2024). “*DMA Characteristic Identification for Efficient Water Loss Management: Case Study of MWA Pipe Network, Thailand*”. KSCE Journal of Civil Engineering, (28-5), pp. 2077-2089.
- OSTFELD, A. et al. (2012). “*Battle of the Water Calibration Networks*”. Journal of Water Resources Planning and Management, (138-5), pp. 523–532.
- PEARSON, D. (2019). “*Standard Definitions for Water Losses*”. IWA Publishing.
- PESANTEZ, J. E. et al. (2019). “*Multiphase Procedure to Design District Metered Areas for Water Distribution Networks*”. Journal of Water Resources Planning and Management, (145-8).
- RAIMUNDO, S. S. C. et al. (2025). “*Efficient Approach for the Sectorization of Water Distribution Systems: Integrating Graph Theory and Binary Particle Swarm Optimization*”. Sustainability, (17-9).
- RECA, J.; MARTÍNEZ, J. (2006). “*Genetic algorithms for the design of looped irrigation water distribution networks*”. Water Resources Research, (42-5).
- RIYAH, M. M. et al. (2024). “*Coupled multi-objective optimization of water distribution network design and partitioning: a spectral graph-theory approach*”. Urban Water Journal, (21-6), pp. 745-756.
- SHEKOFTEH, M. R. et al. (2023). “*An Efficient Approach for Partitioning Water Distribution Networks Using Multi-Objective Optimization and Graph Theory*”. Water Resources Management, (37-13), pp. 5007-5022.
- SILVA, F. G. B. (2003). “*Estudos de calibração de redes de distribuição de água através de algoritmos genéticos*”. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- YU, T. et al. (2022). “*Optimal design of district metered areas based on improved particle swarm optimization method for water distribution systems*”. Water Supply, (22-11), pp. 7930-7944.
- ZHANG, X. et al. (2025). “*Optimal design of district metered areas based on multiple hydraulic performance indicators for water distribution systems*”. Water Supply, (25-9), pp. 1310-1328.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de doutorado (ID 14029); à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado nº 88887.829273/2023-00; à CAPES/União, pelo apoio que normalmente fornece para viabilizar a participação em eventos científicos; ao Núcleo de Modelagem e Simulação em Meio Ambiente, Recursos e Sistemas Hídricos (NUMMARH); e à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), pelo apoio institucional.