



## Uso de indicador de perda para benchmarking em Sistemas de Abastecimento de Água (SAA)

### Use of loss indicator for benchmarking in Water Supply Systems (WSS)

Maria Aparecida Sidor dos Santos<sup>1</sup>, Mariane Kempka<sup>2</sup>, Joice Cristini Kuritza<sup>3</sup>

#### RESUMO

O estudo apresenta a aplicação de uma metodologia de benchmarking com o intuito de avaliar as perdas de água em Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) na Região de Guarapuava, localizada no estado do Paraná. A análise abrangeu os 22 municípios que compreendem a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), totalizando uma população de mais de 450 mil habitantes atendidos. A metodologia utilizada baseou-se no índice de perdas por ligação (IN051), disponível no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), como parâmetro para comparações das perdas de água nesses distintos municípios. O benchmarking adotado seguiu o método proposto por Pertel et al. (2016), utilizando o percentil de 25% como valor de referência para os índices avaliados. Os resultados indicaram que os municípios submetidos a essa criteriosa análise mantêm um controle eficaz das perdas de água, situando-os em uma posição favorável quando comparados a outros municípios do estado do Paraná e a outras empresas de saneamento do setor no Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** benchmarking; indicador; perdas.

#### ABSTRACT

The study presents the application of a benchmarking methodology in order to evaluate water losses in Water Supply Systems (WSS) in the Guarapuava Region, located in the state of Paraná. The analysis covered the 22 municipalities that comprise Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), with a total population of more than 450,000 inhabitants served. The methodology used was based on the index of losses per connection (IN051), available on the National Sanitation Information System (SNIS), as a parameter for comparing water losses in these different municipalities. The benchmarking adopted followed the method proposed by Pertel et al. (2016), using the 25% percentile as the reference value for the indices evaluated. The results indicated that the municipalities subjected to this careful analysis maintain effective control of water losses, placing them in a favorable position when compared to other municipalities in the state of Paraná and other sanitation companies in the sector in Brazil.

**KEYWORDS:** benchmarking; indicator; losses.

#### INTRODUÇÃO

A gestão eficaz dos recursos hídricos é um dos pilares fundamentais para a sustentabilidade ambiental e econômica de uma região. No entanto, perdas de água nos sistemas de abastecimento representam um desafio significativo em muitas localidades. De acordo com dados do SNIS (2022), estima-se que cerca de 40% da água potável é perdida na distribuição ou é não contabilizada, evidenciando a relevância desse problema no âmbito global.

As perdas de água não apenas comprometem a disponibilidade desse recurso essencial para a população, mas também acarretam sérios impactos socioeconômicos e ambientais. Segundo estudos de Gómez-Gómez et al. (2020), as perdas de água

<sup>1</sup> Bolsista da UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: sidormaria1@gmail.com. ID Lattes: 5774263873475969.

<sup>2</sup> Docente do curso de engenharia civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: marianekempka@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8642225222132889.

<sup>3</sup> Docente do curso de engenharia civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil. E-mail: joicekuritza@utfpr.edu.br. ID Lattes: 7256486708368769



representam não apenas uma ineficiência operacional, mas também resultam em custos substanciais para os sistemas de abastecimento e, conseqüentemente, para os consumidores. Além disso, a extração e tratamento de água para posterior distribuição implicam em um consumo energético considerável, agravando ainda mais o impacto ambiental desse problema.

No âmbito dos serviços de saneamento, a Lei 11.445 (2007) estabelece orientações direcionadas ao uso responsável desses recursos, incentivando a eficiência por parte dos provedores de serviços relacionados à infraestrutura básica de saneamento (BRASIL, 2007). Por sua vez, o Plano Nacional de Eficiência Energética, desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia, destaca áreas críticas de ineficiência energética no setor de saneamento básico, dentre as quais estão as perdas de água, que ocorrem desde a fase de captação e tratamento até o consumo (SALAMONI, et al., 2014).

Para enfrentar esse desafio, têm-se desenvolvido diversas estratégias e metodologias visando a redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento. De acordo com Liemberger e Wyatt (2017), o uso de tecnologias avançadas, a implementação de programas de monitoramento e manutenção eficientes, e a educação e conscientização da população são algumas das abordagens promissoras para lidar com o problema das perdas de água.

Além disso, é possível conduzir um diagnóstico hidroenergético para estabelecer as medidas a serem implementadas. Esse diagnóstico procura identificar áreas de perda de água, apresentar soluções correspondentes, estimar os custos de implementação dessas medidas e os benefícios financeiros e energéticos resultantes; tudo isso para reduzir as perdas de água e, por conseguinte, seus custos, sem afetar a qualidade da produção (GOMES; CARVALHO, 2012).

Nessa perspectiva, os indicadores de desempenho (ID) emergem como uma ferramenta pertinente para as empresas de abastecimento (ALEGRE et. al, 2004), uma vez que eles condensam informações relevantes e viabilizam comparações com outras empresas por meio de critérios selecionados.

Para avaliar o desempenho dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), especialmente no que diz respeito às perdas de água, muitos estudos têm empregado ID conjuntamente com uma ferramenta de análise de práticas e compartilhamento de informações conhecidas como benchmarking, que objetiva avaliação e aprimoramento de processos. Nesse contexto, este trabalho realizou benchmarking utilizando o índice de perdas por ligação (IN051), para comparar os dados de 22 municípios paranaenses, todos atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) da Regional de Guarapuava.

## METODOLOGIA

A metodologia foi pautada nas informações e indicadores disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS), referente ao ano de 2021, para os 22 municípios atendidos pela SANEPAR na Regional de Guarapuava. Os municípios são: Campina do Simão, Cândói, Cantagalo, Espigão Alto do Iguaçu, Foz do Jordão, Goioxim, Guarapuava, Laranjal, Laranjeiras do Sul, Manoel Ribas, Marquinho, Nova Laranjeiras, Nova Tebas, Palmital, Pinhão, Pitanga, Quedas do Iguaçu, Reserva do Iguaçu, Rio Bonito do Iguaçu, Santa Maria do Oeste, Turvo e Virmond.



A prática de benchmarking tem sido amplamente empregada na avaliação de sistemas de abastecimento de água, visando aprimorar a eficiência operacional desses sistemas. A metodologia aplicada neste estudo foi desenvolvida e exposta por Pertel et al. (2016), propondo a utilização do percentil 25% como critério de referência para cada um dos indicadores examinados. O indicador adotado, denominado IN051, focaliza as perdas por ligação (l/lig./dia). Esta escolha se deu em virtude de seu fornecimento de dados normalizados por ligação para a avaliação do índice de perdas, o que se diferencia do indicador IN049, que apresenta as perdas na distribuição em termos percentuais. Cabe destacar que o indicador é calculado conforme a equação 1.

$$IN051 = \frac{AG006+AG018-AG010-AG024}{AG002} \times \frac{1.000.000}{365} \quad (1)$$

AG002: Quantidade de ligações ativas de água

AG006: Volume de água produzido

AG010: Volume de água consumido

AG018: Volume de água tratada importado

AG024: Volume de serviço

Os resultados do IN051, para os 22 municípios estudados, foram organizados em ordem crescente. Isso foi feito com o propósito de determinar o valor de referência para o benchmarking, estabelecido como o valor correspondente à posição 5 da lista, que abrangia precisamente os primeiros 25% do total de municípios avaliados.

Dessa maneira, entre todos os municípios avaliados, aqueles com um indicador acima do valor de referência foram considerados como tendo atingido o critério de aprovação, enquanto os que ficaram abaixo do valor de referência foram classificados como não aprovados.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma primeira etapa, foram examinados os resultados do indicador IN051 ao longo da última década para os 22 municípios. Na Tabela 1, são fornecidos os dados populacionais (IBGE, 2022) de cada município, juntamente com o valor encontrado para 2021 (SNIS, 2022), a média e o desvio padrão calculados com base nos dados da última década para o indicador IN051. Não foi identificada nenhuma correlação entre o valor do índice de perdas por ligação e a população do município. Destaca-se que Foz do Jordão obteve o melhor resultado, com um índice de perdas por ligação de 53,35 l/lig./dia, enquanto Manoel Ribas registrou o pior resultado, 145,81 l/lig./dia.

Tabela 1 – Tabela de Análises

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO <sup>1</sup>	IN051 <sup>2</sup>	MÉDIA	DES. PADRÃO
Foz do Jordão	4.466	53,35	51,5	16,16
Nova Laranjeiras	11.462	53,37	74,02	26,92
Espigão Alto do Iguaçu	3.980	55,41	71,48	14,94
Laranjal	5.719	61,16	52,85	6,99
Palmital	12.755	61,7	40,62	12,06
Marquinho	4.283	61,77	31,85	16,18
Candói	16.126	63,9	69,7	8,52
Quedas do Iguaçu	34.707	70,86	75,5	6,91

**XIII Seminário de Extensão e Inovação**  
**XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR**

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão  
 20 a 23 de novembro de 2023 - Campus Ponta Grossa, PR



**SEI-SICITE**  
2023

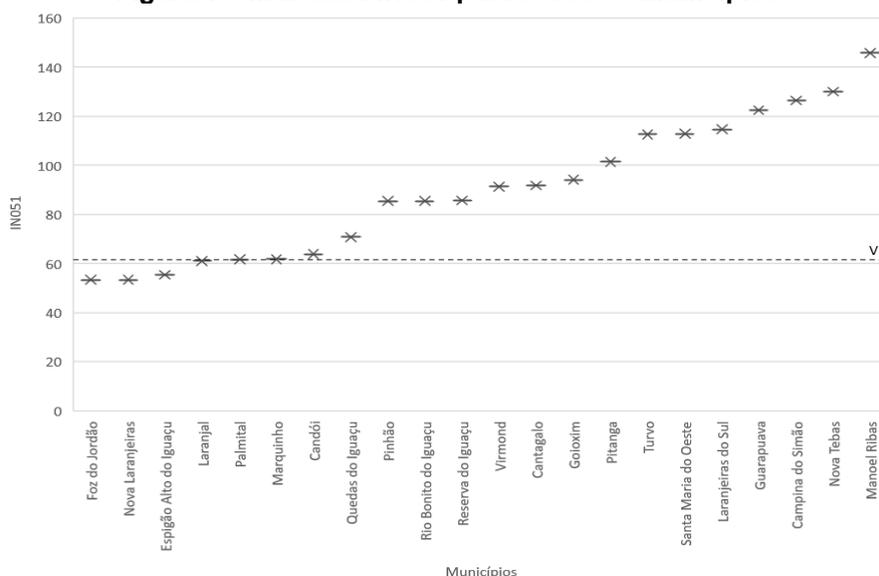


Pinhão	32.722	85,47	58,91	12,65
Rio Bonito do Iguaçu	13.240	85,5	72,27	22,17
Reserva do Iguaçu	8.127	85,72	64,22	22,57
Virmond	4.051	91,41	77,73	19,72
Cantagalo	20.163	91,83	105,94	18,22
Goioxim	6.997	94,19	94,75	11,11
Pitanga	29.686	101,45	78,89	10,87
Turvo	12.977	112,64	71,23	24,53
Santa Maria do Oeste	9.210	112,94	86,65	14,92
Laranjeiras do Sul	32.167	114,74	100,9	13,9
Guarapuava	183.755	122,5	108,58	15,7
Campina do Simão	3.831	126,52	112,44	19,87
Nova Tebas	5.252	130,03	88,5	17,8
Manoel Ribas	13.517	145,81	120,63	36,39

Fonte: <sup>1</sup>IBGE (2022), <sup>2</sup>SNIS (2022)

Conforme a abordagem metodológica empregada neste estudo (PERTEL et al., 2016), o processo de benchmarking avaliou a posição relativa dos municípios em relação ao primeiro quartil (25% ou posição 5) para determinar o Valor de Referência (VR) do indicador IN051, que se refere ao índice de perdas por ligação (l/lig./dia), dentro do contexto dos 22 municípios analisados. O Valor de Referência obtido foi de 61,70 l/lig./dia. Os municípios que atenderam aos critérios de benchmarking foram: Foz do Jordão, Nova Laranjeiras, Espigão Alto do Iguaçu, Laranjal e Palmital. Por outro lado, os demais municípios, devido ao indicador IN051 exceder o Valor de Referência, foram considerados não aprovados. A Figura 1 exibe os resultados do indicador IN051 para todos os municípios estudados, bem como o Valor de Referência (VR) derivado da metodologia adotada.

**Figura 1 – Indicador IN051 para todos os municípios**



Fonte: Elaborado pela autora, dados obtidos no SNIS (2023).

Os resultados foram confrontados com os alcançados por Pertel et al. (2016), que utilizaram a metodologia para analisar as perdas de água em 22 fornecedores regionais de serviços de saneamento no Brasil, e por Coelho (2023), que aplicou a metodologia para



avaliar os 345 municípios atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná. A Tabela 2 apresenta uma comparação entre os Valores de Referência (VR) obtidos nestas pesquisas, assim como o VR obtido no presente estudo.

**Tabela 2 – Comparação com os valores de referência**

<b>Valor de Referência (Os autores)</b>
IN051 (L/lig./dia.) 61,70
<b>Valor de Referência (Coelho, 2023)</b>
IN051 (L/lig./dia.) 88,27
<b>Valor de Referência (Pertel et. al., 2016)</b>
IN051 (L/lig./dia.) 254,2

Fonte: Autores, Coelho (2023) e Pertel et al., (2016).

A análise dos resultados na Tabela 2 sugere que à medida que mais municípios são incluídos na avaliação, o Valor de Referência (VR) obtido no benchmarking tende a aumentar. Esse fenômeno ocorre devido à maior diversidade de condições de saneamento quando se analisa um número maior de municípios, resultando em uma maior variação nos índices de perdas de água. Assim, mesmo ao aplicar o mesmo critério para avaliar o indicador e determinar o valor de referência (primeiro quartil), observam-se diferenças significativas entre os valores obtidos.

Em relação a este ponto, é relevante ressaltar que ao comparar o Valor de Referência (VR) obtido neste estudo com o VR apresentado por Coelho (2023), que igualmente analisou municípios apenas no estado do Paraná, constata-se o mesmo padrão, já que o VR de Coelho (2023) é 43% superior ao VR identificado neste estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem metodológica empregada neste estudo possibilitou a definição do Valor de Referência (VR) para o indicador IN051, que reflete o índice de perdas por ligação em litros por ligação por dia, no contexto dos 22 municípios que compõem a regional de Guarapuava da Companhia de Saneamento do Paraná. É importante ressaltar que o VR alcançado foi considerado positivo, especialmente ao ser comparado com dois estudos semelhantes que abrangeram municípios de todo o estado do Paraná e de diversas regiões do Brasil.

Em síntese, os resultados deste estudo indicam a eficácia dos municípios avaliados no controle das perdas de água, com destaque para a metodologia de benchmarking aplicada. Observamos que, à medida que mais municípios são incluídos na avaliação, o Valor de Referência tende a aumentar, enfatizando a importância de considerar a escala e a diversidade ao estabelecer critérios de benchmarking. Essa análise contribui para o aprimoramento contínuo dos sistemas de abastecimento de água e para a gestão eficiente desse recurso vital.

## Agradecimentos



Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela organização do programa de iniciação científica e pela bolsa concedida.

### Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

### REFERÊNCIAS

ALEGRE, H; et al; **Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água**. Série de guias técnicos - IWA Publishing. 269p. 2004.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20072010/2007/lei/l11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 14 jul. 2023.

COELHO, Gabriela Haag. **Uso de indicadores de perdas para benchmarking em sistemas de abastecimento de água de municípios do Paraná**. 2023. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2023.

GOMES, H. P.; CARVALHO, P. S. O. **Manual de Sistemas de Bombeamento: eficiência energética**. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2012.189p.

GÓMEZ-GÓMEZ, E., GARCÍA-BASTIDA, P. A., CONTRERAS-ESPINOSA, R. **Analysis of water losses in the supply network of a medium-sized city**. Case study. Urban Water Journal, 17(2), 119-127, 2020.

LIEMBERGER, R., WYATT, A. **Reducing water losses: proven approaches to addressing non-revenue water**. World Bank Publications. 2017.

PERTEL, M; AZEVEDO, J. P. S.; VOLSCHAN JUNIOR, I.; **Uso de indicadores de perdas para seleção de um benchmarking entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água do Brasil**. Eng Sanit Ambient, v. 21, n.1, p 159-168, 2016.

SALAMONI, S. da S.; DELLA, J. P.; BACK, Álvaro J. **Avaliação das perdas na distribuição de água: estudo de caso em são bento baixo, nova veneza-sc**. Tecnologia e Ambiente, [S. l.], v. 20, 2014. DOI: 10.18616/ta.v20i0.1563. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/tecnoambiente/article/view/1563>. Acesso em: 20 jun. 2023.

SANEPAR. **Municípios atendidos**. Sítio Eletrônico. Disponível em: <<https://site.sanepar.com.br/prefeituras/municipios-atendidos>>. Acesso em: 14, jul. 2023.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Site Eletrônico. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 12, jul. 2023.