

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GABRIELA HAAG COELHO**

**USO DE INDICADORES DE PERDAS PARA BENCHMARKING EM SISTEMAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MUNICÍPIOS DO PARANÁ**

**GUARAPUAVA**

**2023**

**GABRIELA HAAG COELHO**

**USO DE INDICADORES DE PERDAS PARA BENCHMARKING EM SISTEMAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MUNICÍPIOS DO PARANÁ**

**Use of losses indicators for benchmarking in water supply systems in  
municipalities of Paraná**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Joice Cristini Kuritza

Coorientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Mariane Kempka

**GUARAPUAVA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**GABRIELA HAAG COELHO**

**USO DE INDICADORES DE PERDAS PARA BENCHMARKING EM SISTEMAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MUNICÍPIOS DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 21/junho/2023

---

Joice Cristini Kuritza  
Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Raynner Menezes Lopes  
Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental  
Universidade Federal do Pará

---

Tiago Neumann Kuk  
Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental  
Faculdades Guarapuava

---

Mariane Kempka  
Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**GUARAPUAVA  
2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me proporcionar saúde e determinação para não desanimar frente às dificuldades. Aos meus pais, que sempre me incentivaram e me deram suporte durante toda a minha trajetória, e ao meu irmão, que sempre teve um abraço reconfortante nos momentos de cansaço ou frustração, todos contribuíram muito para a realização deste trabalho.

Agradeço também a todos meus amigos, em especial minhas amigas que estão comigo desde o início da graduação, e a minha turma “T9”, sem vocês esse caminho teria sido muito mais difícil. Também, as minhas amigas do ensino médio, que apesar de termos seguido caminhos diferentes, sempre estiveram presentes demonstrando amizade e apoio ao longo desses anos.

A todos os meus professores pelos ensinamentos, que permitiram o meu desenvolvimento no processo de formação profissional. Em especial a minha orientadora, a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Joice Cristini Kuritza, pelas inúmeras oportunidades, desde a iniciação científica, e em particular pela dedicação com que me ajudou neste trabalho. Também à minha coorientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Mariane Kempka pelo auxílio.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação ou que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa, deixo minha gratidão.

## RESUMO

A crescente demanda por água potável estabelece a gestão eficiente dos recursos hídricos como uma das principais preocupações em todo o mundo. As perdas de água nos sistemas de abastecimento significam não somente perdas financeiras, como também um desperdício de recursos naturais, sendo um dos maiores desafios para o setor de saneamento do Brasil. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de 345 municípios atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná quanto à perda de água, realizando *benchmarking* a partir de indicadores de desempenho relacionados à perda, obtidos junto ao Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS). O *benchmarking* foi feito em dois panoramas, o primeiro denominado geral, considerando a totalidade de municípios avaliados na pesquisa, e o segundo denominado estratificado, considerando a separação dos municípios em estratos populacionais. O estudo mostrou que, embora a companhia apresente bom desempenho relativo às perdas de água, comparando com o contexto nacional, em muitos municípios os percentuais de perdas são elevados, o que pode denotar oportunidade de melhorias e promoção de ações para redução nos índices de perdas. Como resultado do *benchmarking* geral, 72 municípios foram aprovados, praticamente todos sendo municípios de pequeno porte, enquanto no *benchmarking* estratificado, 71 foram aprovados, incluindo alguns municípios de grande porte. Somado a isso, ressalta-se que cada sistema de abastecimento possui características particulares e, portanto, cabem análises específicas e localizadas, pertinentes às realidades locais. Avaliações *in loco* podem ser feitas no sentido de corrigir os sistemas que apresentaram piores resultados e, também, para compilar boas práticas realizadas nos municípios com melhores resultados.

Palavras-chave: benchmarking; indicadores de desempenho; perdas de água; Paraná.

## **ABSTRACT**

The growing demand for potable water makes the efficient management of water resources one of the main concerns around the world. Water losses in supply systems mean not only financial losses, but also a waste of natural resources, being one of the biggest challenges for the sanitation sector in Brazil. This research aimed to evaluate the performance of 345 municipalities served by Companhia de Saneamento do Paraná in terms of water loss, performing benchmarking based on performance indicators related to loss, obtained from the National Sanitation Information System (SNIS). Benchmarking was performed in two scenarios, the first called general, considering all the municipalities assessed in the research, and the second called stratified, considering the separation of municipalities into population strata. The study showed that, although the company presents a good performance regarding water losses compared to the national context, in many municipalities the percentages of losses are high, which may denote opportunities for improvements and promotion of actions to reduce loss rates. As a result of the general benchmarking, 72 municipalities were approved, practically all of them being small municipalities, while in the stratified benchmarking, 71 were approved, including some large municipalities. Added to this, it should be noted that each supply system has particular characteristics and, therefore, it suits specific and localized analyzes, pertinent to local realities. On-the-spot evaluations can be made in order to correct the systems that presented the worst results and, also, to compile good practices carried out in the municipalities with the best results.

Keywords: benchmarking; performance indicators; water losses; Paraná.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Componentes do controle de perdas reais .....	20
Figura 2 - Índices de perdas no Brasil em 2021 .....	26
Figura 3 - Esquema para realização do benchmarking geral.....	33
Figura 4 - Esquema para realização do benchmarking estratificado .....	34
Figura 5 - Distinção do índice de perda de água entre os estratos populacionais.....	38
Figura 6 - Índice de perdas referente à companhia SANEPAR ao longo dos últimos 10 anos.....	39
Figura 7 - Histograma do índice IN049 referente ao ano de 2021 para os municípios analisados.....	40
Figura 8 - Pontuação dos municípios pelo benchmarking geral .....	42
Figura 9 - Box plot comparativo para o indicador IN010 .....	43
Figura 10 - Box plot comparativo para o indicador IN013.....	44
Figura 11 - Box plot comparativo para o indicador IN049.....	45
Figura 12 - Box plot comparativo para o indicador IN051 .....	47
Figura 13 - Pontuação dos municípios pelo benchmarking estratificado.....	49
Figura 14 - Comparação das pontuações obtidas pelos dois benchmarkings	50
Quadro 1 - Balanço hídrico .....	16
Quadro 2 - Balanço hídrico SNIS 2020 .....	17
Quadro 3 - Características dos índices de perdas.....	24

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Estratos populacionais e número de municípios correspondentes</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 2 - Média do indicador IN022 por estrato populacional.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabela 3 - Média do indicador IN049 por estrato populacional.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabela 4 - Valor referência para o benchmarking geral .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabela 5 - Classificação dos sistemas de abastecimento da SANEPAR .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 6 - Valores de referência para o benchmarking estratificado .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabela 7 - Índice mais satisfatório do estrato superior a 500 mil habitantes ...</b>	<b>48</b>
<b>Tabela 8 - Resumo de dados de aprovação no benchmarking.....</b>	<b>51</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGEPAR	Agência Reguladora do Paraná
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AWWA	American Water Works Association
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBNET	International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities
IWA	International Water Association
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
NBR	Normas Brasileiras
ONU	Organização das Nações Unidas
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PROEESA	Projeto de Eficiência Energética no Abastecimento de Água
REISB	Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SANEATINS	Companhia de Saneamento do Tocantins
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## LISTA DE SÍMBOLOS

m <sup>3</sup>	Metro Cúbico
%	Porcentagem
km	Quilômetro
L	Litros
hab.	habitante
Lig.	Ligação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Perda de água</b> .....	<b>14</b>
3.1.1	Balanço Hídrico .....	16
3.1.2	Regulação e Incentivos .....	18
3.1.3	Programas de redução de perdas .....	19
<b>3.2</b>	<b>Indicadores de Desempenho</b> .....	<b>21</b>
3.2.1	Indicadores de Perdas.....	23
<b>3.3</b>	<b>Benchmarking</b> .....	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização do objeto de estudo</b> .....	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Seleção de Indicadores</b> .....	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>Metodologia do benchmarking</b> .....	<b>32</b>
4.3.1	Benchmarking geral .....	32
4.3.2	Benchmarking estratificado .....	34
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>36</b>
<b>5.1</b> <b>(IN022)</b>	<b>Avaliação do indicador de média de consumo per capita de água</b> <b>.....</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>Avaliação do indicador de perda de água (IN049)</b> .....	<b>37</b>
<b>5.3</b>	<b>Benchmarking geral</b> .....	<b>40</b>
<b>5.4</b>	<b>Benchmarking estratificado</b> .....	<b>47</b>
<b>5.5</b>	<b>Comparação entre os resultados de Benchmarking geral e estratificado</b> .....	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
	<b>APÊNDICE A - Municípios atendidos pela SANEPAR</b> .....	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE B - Pontuação pelo benchmarking geral</b> .....	<b>65</b>
	<b>APÊNDICE C - Pontuação pelo benchmarking estratificado</b> .....	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por água potável, devido ao contínuo crescimento populacional, ao desenvolvimento industrial e agrícola, e à expansão de áreas urbanas, estabelece a gestão eficiente dos recursos hídricos como uma das principais preocupações em todo o mundo, principalmente em regiões de escassez (CAMBRAINHA e FONTANA, 2015). Desta forma, se faz essencial o uso e o gerenciamento sustentável da água, a fim de preservá-la para uso presente e futuro.

Um dos principais aspectos da gestão eficiente dos recursos hídricos é a promoção da conservação e do uso racional da água, que envolve a implantação de políticas e práticas que incentivem a redução do consumo e do desperdício de água em sistemas de abastecimento público.

Com o desenvolvimento de pesquisas na área (THORNTON, 2002; ALEGRE *et. al.*, 2004; TSUTIYA, 2006; VON SPERLING, 2014; OLIVEIRA *et. al.*, 2022) e a aplicação de investimentos (SANTOS *et. al.*, 2020), o setor de abastecimento de água já teve muitos avanços. O manejo da água é altamente controlado por meio de leis e normas, além de detalhados processos de monitoramento e tratamento para a manutenção da qualidade da água que chega ao consumidor. Porém, em muitos estados brasileiros, as companhias ainda estão longe de terem sistemas otimizados e eficientes, fato que se comprova observando os indicadores de perdas de água disponibilizados atualmente nos relatórios do SNIS.

Entre os desafios enfrentados pelas empresas de abastecimento de água estão as perdas, que podem ocorrer desde a etapa de captação e tratamento até o consumo (SALAMONI, *et. al.*, 2014). As perdas de água significam não somente um prejuízo econômico para as companhias, que possuem um gasto significativo para a produção e acabam perdendo parte da água produzida, como também, um desperdício de recursos naturais, que poderiam estar sendo utilizados para o consumo humano.

Segundo dados do SNIS (2022), em 2021 o índice de perdas na distribuição no Brasil foi de 40,3%, o que significa que a cada 100 litros de água produzidos, apenas 59,7 são contabilizados como consumidos pelo usuário. Além disso, comparando o índice referente ao ano de 2021 com os índices de anos anteriores, observa-se linearidade de resultados, 40,1% em 2020, 39,2% em 2019 e 38,45% em

2018, ou seja, é possível perceber que além das taxas não apresentarem grandes alterações, retratam tendência contrária à expectativa, que seria de melhoria.

Segundo o Instituto Trata Brasil, apenas com as taxas de vazamentos no ano de 2020, estimadas em 3,5 bilhões de m<sup>3</sup>, o volume desperdiçado seria suficiente para abastecer 30% da população brasileira por um ano. Em termos financeiros, a perda de faturamento em 2020 custou para o país R\$11,3 bilhões, valor superior ao total de recursos já investidos em água e esgoto em alguns anos anteriores (Iara Vidal, 2021).

Quando analisadas as perdas na distribuição nos estados, para o ano de referência 2021, encontram-se taxas ainda maiores, como é o caso de Amapá e Acre, com valores superiores a 70%. Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná são os três estados com menor índice de perdas na distribuição, 28,5%, 33,4% e 33,8%, respectivamente, sendo que o índice da Companhia de Saneamento do Paraná, responsável por 345 dos 399 municípios é 26,2% (SNIS, 2022). Ainda assim, esses estados com melhor desempenho podem ser alvo potencial para ações de combate às perdas, principalmente com avaliação de resultados individuais dos municípios, para identificar quais podem ser prioritários nesse sentido.

Devido a importância da redução das taxas de perdas para as companhias e também para a sociedade, é necessário a continuação dos investimentos e estudos na área. Silva *et. al.* (2016) afirmaram que

“As perdas de água apresentam um dos maiores desafios para o setor de saneamento do Brasil, [...], qualquer discussão que venha a contribuir para a redução do índice de perdas nas empresas de saneamento é de grande importância, pois ajudam a balizar ações futuras.”

Para a avaliação do desempenho dos sistemas com relação às perdas de água, muitos trabalhos têm utilizado indicadores de desempenho conjuntamente com uma ferramenta de análise das práticas e troca de informações para avaliação e melhoria de processos, também conhecida com benchmarking. Nesse ínterim, o presente trabalho realizou *benchmarking* utilizando indicadores de desempenho relacionados às perdas de água disponíveis no SNIS, para diferentes municípios paranaenses, todos atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

## OBJETIVOS

### 1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é avaliar por meio de um *benchmarking* o desempenho dos sistemas de abastecimento de água atendidos pela companhia de saneamento do Paraná (SANEPAR) a vista dos indicadores operacionais de perdas de água disponibilizados pelo SNIS.

### 1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Caracterizar os municípios com base em seus indicadores de consumo *per capita* e perda na distribuição para o ano de 2021;
- Determinar o *benchmarking* entre os 345 municípios analisados;
- Classificar os municípios quanto à pontuação obtida no *benchmarking* e consequente eficiência dos serviços de abastecimento de água.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Perda de água

Segundo terminologia da *International Water Association* (IWA), a perda de água “é o volume referente à diferença entre a água entregue ao sistema de abastecimento e os consumos autorizados, medidos e não medidos, faturados ou não faturados, fornecidos aos consumidores cadastrados, à própria Prestadora de Serviços e a outros que estejam implícitas ou explicitamente autorizados a fazê-lo” (ALEGRE *et. al.*, 2006).

O problema de perda de água pode estar relacionado a perdas aparentes, decorrentes de usos não autorizados como fraudes e erros de medição, ou a perdas reais ou físicas, decorrentes de vazamentos de adutoras, redes e ramais do sistema de distribuição e também de transbordos nos reservatórios, o que reflete diretamente no volume disponibilizado e nos custos de produção (FUNASA, 2014).

Segundo estudo do Banco Mundial, a proporção entre perdas reais e aparentes em países desenvolvidos é de cerca de 80% e 20% respectivamente, e para países em desenvolvimento, de 60% e 40%. Estudos brasileiros costumam utilizar a relação de 60% e 40%, como é o caso do relatório do Trata Brasil (OLIVEIRA *et. al.*, 2022).

Segundo dados do Trata Brasil (OLIVEIRA *et. al.*, 2022), o total de perdas no Brasil em 2020 foi de mais de 6,2 bilhões de metros cúbicos de água, 35,5% do volume total de água que entrou no sistema. Essa quantidade é equivalente a toda a água produzida por até 21 estados brasileiros em 2020 ou ao volume produzido por São Paulo e Minas Gerais juntos para o mesmo ano (SNIS, 2021).

Ao se admitir uma redução no percentil de perda a 25% previstos pela Portaria nº 490/2021 do MDR (Ministério do Desenvolvimento Regional), e ainda, consideradas somente as perdas físicas, o volume seria suficiente para abastecer aproximadamente 40,4 milhões de brasileiros em um ano, número superior ao número de habitantes sem acesso ao abastecimento de água no ano em questão (OLIVEIRA *et. al.*, 2022).

A alta taxa de perda de água também influencia nos custos de produção e distribuição de água. A redução nestes custos, juntamente com o aumento da arrecadação, tem como consequência um aumento significativo no lucro da empresa, tornando-a mais saudável financeiramente (Morais e Almeida, 2006).

Além do impacto econômico-financeiro, as perdas provocam impactos ambientais, pois são um desperdício de recursos naturais, contribuem para a escassez de água e reduzem a disponibilidade da água para outros usos. Além disso, representam o aumento das emissões de gases de efeito estufa associados à produção de água desnecessária (SILVA, 2018)

O cenário da perda de água nos países varia muito de acordo com a infraestrutura, gestão dos recursos hídricos, investimentos em saneamento e eficiência dos sistemas de distribuição. Países em desenvolvimento, como o Brasil, normalmente enfrentam um desafio maior, com a falta de investimentos adequados, a ausência de tecnologias modernas de medição e controle, gestão deficiente dos recursos hídricos, além da escassez de recursos financeiros e capacitação técnica. O problema é agravado também nas regiões com escassez de água, devido à disponibilidade limitada, tornando-se indispensável uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

A estimativa da média mundial de perdas de água corresponde a 30% da água total distribuída, tendo 2011 como ano de referência para os dados do *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (IBNET) (SANTI, 2018). Em países desenvolvidos como Japão, Alemanha e Austrália, as taxas de perda são consideravelmente menores, como é o caso dos Estados Unidos, que segundo o mesmo levantamento do IBNET apresentou desperdício de apenas 13% da água tratada (SILVA JÚNIOR, 2015). A *American Water Works Association* (AWWA) (1996) recomendou que o nível de perdas de água da distribuição não exceda 10%, sendo notável o grande espaço que o Brasil possui para mudanças.

Porém, com um território tão diversificado como o do Brasil, cada companhia enfrenta desafios distintos. Os diferentes relevos, territórios e populações a serem atendidas definem as características das redes, os desníveis a serem vencidos, a extensão das canalizações e o volume solicitado. Condições climáticas e atividades humanas também são fatores que interferem no problema. Altas pressões no sistema podem aumentar as taxas de perda por vazamentos, que também podem ser aumentadas devido a maior idade da rede, por conta da corrosão ou envelhecimento das canalizações, principalmente quando não é feita a manutenção adequada.

Segundo Martins (2012), as perdas e os desperdícios são os fatores que mais contribuem para o comprometimento do abastecimento de água potável no setor de saneamento. Deste modo, é de fundamental importância que as empresas de

abastecimento monitorem e quantifiquem as perdas para implementação de medidas corretivas e preventivas.

### 2.1.1 Balanço Hídrico

Um método estabelecido para quantificação das taxas de perda em cada processo do abastecimento é o balanço hídrico. Proposto pelo IWA e exemplificado no quadro 1, o balanço hídrico é uma ferramenta matricial que esquematiza cada processo do SAA, desde o momento em que a água entra no sistema até chegar ao consumidor final, assim auxiliando a compreensão de quais etapas possuem a maior vazão de perda de água e possibilitando análises específicas quanto ao desperdício, fraudes, vazamentos, entre outros.

**Quadro 1 - Balanço hídrico**

Água que entra no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido	Água faturada
			Consumo faturado não medido	
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido (uso próprio, caminhão pipa, entre outros)	Água não faturada
			Consumo não faturado não medido	
	Perdas de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado (fraudes)	
			Erros de medição	
		Perdas reais	Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios	
			Vazamentos nas adutoras e/ou redes	
Vazamentos nos ramais (montante ao ponto de medição)				

Fonte: adaptado de Alegre *et. al.* (2018)

O consumo autorizado e não faturado, ou volume de serviço, se refere ao volume de água utilizado para uso próprio da companhia, utilização pelos funcionários, limpezas periódicas, para caminhões pipas ou advindo de torneiras públicas. O

volume consumido não autorizado são as perdas totais de água, que somadas com o volume de serviço resultam no volume de água não faturado.

A partir da posse de informações sobre o volume de serviço, o índice de perdas totais no SAA pode ser calculado por meio da diferença entre o volume de água produzido e importado, que entra no sistema e o total da somatória entre o volume de água faturado e o volume de serviço. Com esta metodologia, Oliveira *et. al.* (2022) apresentaram o balanço hídrico do quadro 2, apurado com base nos dados do SNIS 2020, com o objetivo de avaliar os impactos e ganhos hídricos da redução de perdas de água.

**Quadro 2 - Balanço hídrico SNIS 2020**

Água que entra no sistema (17.492.211)	Consumo autorizado faturado (10.339.251)	Consumo faturado medido (8.231.028)	Água faturada (10.339.251)
		Consumo faturado não medido (2.108.223)	
	Volume de serviços (937.978)		Água não faturada (7.152.960)
	Perdas comerciais (2.485.993)		
Perdas físicas (3.728.989)			

Fonte: SNIS (2020) apud OLIVEIRA *et. al.* (2022)

Os sistemas de abastecimento de água monitoram toda a vazão distribuída pela concessionária por meio da macromedição, realizada na saída do reservatório de distribuição. Também realizam a micromedição, que é a soma de toda a vazão que chega aos consumidores, medida nos hidrômetros. Portanto, pode-se obter o total de perdas de água também através da diferença entre o volume macromedido e o somatório daquele micromedido nos hidrômetros (PIRES e PAIVA, 2016).

Já para o aprofundamento na origem específica das perdas, como saber o volume perdido nos reservatórios, na adução, na distribuição, nos ramais ou o fraudado, é necessário um estudo muito mais aprofundado e específico de cada sistema.

Melato (2010) aplicou uma metodologia para desenvolver a avaliação das perdas através do balanço hídrico, utilizando o *software* W-B Easy Calc - v1.17. O

estudo de caso foi realizado em três setores de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), concluindo que em cada um dos setores deveria ser desenvolvida uma estratégia específica para a redução de perdas.

Pereira e Tinôco (2021) apresentaram um estudo desenvolvido no setor Parque das Nações do sistema de abastecimento de água do município de Parnamirim/RN por meio da elaboração da matriz de balanço hídrico, concluindo que as perdas totalizaram mais da metade do volume de água fornecido ao sistema de abastecimento e que as perdas reais foram maiores que as perdas aparentes.

Souza (2021) realizou um diagnóstico do cenário do ano de 2020 do Sistema de Abastecimento de Água do bairro de Ponta Negra, Natal/RN, baseado na realização do balanço hídrico e concluiu que seria necessário melhorias na infraestrutura e na gestão comercial, além de gerenciamento de pressão e controle dos vazamentos não visíveis.

### 2.1.2 Regulação e Incentivos

No Brasil, a partir do novo marco legal do saneamento básico, instituído pela Lei nº 14.026/2020, cabe a ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) o estabelecimento de normas de referência para o setor de saneamento, incluindo disposições sobre redução progressiva e controle da perda de água.

A agência conta com o auxílio de entidades reguladoras de serviços de saneamento, que têm atuação municipal, intermunicipal, distrital ou estadual. “Essas instituições regulam isoladamente ou conjuntamente os serviços de saneamento básico: abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, manejo de resíduos sólidos urbanos, e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas” (ANA, 2023).

No Paraná, a AGEPAR (Agência Reguladora do Paraná) é responsável pela regulação, normatização, mediação e fiscalização do abastecimento de água potável e esgotamento sanitário (AGEPAR, 2023). Juntamente com as entidades, há a participação do Estado, dos governos estaduais, prefeituras e órgãos de controle, instituições que participam das consultas e audiências públicas, monitoram, questionam e fiscalizam a regulação e a execução do serviço público delegado.

A lei N°14.026 (BRASIL, 2020) traz a obrigatoriedade dos contratos de prestação de serviço conterem metas de redução progressiva e controle de perdas da distribuição de água tratada, princípio já estipulado como fundamental na lei N°11.445

(BRASIL, 2007). Também, segundo a mesma lei, a união, no estabelecimento de sua política de saneamento básico, deverá observar o cumprimento dessa e das demais diretrizes.

Ainda, as companhias podem receber benefícios, como o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico - REISB, com o objetivo de aumentar o volume de investimentos por meio da concessão de créditos tributários, onde é beneficiária a pessoa jurídica que realize investimentos voltados para a sustentabilidade e para a eficiência dos sistemas de saneamento básico e em acordo com o Plano Nacional de Saneamento Básico, atendendo, entre outros critérios, a redução de perdas de água e à ampliação da eficiência dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano (BRASIL, 2016).

Também, existem diversos programas nacionais de incentivo à redução de perdas de água, como o Programa Nacional de Combate às Perdas de Água (PNCPA), da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, o Programa de Redução de Perdas na Distribuição de Água (PRODÁGUA), desenvolvido pela ANA, além de programas com o tópico em comum, como o Programa de Eficiência Energética no Abastecimento de Água (PROEESA), coordenado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Além disso, vários estados e municípios brasileiros têm suas próprias iniciativas para promover a redução das perdas de água, incluindo programas de treinamento, campanhas de conscientização e incentivos financeiros para investimentos em infraestrutura e tecnologias mais eficientes.

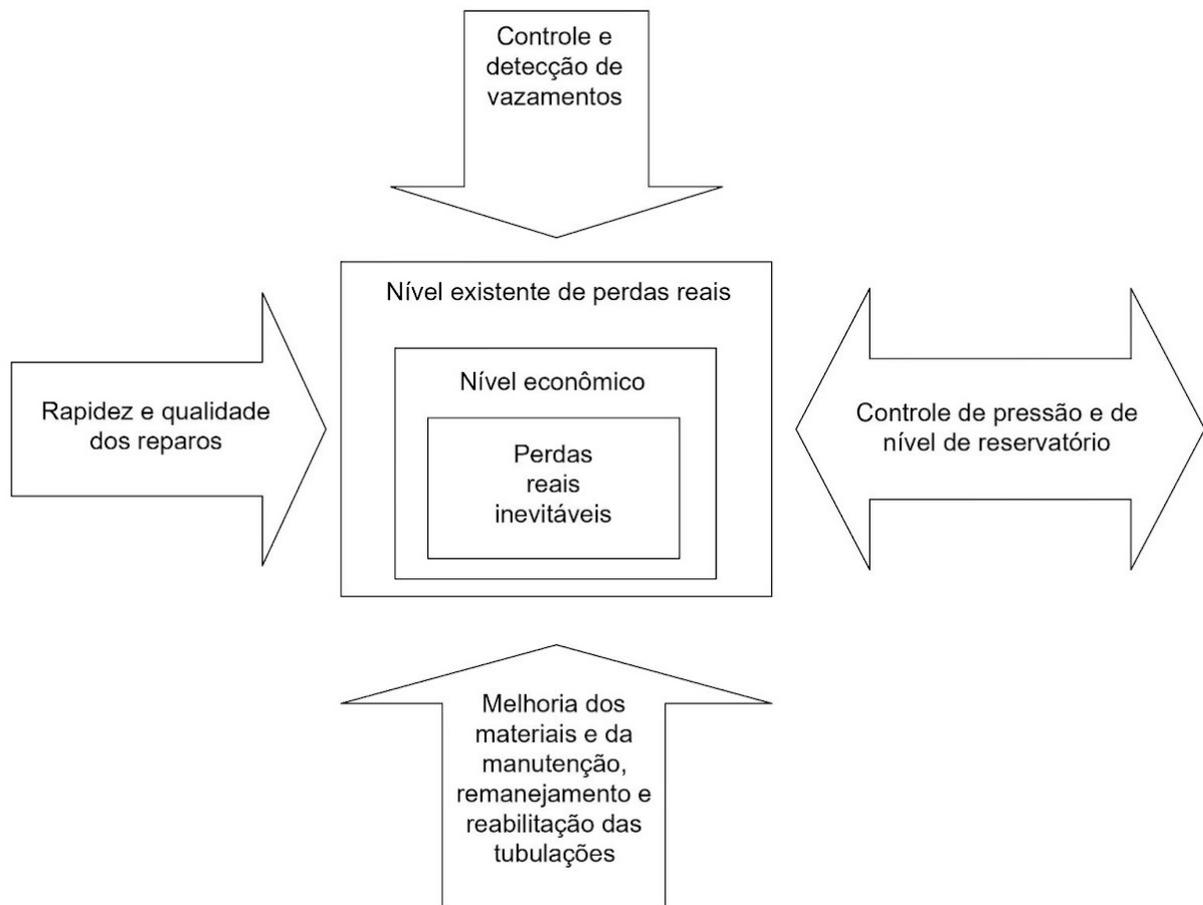
É importante ressaltar também a existência de iniciativas internacionais para redução de perdas, como por parte da ONU (Organização das Nações Unidas) e da OMS (Organização Mundial da Saúde). Globalmente, há uma maior conscientização da importância da gestão sustentável da água, o que contribui para que os países desenvolvam e implementem programas de redução de perdas.

### 2.1.3 Programas de redução de perdas

A perda de água é um fator inevitável para o processo de distribuição de água, uma rede de distribuição sem perdas não é um objetivo viável em termos econômicos ou técnicos, existindo assim um limite para a redução dos volumes de perdas (OLIVEIRA et al., 2022). Porém, com um devido estudo, as suas taxas podem ser reduzidas, gerando benefícios para a empresa e para a população.

O esquema que representa os componentes do controle de perdas reais proposto por Tsutiya (2006) é apresentado na figura 1. Segundo o esquema, existe um nível de perdas reais a serem reduzidas sem ganho financeiro e outro onde se inicia o custo-benefício vantajoso para as companhias, sempre sendo mantidas as perdas inevitáveis. As ações de correção apresentadas são as responsáveis pela redução nos níveis de perda.

**Figura 1 - Componentes do controle de perdas reais**



Fonte: Thornton (2002); Tsutiya (2006).

As ações básicas de controle e redução de perdas reais podem ser classificadas a partir das considerações de causa e efeito, onde as ações que combatem os efeitos são aquelas relativas ao controle e reparo de vazamentos e ao remanejamento de redes, e as ações que combatem as causas são aquelas relativas ao gerenciamento das pressões e níveis d'água, qualidade dos materiais empregados, qualidade da mão de obra, controle de corrosão e cadastro preciso e atualizado (TSUTIYA, 2006).

De forma similar, o controle de perdas aparentes apresenta o mesmo esquema, porém, as medidas apresentadas são as melhorias no sistema comercial, redução de erros de medidores, qualificação da mão de obra e redução de fraudes. As ações que combatem os efeitos são as relativas à manutenção corretiva de hidrômetros, inspeções de fraudes e levantamentos de ligações clandestinas, e as que combatem as causas são as relativas à especificação, instalação e calibração correta de medidores e a troca preventiva de hidrômetros.

De modo geral, são inúmeras as práticas para controle de perdas de água, Santi (2018) estruturou 54 práticas em oito diferentes processos de gestão de perdas, sendo eles o gerenciamento de pressão, gerenciamento de infraestrutura, controle da corrosão em tubulações, controle de vazamentos, controle de erros de medição, controle de fraudes e ligações clandestinas, planejamento estratégico e investimento e inovação.

Silva *et. al.* (2016) apontaram as ações tomadas pela COMUSA (Serviço de água e esgoto de Novo Hamburgo) visando a redução do índice de perdas de água, entre elas está a substituição de redes, modernização do parque de hidrômetros, regularização de ligações, setorização e controle de pressões com válvulas redutoras de pressão.

Goulart e Gaspar (2018) realizaram o diagnóstico da perda de água, focando em suas principais causas e possíveis soluções economicamente viáveis no sistema de abastecimento, na concessionária do município de Três Pontas. Obtiveram, para minimização das perdas, as possíveis soluções: maior fiscalização, criação de planos para a troca gradativa das adutoras e redes danificadas, aquisição de equipamentos eletrônicos para localização de possíveis vazamentos e fraudes, incentivo a instalação de hidrômetros para micromedição do consumo de água em áreas públicas e conscientização dos usuários através de palestras e cartilhas, para o uso da água de forma racional.

## **2.2 Indicadores de Desempenho**

Os indicadores de desempenho são uma ferramenta essencial de apoio para a melhoria contínua, utilizados para medir a eficiência e a eficácia do prestador de serviços em atingir seus objetivos. A partir de um número apropriado de indicadores

de desempenho, é possível avaliar e melhorar os serviços prestados aos usuários e garantir um acompanhamento adequado das melhorias (ABNT NBR, 2012).

Como ferramenta de gestão, o indicador permite o estabelecimento de metas e a visualização da necessidade de correções, a fim de atendê-las. Também possibilita a comparação entre parâmetros, conforme objetivo do Gestor. A definição de um padrão de indicadores fornece uma base comum para a comparação da gestão das empresas de abastecimento, para identificar possíveis medidas corretivas e proporciona um meio de traduzir processos complexos em informação simples de interpretar e constitui um meio adequado de transmitir uma medida da qualidade do serviço prestado, como é o caso do Sistema Indicador de Desempenho, referência a nível mundial para serviços de água, desenvolvido pela IWA (International Water Association) (SILVA e PAULA, 2003).

De acordo com o manual da IWA, um indicador de desempenho deve ser claramente definido e ter um significado conciso, ser razoavelmente alcançável (qualidade que depende principalmente das variáveis relacionadas), ser auditável, ser o mais universal possível e fornecer uma medida independente das condições particulares de fornecimento, ser simples e de fácil compreensão, ser quantificável de forma a fornecer uma medida objetiva da execução do serviço, evitando qualquer prejuízo pessoal ou subjetivo, e incluir informações sobre a qualidade dos dados das variáveis.

Coletivamente, os indicadores devem fornecer informações diferentes um dos outros, as definições de cada indicador devem ser únicas (requisito extensivo às suas variáveis) e devem ser considerados apenas os indicadores julgados essenciais para a avaliação de desempenho (ALEGRE *et. al.*, 2018).

Segundo a classificação da IWA, os indicadores de desempenho voltados para análise do abastecimento de água são separados seguintes grupos (ALEGRE *et. al.*, 2004):

- Indicadores de recursos hídricos;
- Indicadores de recursos humanos;
- Indicadores infraestruturais;
- Indicadores operacionais;
- Indicadores de qualidade de serviço;
- Indicadores econômico-financeiros.

No Brasil, como um sistema de avaliação de desempenho aplicado aos serviços de abastecimento de água, se destaca o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), criado em 1996 com a finalidade de melhorar a gestão de informações e dados sobre abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. Atualmente é coordenado pela Secretaria Nacional de Saneamento, do Ministério do Desenvolvimento Regional.

As informações são coletadas pelo SNIS, que calcula os indicadores, disponibilizados em base de dados pelo site [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br) de forma pública e gratuita, referente a todos os anos desde o início do recolhimento, com uma defasagem de dois anos entre o ano de coleta e o de publicação. Os indicadores são apresentados nos diagnósticos agrupados por famílias de mesma natureza (SILVA JÚNIOR, 2015), sendo:

- Indicadores econômico-financeiros e administrativos;
- Indicadores operacionais de água;
- Indicadores operacionais de esgoto;
- Indicadores de balanço contábil;
- Indicadores sobre qualidade dos serviços.

Hamdan (2016), se propôs a avaliar no contexto da prestação dos serviços de abastecimento de água, por meio de regressão linear múltipla, os indicadores que melhor exprimem a realidade dos municípios de acordo com o seu porte, com base no desempenho financeiro, operacional e de qualidade da água.

Mutikanga et al. (2010) utilizam uma metodologia prática, de aplicação de indicadores em operações diárias de sistemas de abastecimento de água, com a finalidade de selecionar os indicadores eficientes para mensurar a performance na gestão de perda de água em países desenvolvidos, testando com sucesso um total de 16 indicadores propostos.

### 2.2.1 Indicadores de Perdas

Proveniente da ideia do balanço hídrico, indicadores de desempenho específicos a respeito da perda de água são calculados em diversas pesquisas, o próprio Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) disponibiliza os dados relacionados às perdas em três índices:

- Índices de perdas na distribuição (IN049) - %;

- Índice bruto de perdas lineares (IN050) - m<sup>3</sup>/dia/km;
- Índice de perdas por ligação (IN051) - L/dia/lig..

Além destes, existem diversos indicadores associados ao abastecimento que podem ser relacionados à perda, como o índice de micromedição, macromedição, índice de perdas no faturamento, volume produzido, volume de serviço, entre outras variáveis.

Oliveira et.al (2022) apresentam os desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. Como sendo importantes ferramentas para estudos, os índices de perdas de faturamento, de perdas na distribuição e de perdas por ligação foram analisados, incluindo seus objetivos, vantagens e desvantagens, como pode ser observado no quadro 3.

**Quadro 3 - Características dos índices de perdas**

Índice	Objetivo	Vantagens	Desvantagens
Índice de Perdas de Faturamento	Avaliar, em termos percentuais o nível da água não faturada (sem o volume de serviço)	Apresenta uma visão sobre o que a empresa está produzindo e não consegue faturar	- As empresas definem o volume de serviço de maneira muito diferente, logo, a comparação desse índice pode trazer distorções. - As perdas são calculadas com base no volume faturado. A depender da metodologia utilizada (ex: faturamento pelo consumo estimado), pode não refletir o nível de eficiência da empresa
Índice de Perdas na Distribuição (IN049)	Avaliar, em termos percentuais, o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável	Fornece uma aproximação útil para a análise do impacto das perdas na distribuição (físicas e aparentes), em relação ao volume produzido	- As empresas definem o volume de serviço de maneira diferente, logo, a comparação desse índice pode trazer distorções - A comparação pode ser prejudicada pelos baixos níveis de macromedição e micromedição de algumas empresas

Índice	Objetivo	Vantagens	Desvantagens
Índice de Perdas por Ligação (IN051)	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/dia/ligação).	Reflete a variação do nível de perdas por ligação	- As empresas definem o volume de serviços de maneira diferente, logo, a comparação desse índice pode trazer distorções - Na medição de eficiência, a comparação entre as cidades não pode ser feita diretamente. Mantendo-se tudo constante, cidades com maior verticalização e maior consumo por habitante terão indicador maior do que cidades menos verticalizadas e com menor consumo por habitante.

Fonte: adaptado de GO Associados (apud OLIVEIRA *et. al.*, 2022)

Assim, na análise de um sistema de abastecimento de água, é necessário não somente a consideração dos índices de perdas, como também dos índices correlatos às perdas. Como citado no quadro 3, algumas empresas possuem baixos níveis de micromedição, o que interfere na disponibilidade de informação sobre o volume que chega aos consumidores.

No SNIS, o indicador que traz a taxa percentual de micromedição é denominado IN010. A fim de aprimorar a qualidade de informações sobre as perdas de água, as companhias devem apresentar altas taxas para este indicador, aproximando-as de 100%. O cálculo desse índice, segundo glossário disponibilizado pelo SNIS, é feito por meio da fórmula 1:

$$\frac{AG008}{AG006+AG018-AG019-AG024} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde AG006 é o volume de água produzido, AG008 o volume de água micromedido, AG018 o volume de água tratada importado, AG019 o volume de água tratada exportada e AG024 o volume de serviço, todos os volumes dados em 1.000 m<sup>3</sup>/ano.

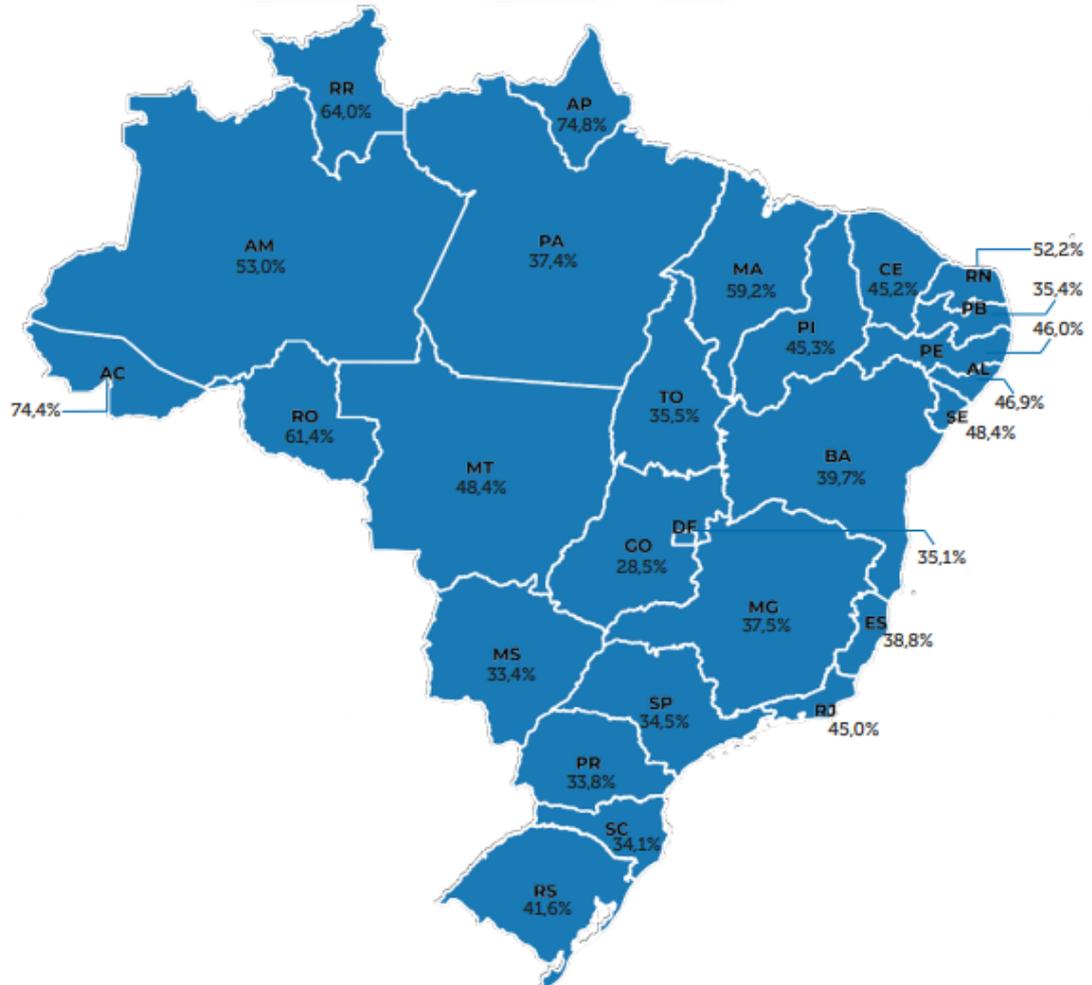
Como já citado, o indicador IN049 traz as taxas de perdas na distribuição, principal referência de taxa de perdas. O cálculo é dado pela fórmula 2, sendo o

AG010 o volume de água consumido, dado em 1.000 m<sup>3</sup>/ano, e o resultado dado em percentual.

$$\frac{AG006+AG018-AG010-AG024}{AG006+AG018-AG024} \cdot 100 \quad (2)$$

O diagnóstico elaborado pelo SNIS para o ano de referência 2021 traz o gráfico exibido na figura 2, o qual apresenta as taxas referentes ao indicador IN049 para todos os estados brasileiros.

**Figura 2 - Índices de perdas no Brasil em 2021**



Fonte: SNIS (2022).

Os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná apresentam os menores índices nacionais de perdas na distribuição, taxa equivalente a 28,5%, 33,4% e 33,8% respectivamente, e Amapá, Acre e Roraima apresentam os maiores índices nacionais,

taxa equivalente a 74,8%, 74,4% e 64% respectivamente. Quinze estados apresentam taxas de perdas na distribuição acima de 40%, todos sendo classificados como ruins com base na classificação de perdas (LIMA, 2015). Reforçando a necessidade dos setores administrativos dos sistemas em aumentar esforços para a redução contínua das perdas.

O indicador IN050 representa o índice bruto de perdas lineares, calculado pela fórmula 3, onde AG005 é a extensão da rede de água em km, calculada utilizando-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo. É dado em metros cúbicos por quilômetro ao dia.

$$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG005} \cdot \frac{1.000}{365} \quad (3)$$

Por fim, o indicador IN051 representa o índice de perdas por ligação, dado em litros por ligação ao dia. É calculado através da equação 4, onde AG002 é a quantidade de ligações ativas de água, calculada utilizando-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

$$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002} \cdot \frac{1.000.000}{365} \quad (4)$$

Destaca-se que a quantificação das perdas por meio de uma unidade de volume, diferente de percentual, como é o caso do IN051 que utiliza L/lig./dia, traz resultados mais fáceis de serem visualizados, principalmente quando comparados sistemas que produzem volumes de água distintos, já que a mesma porcentagem de perdas em municípios que produzem volumes diferentes traduz volumes de perda diferentes. Ao investir na redução de perdas em seus sistemas, as companhias podem acabar priorizando aqueles em que a redução traz melhores resultados.

Na escolha dos indicadores a serem utilizados em uma pesquisa, de acordo com Galvão Júnior & Silva (2006), deve-se evitar alguns erros como a utilização de um número excessivo de dados e desconsiderar a possibilidade de que os indicadores podem apresentar inconsistências já que são reflexo parcial da realidade.

Santi *et. al.* (2018) analisaram a disponibilidade de dados dos indicadores de perda de água na distribuição utilizados no Brasil, a partir da consulta a especialistas do setor de saneamento, utilizando como estudo de caso 52 sistemas operados no

contexto das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Concluíram que as particularidades dos sistemas brasileiros dificultam o desenvolvimento de um modelo padrão de avaliação e muitas empresas de saneamento têm se empenhado em elaborar seus próprios indicadores, porém, a análise da confiabilidade dos dados gerados por um sistema é imprescindível para que os resultados dos indicadores sejam válidos.

Araújo (2018) analisou a qualidade dos dados que as concessionárias disponibilizam no SNIS quanto às perdas físicas e concluiu que o índice de perdas no faturamento (IN013) é muito útil para a avaliação do sistema porque retrata sua situação e subsidia ações necessárias à sua correção, o índice de perdas na distribuição (IN049) e o índice de perdas por ligação (IN051) são úteis para a comparação entre municípios, concessionárias, estados e regiões, tendo este último um diferencial de fornecer a eficiência no quesito perdas.

### **2.3 Benchmarking**

O *benchmarking* define-se como um “processo de avaliação da empresa em relação à concorrência, por meio do qual incorpora os melhores desempenhos de outras firmas e/ou aperfeiçoa os seus próprios métodos” (OED, 2023), dessa forma, é extremamente útil para comparar o desempenho das companhias de abastecimento de água, identificando as melhores práticas adotadas e definindo metas a serem alcançadas pelo setor.

A metodologia de *benchmarking* tem sido amplamente utilizada na avaliação dos sistemas de abastecimento de água, como meio de garantir a melhoria da eficiência operacional dos sistemas (SILVA JÚNIOR, 2015). Recomendada para avaliação comparativa de desempenho, utilizando os indicadores para determinar o desempenho relativo de um serviço de água ou saneamento em relação aos outros participantes.

Marques *et. al.* (2021) desenvolveram uma análise sobre os modelos de aplicação do *benchmarking* e a diferença no desempenho entre países onde há ou não a sua aplicação no âmbito do controle de perdas, concluindo que os países onde o *benchmarking* é praticado possuem melhores desempenhos, e que o modelo ideal de aplicação da ferramenta inclui maior frequência de aplicação, regulamentação parcial, ausência de confidencialidade, entre outros.

Kanakoudis (2013) realizou um *benchmarking* para avaliar a performance de oito redes de abastecimento de água, de Chipre, Grécia, Itália, França e Espanha, com enfoque nas tarifas praticadas. Concluiu que as redes apresentavam altos níveis de água não faturada, porém, as altas tarifas praticadas pelos prestadores proporcionaram um disfarce ao problema, evitando a perda financeira aos prestadores e diminuindo a motivação à realização de ações focadas em otimizar os sistemas.

Singh *et. al.* (2010) analisaram sob a perspectiva de *benchmarking*, 6 parâmetros de sustentabilidade para avaliar a eficiência agregada de 18 serviços públicos de água urbana da Índia. A análise sugeriu um espaço significativo para melhoria em tecnologia e redução das perdas da água.

Silva Júnior (2015) avaliou os índices de perdas em pequenos municípios do Brasil, utilizando também os índices de micromedição relativo ao volume disponibilizado (IN010), perdas de faturamento (IN013), índice de perdas totais na distribuição (IN049) e o índice de perdas por ligação (IN051), concluiu quais foram as regiões com melhores desempenhos e que apesar do desenvolvimento tecnológico dos últimos anos, os resultados mostram a necessidade urgente de investimentos em infraestrutura e na gestão eficiente dos sistemas de abastecimento de água do Norte e Nordeste.

Pertel et al. (2016) utilizaram a ferramenta de *benchmarking* para definir quais companhias estaduais de saneamento no Brasil apresentavam o melhor desempenho em termos de controle de perdas, tendo como base de avaliação os indicadores de desempenho relacionados ao controle de perdas totais definidos pelo SNIS. Como resultado, destacaram quatro prestadores com o melhor desempenho (Cagece, Copasa, Saneatins e Sanepar). Dessa forma, através dos resultados apresentados na pesquisa, os prestadores poderão avaliar seu desempenho quanto aos indicadores para buscar soluções para os problemas existentes.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia da presente pesquisa foi pautada nas informações e indicadores disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informação sobre o saneamento (SNIS) referente ao ano de 2021 (SNIS, 2022), para os municípios do estado do Paraná atendidos pela SANEPAR.

#### 3.1 Caracterização do objeto de estudo

O estado do Paraná possui 399 municípios (IBGE, 2023), sendo 345 atendidos pela companhia (SANEPAR, 2023). Também é atendido pela companhia 1 município de Santa Catarina, totalizando 346 municípios. Nas análises desta pesquisa, o município paranaense de Andirá foi excluído, pois não possui informações relacionadas à companhia nos dados do SNIS. Deste modo, a pesquisa foi desenvolvida a partir das informações de 345 municípios, apresentados em lista disponível no apêndice A.

Para esta pesquisa, os municípios foram categorizados segundo a população total (rural e urbana), sem distinção dos povoados rurais. Apesar da possibilidade de que uma parte da população utilize outros meios para obter a água, como caminhões pipa ou poços, para esta pesquisa essa diferença não foi considerada.

Existem diversas formas de categorizar os municípios segundo a quantidade de habitantes, por exemplo, o SNIS (2022) propõe uma análise dos municípios do Brasil em seis faixas populacionais, sendo elas: Faixa 1 - menor que 30 mil habitantes; Faixa 2 - entre 30 e 100 mil habitantes; Faixa 3 - entre 100 e 250 mil habitantes; Faixa 4 - entre 250 mil e 1 milhão de habitantes; Faixa 5 - entre 1 e 4 milhões de habitantes; Faixa 6 - acima de 4 milhões de habitantes.

Von Sperling (2014) caracteriza as comunidades em portes, sendo eles: Povoado rural, com população inferior a 5.000 habitantes; Vila, com população entre 5 e 10 mil habitantes; Pequena localidade, com população entre 10 e 50 mil habitantes; Cidade média, com população de 50 a 250 mil habitantes; Cidade grande, com população superior a 250 mil habitantes.

A fim de comparar os resultados obtidos nesta pesquisa com os obtidos pela metodologia utilizada como base, a análise foi feita considerando os mesmos estratos utilizados por Pertel *et. al.* (2016) disponíveis na tabela 1. O número de municípios

pertencentes a cada estrato está separado para dois anos distintos, 2010, ano do último censo com dados disponíveis para consulta, e 2021, estimado pelo IBGE. Para as análises posteriores, foram utilizados como referência os dados relativos ao ano de 2021.

**Tabela 1 - Estratos populacionais e número de municípios correspondentes**

Estratos Populacionais	Nº de Municípios (2010)	Nº de Municípios (2021)
Inferior a 20 mil habitantes	263	256
Entre 20 mil e 100 mil habitantes	65	69
Entre 100 mil e 500 mil habitantes	15	18
Superior a 500 mil habitantes	2	2

Fonte: Adaptado de IBGE (2023).

Dentre os municípios atendidos pela companhia, apenas Curitiba e Londrina estão no estrato populacional superior a 500 mil habitantes, a maior parte dos municípios, 74,2%, encontram-se no primeiro estrato, com população inferior a 20 mil habitantes.

### 3.2 Seleção de Indicadores

A seleção dos indicadores utilizados nas análises desta pesquisa foi feita segundo a metodologia proposta por Pertel et. al (2016). Os autores desenvolveram um *benchmarking* entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil a partir dos indicadores:

- Índice de micromedicação relativo ao volume disponibilizado (IN010) - %;
- Índice de perdas no faturamento (IN013) - %;
- Índices de perdas na distribuição (IN049) - %;
- Índice de perdas por ligação (IN051) - L//lig./dia.

Além dos indicadores supracitados, analisou-se também o consumo médio per capita de água (IN022) - l/hab./dia para caracterização dos municípios estudados.

### 3.3 Metodologia do benchmarking

A metodologia de *benchmarking* adotada neste trabalho foi desenvolvida e apresentada por Pertel *et. al.* (2016). Estes autores propuseram a aplicação do percentil 25% para determinação do valor de referência para cada um dos indicadores avaliados.

Para os municípios avaliados nesta pesquisa, o *benchmarking* foi desenvolvido em duas etapas, uma denominada geral, com todos os municípios e outra denominada estratificada, na qual os municípios foram avaliados considerando o estrato populacional ao qual pertencem.

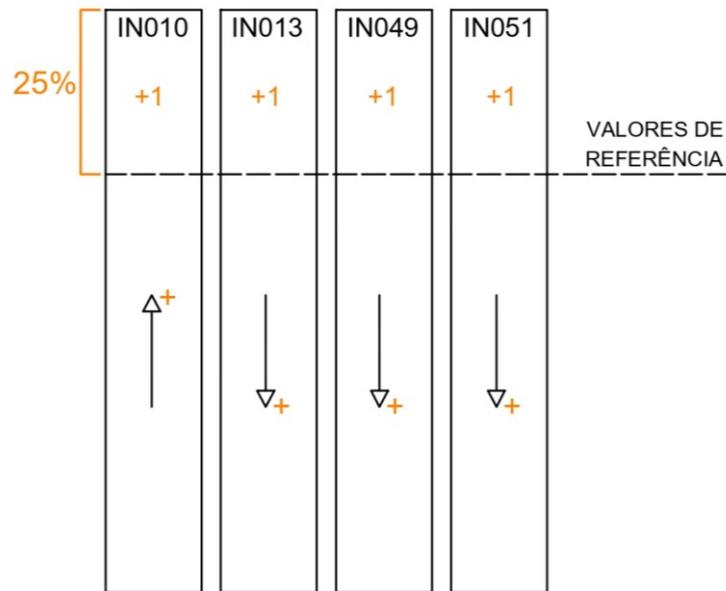
#### 3.3.1 Benchmarking geral

O *benchmarking* geral foi aplicado na totalidade dos municípios avaliados na pesquisa, sem distinção entre os estratos populacionais.

Para cada um dos indicadores avaliados os municípios foram organizados de forma sequencial decrescente para o indicador IN010 (micromedição relativo ao volume disponibilizado) e crescente para os indicadores IN013 (perdas no faturamento), IN049 (perdas na distribuição) e IN051 (perdas por ligação). Destaca-se que o indicador IN010 refere-se ao índice de micromedição do sistema e, por isso, é considerado melhor quanto maior for seu valor. Os demais indicadores referem-se efetivamente às perdas, logo, são considerados melhores quanto menor for o valor encontrado.

A partir desta organização sequencial, considerou-se como referência de cada indicador o valor relativo à posição 86 da lista, o que representa exatamente os primeiros 25% do total de municípios avaliados, de forma que todos os municípios acima do valor de referência são considerados os de melhor desempenho para o indicador em questão. Na Figura 3 é apresentado o esquema da realização do *benchmarking* geral.

**Figura 3 - Esquema para realização do benchmarking geral**



Foi atribuída uma pontuação de 0 a 4 para cada um dos 345 municípios. Essa pontuação refere-se ao número de listas, entre as quatro obtidas, uma para cada indicador, em que o município apresentou um índice melhor ou igual ao valor de referência determinado pela metodologia de *benchmarking*. A distribuição de pontos se deu, portanto, da seguinte forma:

- Municípios que não apresentaram nenhum índice melhor que os valores de referência para qualquer um dos quatro indicadores (IN010, IN013, IN049 e IN051) receberam 0 pontos;
- Municípios que apresentaram índice melhor que o valor de referência para um dos indicadores avaliados receberam 1 ponto;
- Municípios que apresentaram índices melhores que os valores de referência para dois dos indicadores avaliados receberam 2 pontos;
- Municípios que apresentaram índices melhores que os valores de referência para três dos indicadores avaliados receberam 3 pontos;
- Municípios que apresentaram índices melhores que os valores de referência para todos os indicadores avaliados receberam 4 pontos, ou seja, apresentaram melhor desempenho e, por isso, foram aprovados no *benchmarking* geral.

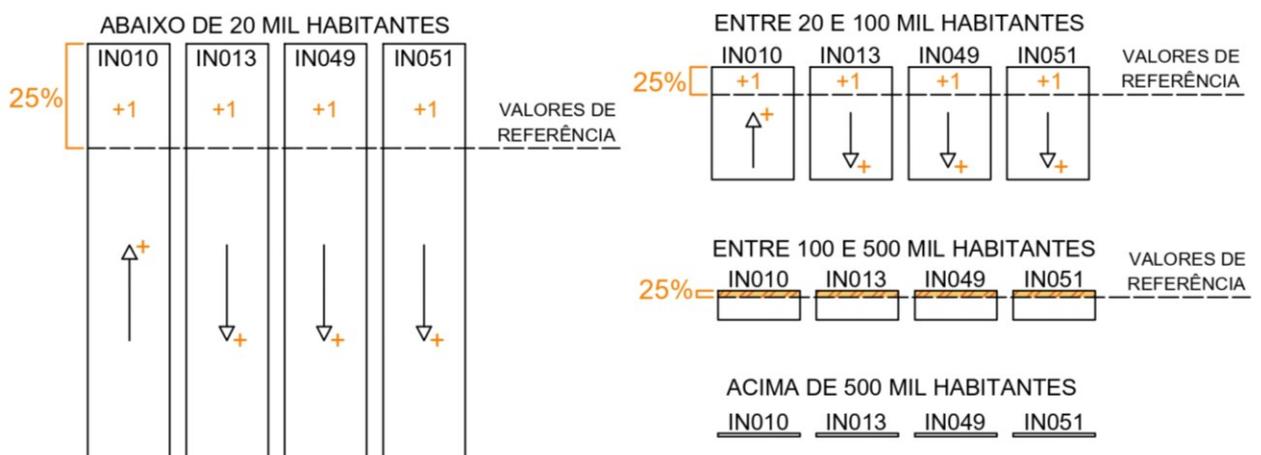
Cabe observar que os municípios com algum dado não congruente, por exemplo valores negativos, tiveram o resultado para este indicador descartado. Também, apesar dos municípios terem sido pontuados no *benchmarking* sem estratificação, os dados foram analisados em gráfico *boxplot* com a separação dos municípios em estrato populacional, a fim de possibilitar uma melhor visualização dos valores de referência obtidos pelo *benchmarking* geral, e a identificação de tendências em municípios com porte similar.

### 3.3.2 Benchmarking estratificado

Para o *benchmarking* estratificado a metodologia descrita no item anterior foi repetida considerando a separação dos municípios em estratos populacionais, como apresentado na tabela 1.

Para cada estrato, foi considerado como referência de cada indicador o valor relativo à posição que representa os primeiros 25% do total de municípios avaliados. Dessa forma, foi considerada a posição 64 para o estrato inferior a 20 mil habitantes, posição 17 para estrato populacional entre 20 mil a 100 mil habitantes e posição 4 para estrato populacional entre 100 mil a 500 mil em cada indicador. Como o quarto estrato populacional, superior a 500 mil habitantes, possui apenas dois municípios, não foi possível estabelecer a posição relativa aos 25% melhores para valor de referência. O esquema da realização do *benchmarking* estratificado é apresentado na Figura 4.

**Figura 4 - Esquema para realização do benchmarking estratificado**



Do mesmo modo que no *benchmarking* geral, foi atribuída pontuação de 0 a 4 para cada município, agora levando em consideração o estrato populacional em que se encontra. Os dois municípios pertencentes ao quarto estrato, superior a 500 mil habitantes, permaneceram com pontuação nula.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Avaliação do indicador de média de consumo per capita de água (IN022)

A análise dos indicadores iniciou-se a partir da avaliação das médias relativas ao consumo per capita de água, presente na base de dados do SNIS, indicador IN022, para o ano de 2021. Calculou-se a média entre as taxas dos 345 municípios atendidos pela companhia de saneamento do Paraná (SANEPAR), categorizados por estrato populacional, análise apresentada na tabela 2.

**Tabela 2 - Média do indicador IN022 por estrato populacional**

Estratos Populacionais	Nº de Municípios	Média IN022 - l/hab./dia	Desvio Padrão IN022
Inferior a 20 mil habitantes	256	122,14	25,44
Entre 20 mil e 100 mil habitantes	69	128,07	30,95
Entre 100 mil e 500 mil habitantes	18	128,70	21,34
Superior a 500 mil habitantes	2	153,90	27,94

Fonte: Adaptado de SNIS (2022)

Observa-se uma tendência de crescimento do consumo per capita quanto maior o número de habitantes do município. Von Sperling (2014) apresenta faixas típicas do consumo per capita de água a partir do porte da comunidade. O primeiro estrato populacional, inferior a 20 mil habitantes, possui municípios de porte povoado rural, vila e pequenas localidades. O intervalo típico de consumo para essas comunidades proposto por Von Sperling (2014) foi de 90 a 140 L/hab/dia, 100 a 160 L/hab/dia e 110 a 180 L/hab./dia respectivamente. A média obtida entre os 256 municípios do primeiro estrato foi equivalente a 122,14 L/hab./dia., valor inserido em todos os intervalos de consumo relacionados.

De forma semelhante, o segundo estrato possui municípios de porte pequena localidade e cidade média, onde os intervalos típicos de consumo segundo o autor são de 110 a 180 L/hab./dia e 120 a 220 L/hab./dia respectivamente. O consumo médio obtido para os 69 municípios deste estrato foi equivalente a 128,07 L/hab./dia. O terceiro estrato possui municípios de porte cidade média e cidade grande, com intervalos típicos de consumo de 120 a 220 L/hab./dia e 150 e 300 L/hab./dia e o consumo médio obtido entre os 18 municípios foi equivalente a 128,70 L/hab./dia. E o

quarto estrato possui municípios de porte cidade grande e o valor médio obtido para o consumo foi equivalente a 153,90 L/hab./dia.

Sabe-se que o consumo de água, além da população, é afetado por outros fatores, como clima, renda familiar, valor da tarifa, nível de industrialização e prática da agricultura do município, entre outros (TSUTIYA, 2006). Nesta análise foi considerado apenas o fator população, e em faixas populacionais diferentes das usadas por Von Sperling (2014), o que pode gerar algumas diferenças, porém, ainda assim, a tendência de maior consumo em cidades maiores proposta pelo autor foi verificada.

#### 4.2 Avaliação do indicador de perda de água (IN049)

No que concerne ao indicador IN049, índice de perda de água na distribuição, verifica-se que existe tendência de crescimento do índice com o número de habitantes, com exceção do quarto estrato, conforme a tabela 3.

**Tabela 3 - Média do indicador IN049 por estrato populacional**

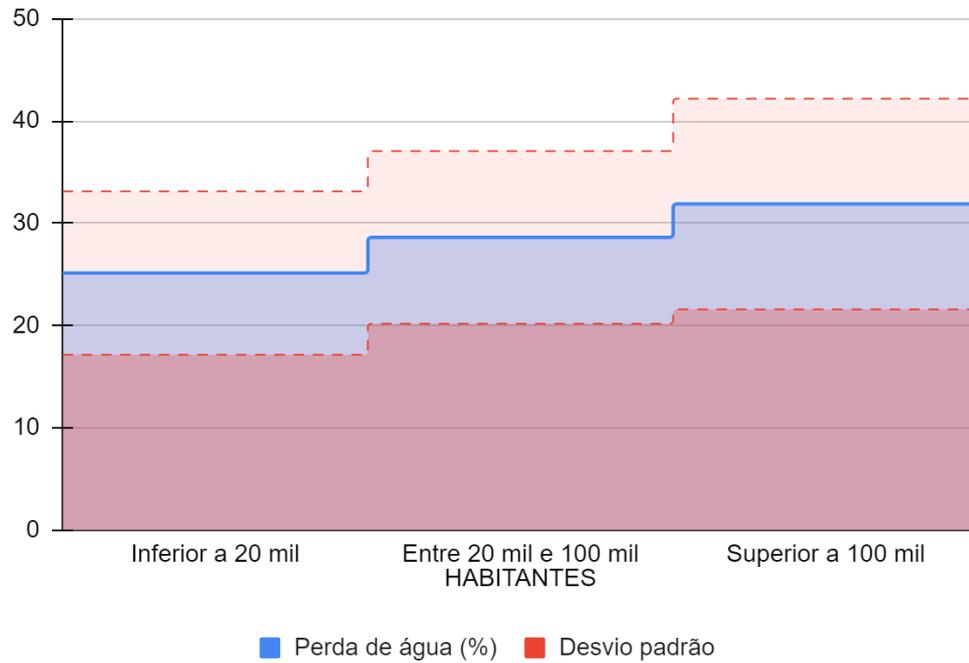
Estratos Populacionais	Nº de Municípios	Média IN049 - %	Desvio Padrão IN049
Inferior a 20 mil habitantes	256	25,13	7,99
Entre 20 mil e 100 mil habitantes	69	28,62	8,43
Entre 100 mil e 500 mil habitantes	18	32,16	10,78
Superior a 500 mil habitantes	2	29,31	5,25

Fonte: Adaptado de SNIS (2022)

Além do porte do município, os níveis de perda de água na distribuição podem ser influenciados pela idade da rede de abastecimento, a presença de aglomerados subnormais, existência e alcance de um Plano de Combate às perdas, entre outros fatores (SANTI, 2018). Em adição a estes, o diferente comportamento observado no quarto estrato pode estar relacionado ao tamanho da amostra, com apenas dois municípios. Além disso, há que se considerar que um deles é a capital Curitiba (330 anos) e o outro a cidade de Londrina (87 anos), o primeiro com aproximadamente 2 milhões de habitantes e o segundo com cerca de 580 mil habitantes.

Na figura 5, os dois municípios do quarto estrato foram agregados a um terceiro estrato, agora denominado superior a 100 mil. Nesta análise, observa-se tendência de crescimento do índice com o aumento da população.

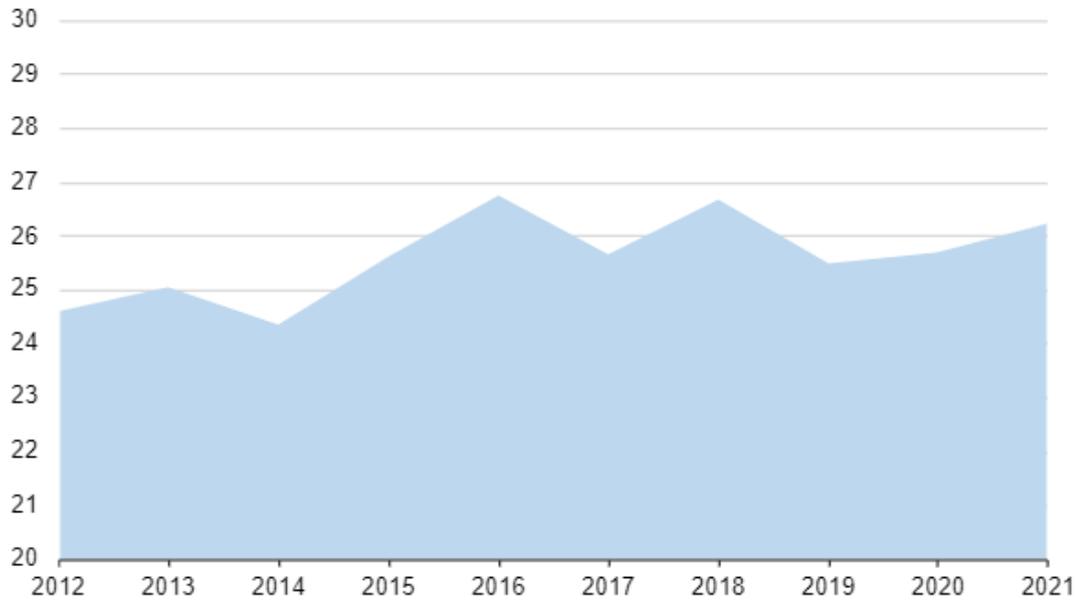
**Figura 5 - Distinção do índice de perda de água entre os estratos populacionais**



Fonte: Adaptado de SNIS (2022)

Cabe destacar que a média nacional do índice de perdas na distribuição, IN049, em 2021 foi de 40,3%, a região sul apresentou valor de 36,9%, o estado do Paraná 33,8% e a companhia SANEPAR 26,2%. Assim, destaca-se a qualidade do atendimento da companhia, que oferece água tratada a 100% da população dos 345 municípios atendidos e possui seis de seus municípios entre os 20 primeiros no Ranking do Saneamento do Brasil (AEN, 2023). A figura 6 apresenta a evolução do indicador IN049 para a SANEPAR de 2012 a 2021.

**Figura 6 - Índice de perdas referente à companhia SANEPAR ao longo dos últimos 10 anos**

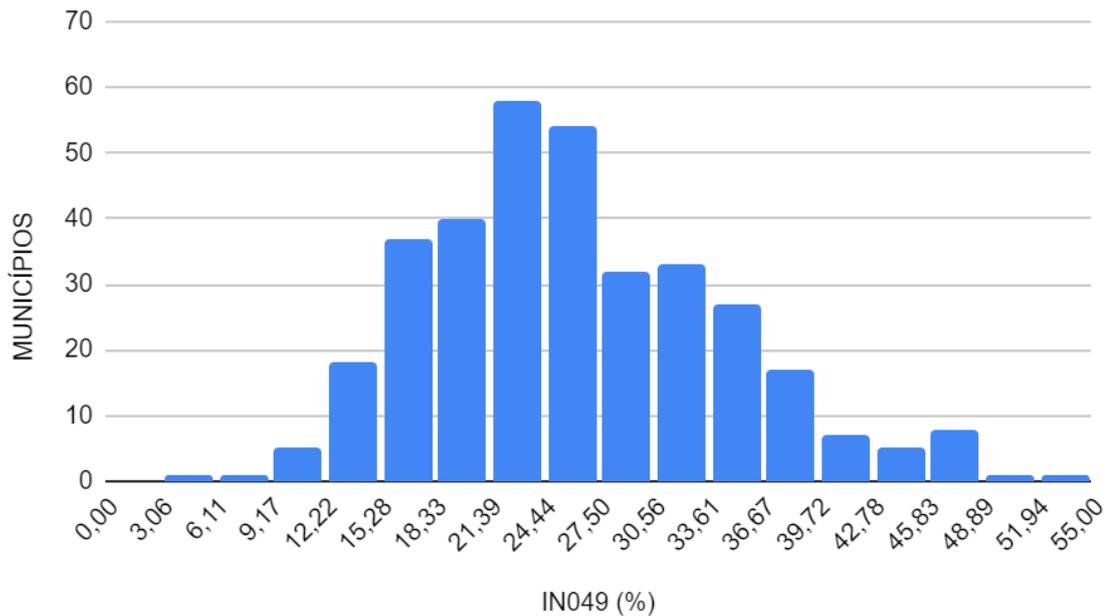


Fonte: Adaptado de SNIS (2022)

O índice de perda para os 10 anos analisados pode ser considerado linear, já que não são identificadas inclinações acentuadas. Apesar de apresentar taxas menores que as nacionais, é importante observar que é sempre oportuno o contínuo combate às perdas, bem como a utilização de novas tecnologias para melhorar ainda mais o abastecimento de água e, por conseguinte, os resultados deste indicador.

Para melhor visualização dos resultados deste indicador nos municípios avaliados nesta pesquisa, apresenta-se o histograma de frequência (Figura 7) que mostra 65 municípios com índice de perdas maior que a média estadual (33,8%), e a maioria, 280 municípios, com índice inferior. Além disso, a maior concentração de municípios está próxima ao percentil de 25%, estabelecido como máximo pela Portaria nº 490/2021 do MDR.

**Figura 7 - Histograma do índice IN049 referente ao ano de 2021 para os municípios analisados**



Fonte: Adaptado de SNIS (2022)

Apesar da média da companhia estar abaixo da média estadual, 65 municípios estão com índice maior, evidenciando oportunidades de melhoria em seus sistemas. Ainda, destaca-se que 22 municípios possuem índice superior a 40% e, por isso, podem ser alvo de pesquisas e ações específicas para redução nas taxas de perda.

### 4.3 Benchmarking geral

No *benchmarking* geral, considerando os resultados de todos os municípios, obtiveram-se os valores considerados como referência para cada indicador, conforme apresentado na tabela 4.

Cabe enfatizar que o valor de referência é o valor relativo à posição 86, que representa exatamente os primeiros 25% do total de municípios avaliados, de forma que todos os municípios acima do valor de referência são considerados os de melhor desempenho para o indicador em questão. O município de Diamante do Sul foi eliminado da análise no indicador IN013 por apresentar taxa percentual negativa.

Comparando-se os resultados desta pesquisa com os encontrados por Pertel et al. (2016), também apresentados na tabela 4, observa-se que estes autores encontraram valores piores de referência para *benchmarking*. Esta circunstância, provavelmente, está associada ao fato de que estes autores desenvolveram a

metodologia para 22 companhias estaduais em operação no Brasil, já esta pesquisa observou os resultados apenas para a SANEPAR.

**Tabela 4 - Valor referência para o benchmarking geral**

Valor Referência			
IN010 (%)	IN013 (%)	IN049 (%)	IN051 (L/lig./dia.)
79,69	15,31	20,09	88,27
Valores de referência (Pertel <i>et. al.</i> , 2016)			
IN010 (%)	IN013 (%)	IN049 (%)	IN051 (L/lig./dia.)
65,48	24,10	33,00	254,20

Para o indicador IN010 (índice de micromedicação relativo ao volume disponibilizado), o valor de referência obtido foi de 79,69%, portanto, os municípios com taxa igual ou superior a este valor receberam 1 ponto.

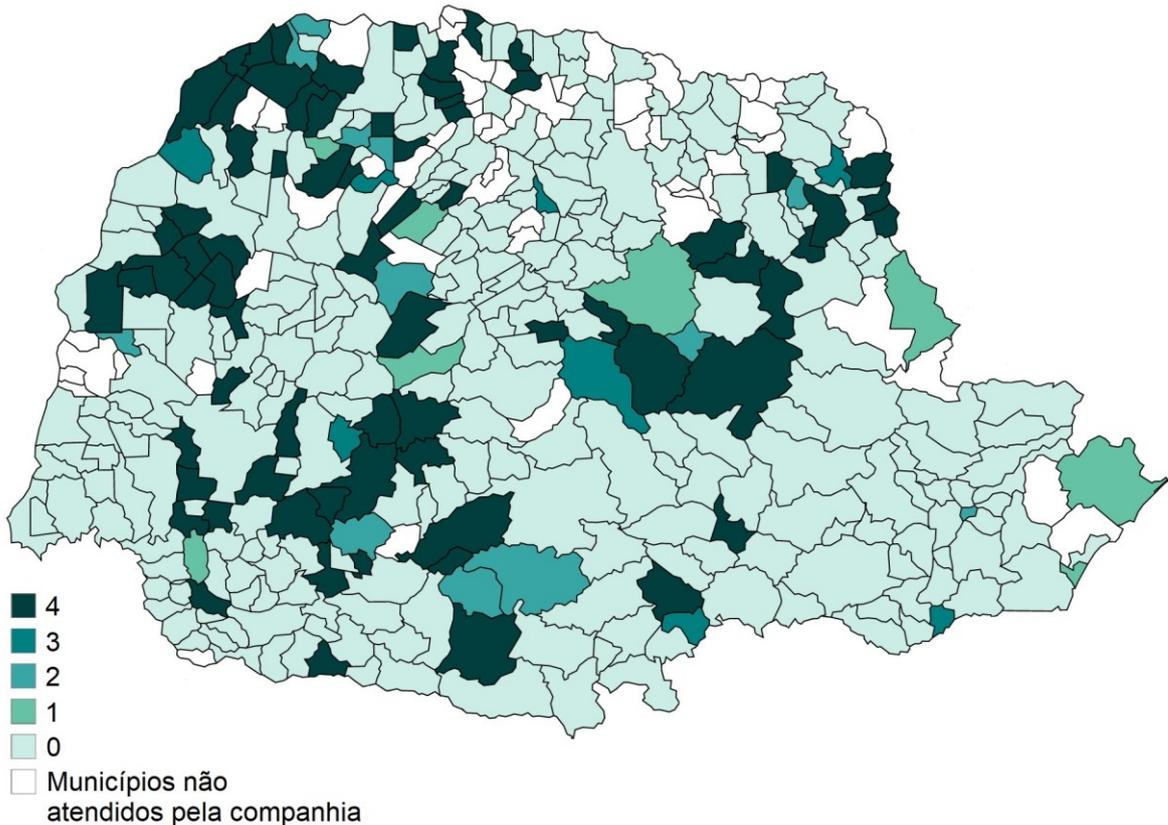
De forma semelhante, para o indicador IN013 (índice de perdas no faturamento), o valor de referência foi de 15,31% e, do mesmo modo, todos os municípios com índice igual ou inferior a este valor receberam 1 ponto.

Análogo a isto, para o indicador IN049 (índices de perdas na distribuição), o valor de referência foi de 20,09%, todos os municípios com índice igual ou inferior a este valor receberam 1 ponto.

Finalmente, para o indicador IN051 (índice de perdas por ligação), o valor de referência foi de 88,27 L/lig./dia, todos os municípios com índice igual ou inferior a este valor receberam 1 ponto.

Considerando estas regras, os municípios poderiam receber de 0 a 4 pontos. A pontuação total atribuída aos municípios está disponível no Apêndice B. No total, 72 municípios obtiveram 4 pontos (melhor desempenho), considerados, portanto, aprovados no *benchmarking* geral. A distribuição da pontuação é ilustrada conforme a Figura 8.

**Figura 8 - Pontuação dos municípios pelo benchmarking geral**



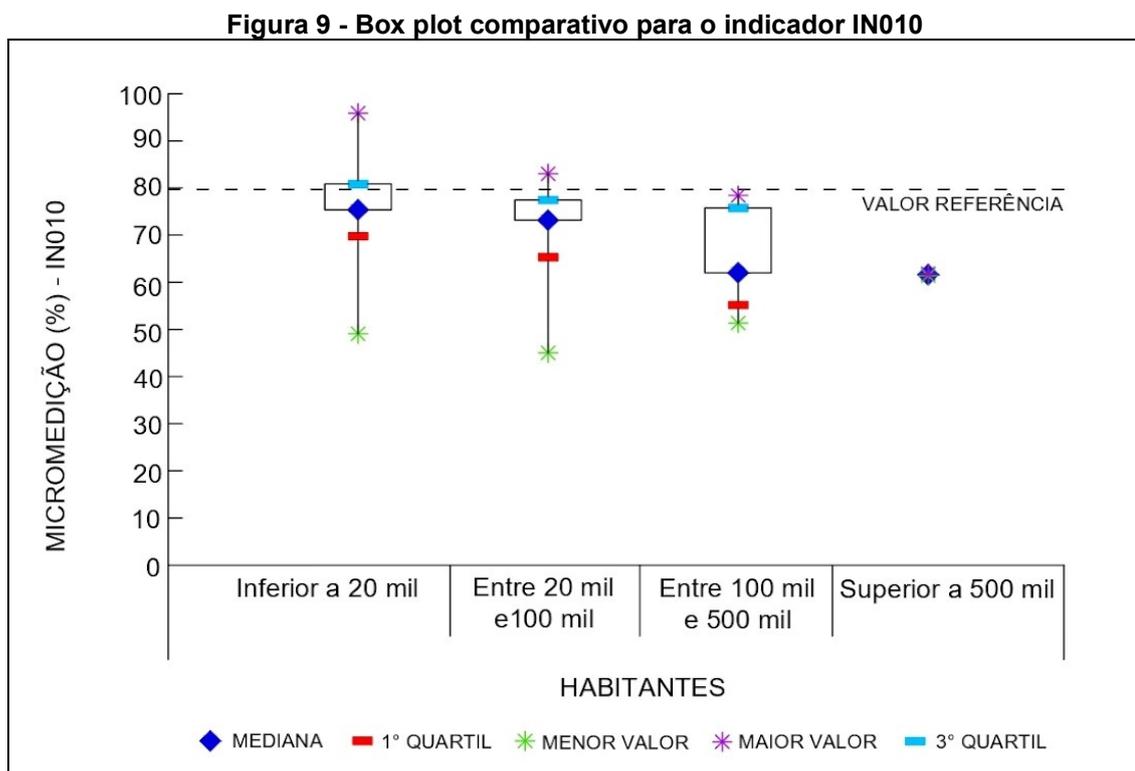
Da observação da ilustração, percebe-se maior concentração de municípios com 4 pontos na região oeste do que na região leste do estado. Este fato poderia ser utilizado pela companhia de saneamento, por exemplo, para nortear ações de combate às perdas e, também, para avaliar boas práticas que estejam sendo realizadas nos municípios com pontuação superior. As boas práticas, quando identificadas, poderiam ser replicadas nos municípios com pontuação inferior, contribuindo com os resultados da companhia como um todo.

Com o propósito de analisar de forma mais detalhada, os resultados para o *benchmarking* geral foram organizados em gráficos box plot. Para a construção dos gráficos, foram utilizadas as informações de maior e menor valor, valor da mediana (50%), e valores de 1° e 3° quartis (25 e 75%), obtidos para cada indicador em cada estrato populacional.

Os resultados estão separados em estratos populacionais para facilitar a visualização, mas os valores de referência tracejados são os obtidos no *benchmarking* geral e apresentados na tabela 4. A figura 9 apresenta o gráfico box plot para o indicador IN010, índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado. Como já

citado anteriormente, ao contrário dos demais indicadores avaliados, este indicador é considerado melhor quanto maior for o valor, já que trata da micromedição praticada nos sistemas e não efetivamente de perdas.

No quarto estrato populacional, composto por municípios de população superior a 500 mil habitantes, não foi possível retirar informações de 1° e 3° quartil, os valores superior e inferior foram inseridos para a comparação com os demais.



A diferença entre o maior e o menor valor é superior nos primeiros estratos, o que mostra maior heterogeneidade na situação de micromedição entre os municípios de pequeno porte. A amplitude entre o maior e o menor valor foi decrescente entre os estratos, chegando a convergir em um único ponto no quarto estrato populacional. A mediana, ou seja, 50% dos municípios, foi inferior ao valor de referência em todos os estratos, assim como o 3° quartil para os estratos entre 20 mil e 100 mil e entre 100 mil e 500 mil habitantes.

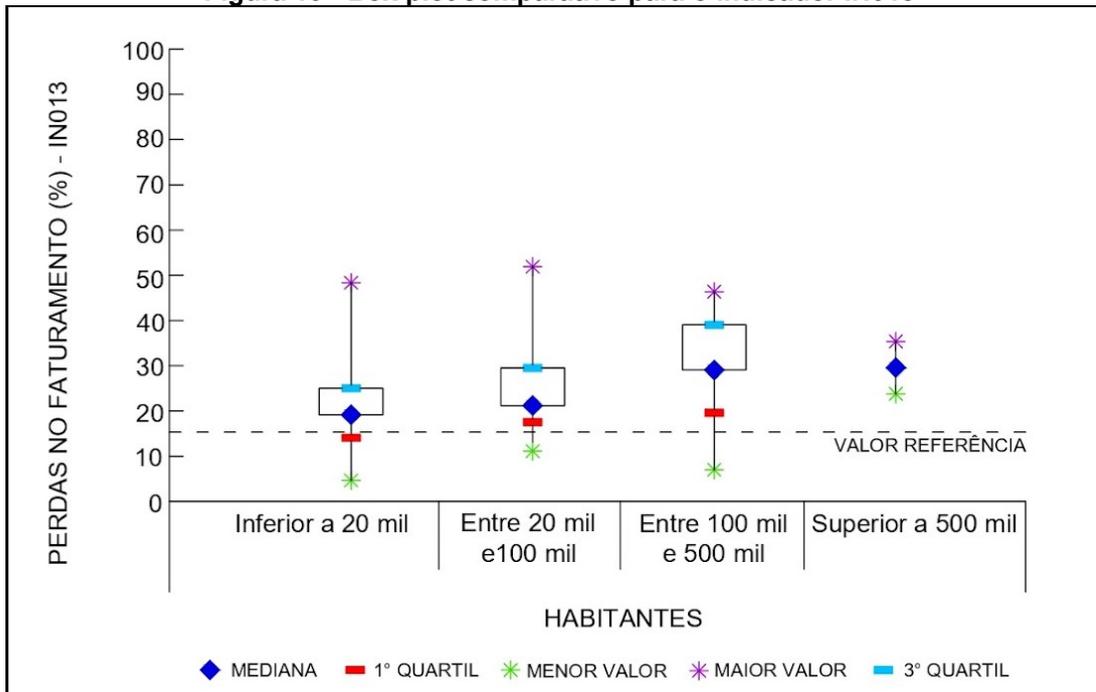
O valor de referência para IN010 foi 79,69%, superior ao encontrado por Pertel *et. al.* (2016) que foi de 65,48%. Destaca-se que a pesquisa destes autores incluiu análise em mais de 4 mil municípios brasileiros, atendidos por 22 companhias estaduais diferentes, o que justifica o valor menor, especialmente considerando a

realidade precária do saneamento em muitas cidades brasileiras. Além disso, os valores mínimos dentre os municípios avaliados não são inferiores a 40%, enquanto na amostra de Pertel *et. al.* (2016) alguns municípios possuem taxas inferiores a 10%.

Acentua-se que a medição em cada ponto de consumo do sistema de abastecimento é essencial, pois uma correta micromedição possibilita o conhecimento, diagnóstico, alterações e avaliações das diversas situações operacionais (Tsutiya, 2006). Portanto, buscam-se sistemas com maiores taxas praticáveis para o IN010, assim dispondo das informações necessárias para divisão dos custos de manutenção e implantação dos sistemas, e em adição induzindo à redução do desperdício de água por parte do consumidor (SNIS, 2022).

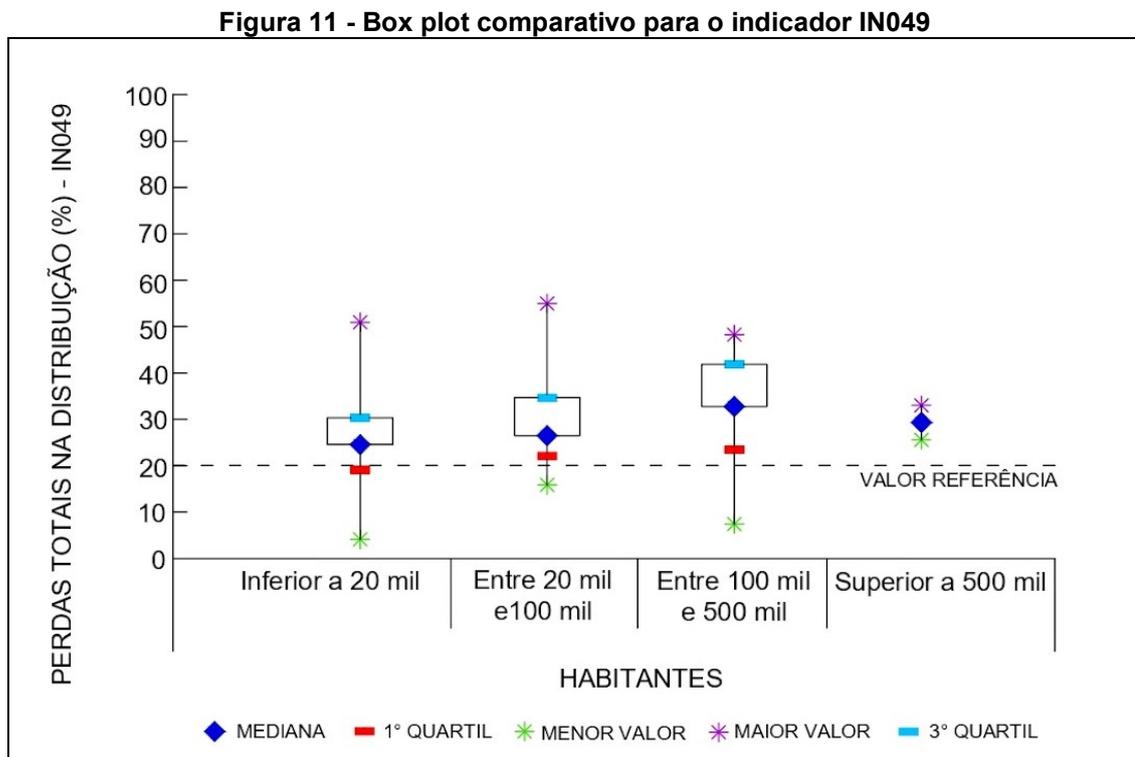
Análogo ao exposto anteriormente, o box plot obtido para o indicador de perdas no faturamento (IN013) é demonstrado na figura 10. Diferentemente do indicador anterior, este indicador é considerado melhor quanto menor for o valor encontrado. Para este indicador, todas as medianas estão acima do valor de referência, assim como o 3º quartil para todos os estratos e o 1º quartil para os estratos entre 20 mil e 100 mil e entre 100 mil e 500 mil habitantes. Os valores para os dois municípios do quarto estrato, superior a 500 mil habitantes, estão acima do valor de referência.

**Figura 10 - Box plot comparativo para o indicador IN013**



O valor de referência obtido, 15,31%, é inferior ao apresentado por Pertel *et. al.* (2016), que foi de 24,10%. Somado a isso, os piores (maiores) valores não superam 60%, enquanto os valores máximos apresentados por Pertel *et. al.* (2016) foram próximos a 90%. Estes resultados evidenciam, em comparação com outras companhias estaduais, a qualidade do atendimento nos municípios analisados.

O box plot obtido para o índice de perdas totais na distribuição, IN049, é apresentado na figura 11. O valor de referência foi de 20,09%, inferior ao obtido por Pertel *et. al.* (2016) que foi de 33%. Corroborando a conclusão dos indicadores anteriores que também mostram resultados melhores para os municípios paranaenses analisados em comparação às companhias avaliadas pelos autores.



Os valores de mediana e 3º quartil estão acima dos valores de referência em todos os estratos, assim como os valores de 1º quartil nos estratos entre 20 mil e 100 mil e entre 100 mil e 500 mil habitantes.

Em relação a avaliação qualitativa do índice de perdas, Tsutiya (2006) propõe uma classificação como bom para índice total de perdas menor que 25%, regular para índice total de perdas entre 25% e 40% e ruim para índice total de perdas maior que 40%. Já pela metodologia desta pesquisa, os sistemas considerados bons têm taxa menor que 20%, valor referência encontrado no *benchmarking* geral. A tabela

5 apresenta o quantitativo de municípios considerando a classificação qualitativa de Tsutiya (2006).

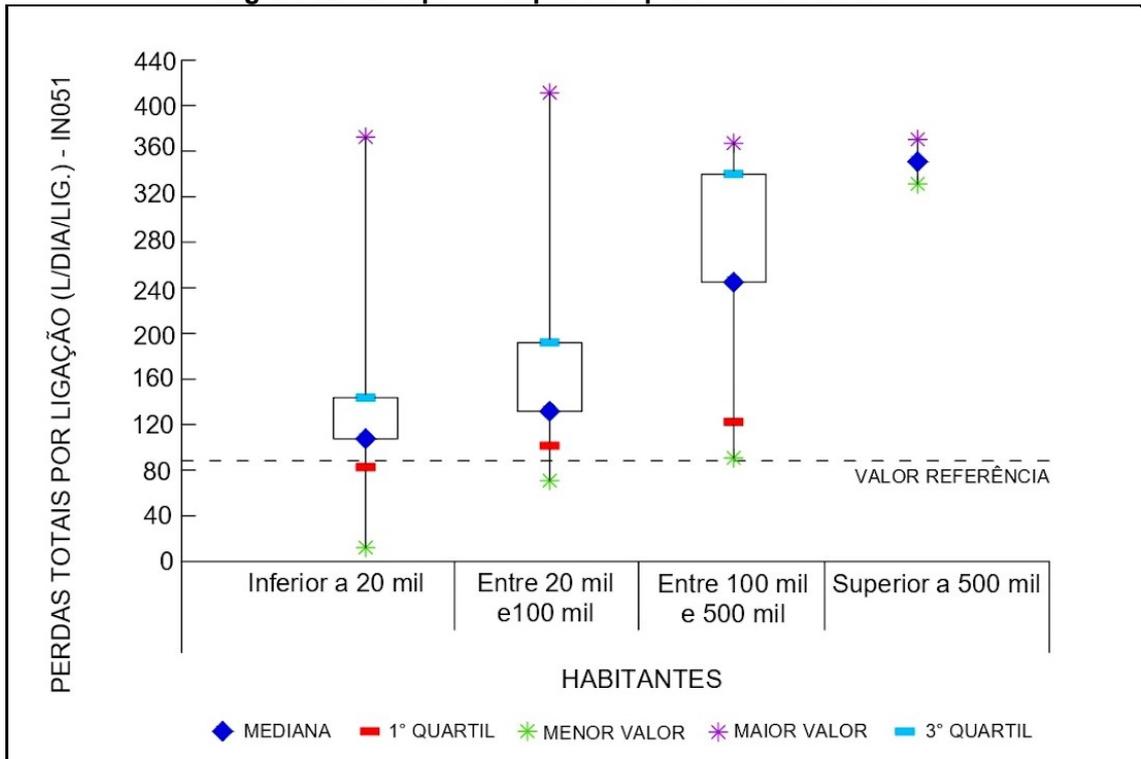
**Tabela 5 - Classificação dos sistemas de abastecimento da SANEPAR**

Estratos Populacionais	Classificação do Sistema			TOTAL
	Bom	Regular	Ruim	
Inferior a 20 mil habitantes	40,00%	31,01%	3,19%	74,20%
Entre 20 mil e 100 mil habitantes	8,70%	9,57%	1,74%	20,00%
Entre 100 mil e 500 mil habitantes	1,74%	2,32%	1,16%	5,22%
Superior a 500 mil habitantes	0,00%	0,58%	0,00%	0,58%
-	50,43%	43,48%	6,09%	100%

Utilizando a classificação qualitativa proposta por Tsutiya (2006), mais de 50% dos municípios estudados, num total de 174, são considerados bons. Como a proposição de *benchmarking* desta pesquisa é mais restritiva, incluindo como bons apenas os 25% melhores, o valor de referência também foi mais restritivo e, conseqüentemente, inferior (melhor) ao deste autor.

Por fim, o gráfico obtido para o indicador IN051, perdas totais por ligação, pode ser observado na figura 12. A análise destes resultados mostra tendência crescente com o aumento no número de habitantes.

Figura 12 - Box plot comparativo para o indicador IN051



Apenas os menores valores do primeiro e do segundo estrato populacional e o 1º quartil do primeiro estrato estão abaixo do valor de referência. Todos os municípios com mais de 100 mil habitantes apresentaram índice de perda total por ligação maior que o valor de referência. O valor de referência encontrado foi de aproximadamente 88 L/lig/dia, muito inferior ao encontrado por Pertel *et. al.* (2016) que foi superior a 250 L/lig/dia.

#### 4.4 Benchmarking estratificado

Este *benchmarking* foi realizado com os 345 municípios separados nos estratos populacionais correspondentes. Na tabela 6, é possível observar os valores de referência, relativos à posição 64 para o estrato inferior a 20 mil habitantes, posição 17 para estrato populacional entre 20 mil e 100 mil habitantes e posição 4 para estrato populacional entre 100 mil e 500 mil habitantes.

**Tabela 6 - Valores de referência para o benchmarking estratificado**

Estrato Populacional	Valor de Referência			
	IN010 (%)	IN013 (%)	IN049 (%)	IN051 (L/lig./dia.)
Inferior a 20 mil habitantes	80,82	14,09	19,11	82,69
Entre 20 mil e 100 mil habitantes	77,44	17,53	22,09	101,45
Entre 100 mil e 500 mil habitantes	75,76	19,55	23,45	122,50
Superior a 500 mil habitantes	-	-	-	-

Como para o quarto estrato não foi possível estabelecer a posição relativa aos 25% melhores para valor de referência, para fim comparativo, o índice mais satisfatório do último estrato populacional para cada indicador pode ser observado na tabela 7.

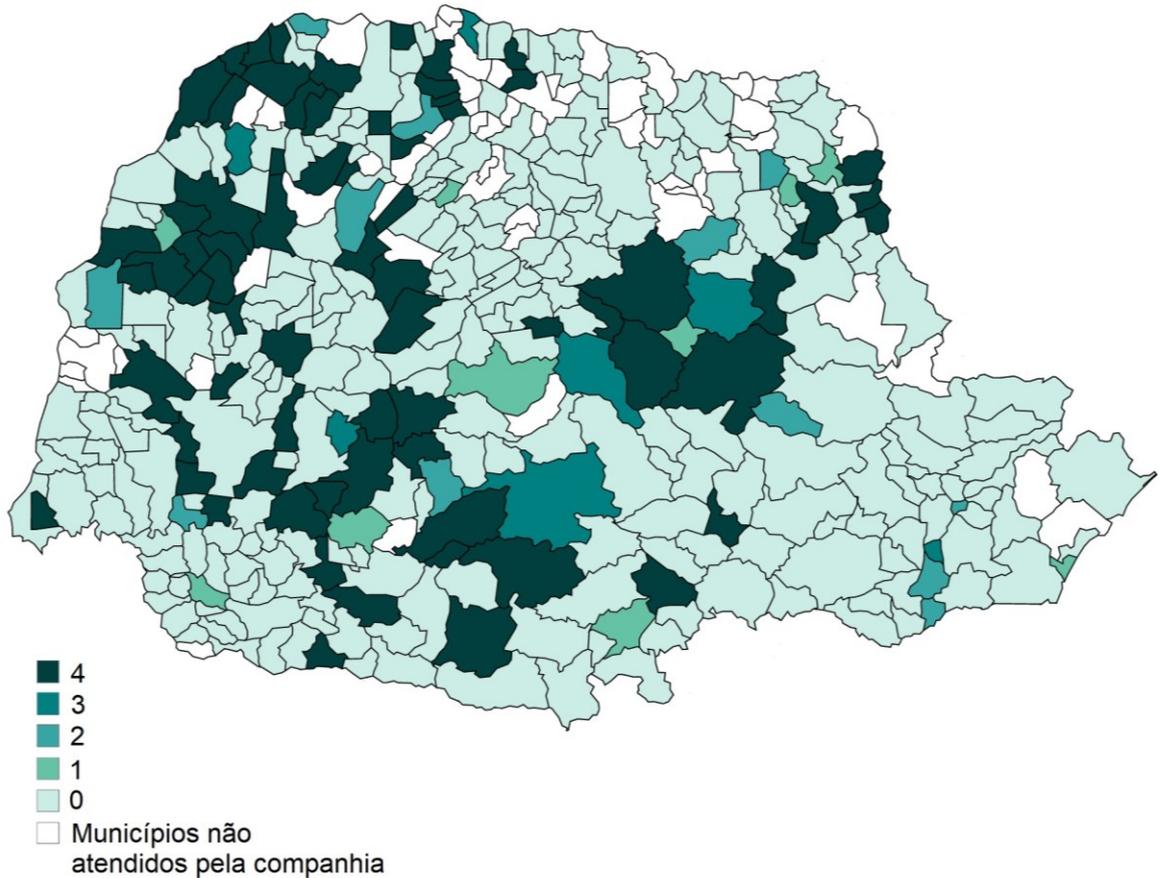
**Tabela 7 - Índice mais satisfatório do estrato superior a 500 mil habitantes**

Estrato Populacional	IN010 (%)	IN013 (%)	IN049 (%)	IN051 (L/lig./dia.)
Superior a 500 mil habitantes	61,85	23,79	25,60	331,31

Utilizando novamente a classificação qualitativa de Tsutiya (2006), agora com os valores para cada estrato populacional presentes na tabela 5, 40% dos municípios do primeiro estrato são classificados como bons, equivalente a 138, mais de 8% do segundo estrato, equivalente a 30, menos de 2% do terceiro estrato, equivalente a 6 e 0 municípios do quarto estrato. Já pela análise desta pesquisa foram classificados como bons apenas 64 do primeiro estrato, 17 do segundo estrato e 4 do terceiro estrato.

A partir da atribuição de pontos para cada município, agora conforme o estrato populacional em que se encontra, obtiveram-se as pontuações indicadas no Apêndice C. Os dois municípios pertencentes ao quarto estrato, superior a 500 mil habitantes, permaneceram com pontuação nula. A distribuição da nova pontuação pode ser observada na figura 13.

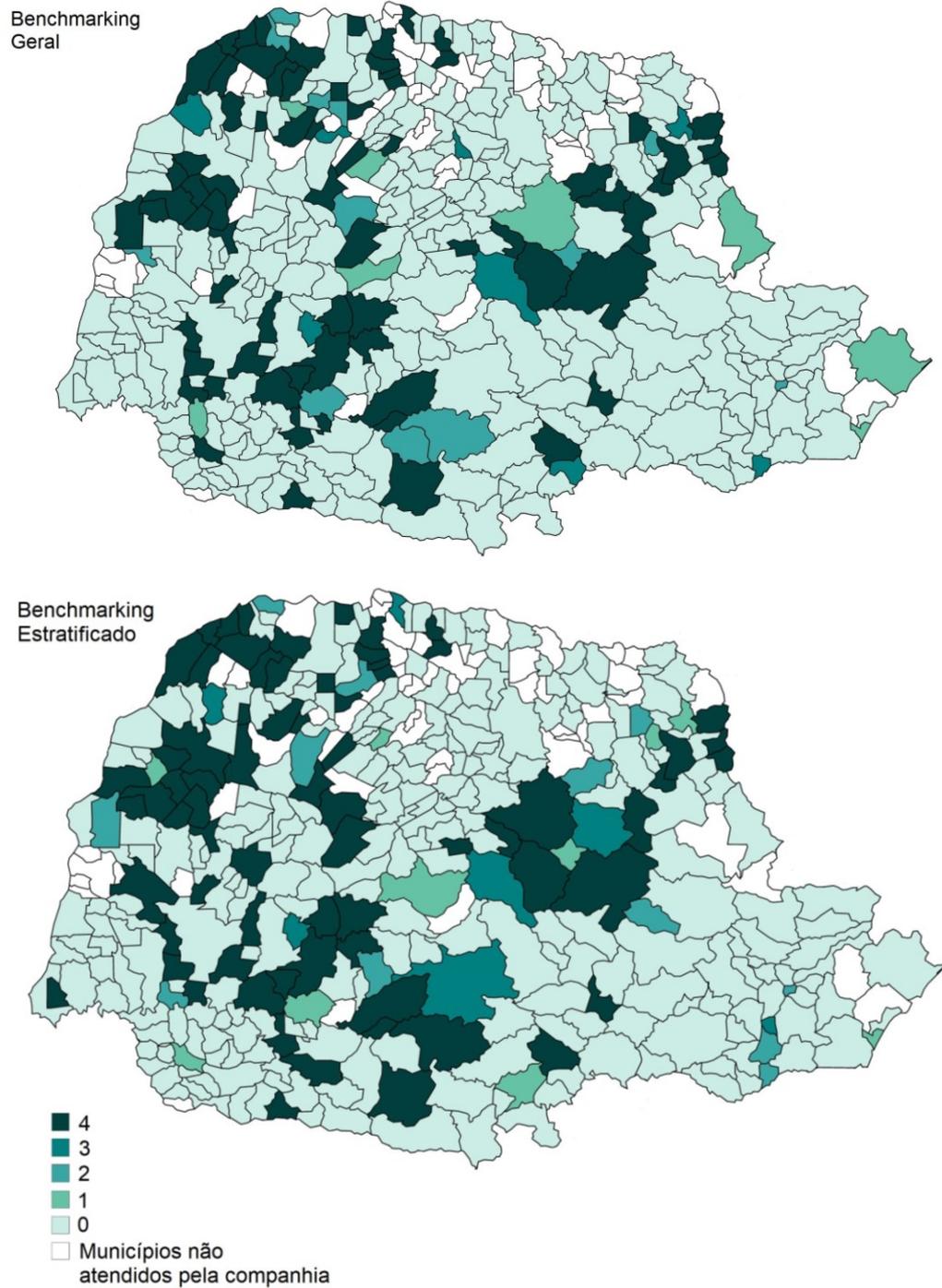
**Figura 13 - Pontuação dos municípios pelo benchmarking estratificado**



#### 4.5 Comparação entre os resultados de Benchmarking geral e estratificado

Entre os municípios analisados, 51 obtiveram pontuações diferentes entre os dois *benchmarks*, 31 obtiveram pontuação menor no *benchmarking* estratificado do que no geral, todos pertencentes ao estrato inferior a 20 mil habitantes, e 20 obtiveram pontuação maior, 4 pertencentes ao estrato entre 100 mil e 500 mil habitantes e os demais pertencentes ao estrato entre 20 mil e 100 mil habitantes. A comparação entre as representações pode ser visualizada na Figura 14.

**Figura 14 - Comparação das pontuações obtidas pelos dois benchmarkings**



Destacam-se os municípios Altônia, Coronel Vivida, Cruzeiro do Oeste, Santa Terezinha de Itaipú, Ubatã, Toledo e Umuarama, os cinco primeiros pertencentes ao segundo estrato populacional e os dois últimos ao terceiro estrato, que receberam pontuação equivalente a 0 no *benchmarking* geral e foram aprovados com pontuação equivalente a 4 no *benchmarking* estratificado, indicando que a avaliação entre

municípios de porte similar pode levar a conclusões distintas do que aquelas provenientes da análise no âmbito geral da companhia.

Outros municípios pertencentes ao terceiro estrato que tiveram a pontuação aumentada foram Fazenda Rio Grande e Guarapuava, que partiram da pontuação 0 no *benchmarking* geral para 3 no estratificado. O resumo da diferença nos resultados entre os dois *benchmarks* pode ser visualizado na tabela 8.

**Tabela 8 - Resumo de dados de aprovação no benchmarking**

Benchmarking Geral	Estratos	Inferior a 20 mil	Entre 20 mil e	Entre 100 mil e	Superior a 500	Total
	Populacionais	habitantes	100 mil habitantes	500 mil habitantes	mil habitantes	
	Pontos	Número de municípios				
	4	68	4	0	0	72
	3	8	0	0	0	8
	2	9	2	1	0	12
	1	6	2	0	0	8
	0	166	60	17	2	245
Benchmarking Estratificado	Estratos	Inferior a 20 mil	Entre 20 mil e	Entre 100 mil e	Superior a 500	Total
	Populacionais	habitantes	100 mil habitantes	500 mil habitantes	mil habitantes	
	Pontos	Número de municípios				
	4	56	13	2	0	71
	3	4	1	2	0	7
	2	6	5	1	0	12
	1	7	3	0	0	10
	0	183	47	13	2	245

A tabela demonstra que o número total de municípios aprovados com 4 pontos é semelhante, porém com representantes diferentes na análise geral para a análise estratificada. Também, as pontuações dentro dos estratos foram mais distribuídas quando a análise foi feita de forma separada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de abastecimento devem sempre buscar a redução das perdas de água, com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento natural sustentável e com a economia dos recursos hídricos, e de reduzir os valores de produção. Deste modo, as pesquisas realizadas nesta área são de grande contribuição para o setor.

Este trabalho avaliou, por meio de *benchmarking*, o desempenho dos sistemas de abastecimento de água da companhia de saneamento do Paraná (SANEPAR) a vista dos indicadores operacionais de perdas de água disponibilizados pelo SNIS.

Os baixos índices médios de perdas, quando comparado ao cenário nacional, reforçam a qualidade do atendimento nos municípios analisados, porém, quando comparado com os dados referentes aos países desenvolvidos, recomendação da AWWA (*American Water Works Association*), de que a taxa de perdas de água na distribuição não deve exceder 10%, ou a previsão da Portaria nº 490/2021 do MDR, de que as perdas deveriam ser reduzidas ao percentil de 25%, são colocadas em evidência a fragilidade dos sistemas de abastecimento brasileiros e a necessidade da companhia paranaense em continuar investindo em ações para redução das perdas.

A atenção da companhia deve ser maior em relação aos sistemas que apresentaram maiores índices de perda, já que na caracterização verificou-se que cada município possui suas características particulares e diferentes índices para a perda de água. Porém, além dos índices, é necessário avaliar outras variáveis para ações, como o porte e viabilidade financeira, já que o volume produzido se difere entre os sistemas, logo, o mesmo percentil de perda de água em dois municípios que possuem populações atendidas distintas não traduz o mesmo volume de água perdido.

Quando calculada a média do índice IN022 (média do consumo per capita de água) e do índice IN049 (índice de perdas na distribuição) para os estratos populacionais, foi possível perceber a tendência de aumento em municípios mais populosos, confirmando a existência dos diferentes perfis de consumo que sofrem influência, entre outros fatores, do porte dos municípios, fator que interfere também nas perdas de água, por conta da dificuldade no gerenciamento de perdas em sistemas mais extensos.

A partir da determinação do *benchmarking* geral foi possível destacar 72 municípios com melhor desempenho, a grande maioria, 68, parte do primeiro estrato

populacional. Além disso, em comparação com os resultados apresentados pela metodologia de Pertel *et. al.*, verificou-se que como o estudo foi realizado com apenas um prestador, destaque diante das demais companhias estaduais de saneamento básico do país, os índices apresentados nesta pesquisa foram mais satisfatórios.

Após determinação do *benchmarking* estratificado, destacaram-se 71 municípios com melhor desempenho, quantidade próxima ao do *benchmarking* geral, porém, mais municípios dos outros estratos, segundo e terceiro, receberam 4 pontos. Além disso, houve a alteração da pontuação de diversos municípios, alguns municípios pertencentes ao primeiro estrato populacional receberam uma pontuação menor no segundo *benchmarking*, enquanto alguns municípios mais populosos do estado receberam pontuação maior.

Para o estabelecimento de um paralelo mais adequado, conclui-se que o *benchmarking* estratificado se mostrou mais qualificado para a análise dos sistemas porque compara municípios com características mais próximas em relação ao porte. Também, ações tomadas para a redução das perdas em sistemas de menor porte podem não ser tão eficientes quando aplicadas em sistemas de maior porte, portando, para embasar ações em maiores municípios, é preferível o destaque de municípios com um volume produzido mais próximo.

Para futuros trabalhos, recomenda-se a investigação *in loco* das boas práticas que estão sendo tomadas nos municípios que obtiveram maior pontuação no *benchmarking*, geral para referência aos municípios de menor porte, e estratificado para referência aos municípios de maior porte, replicando essas práticas nos municípios com pontuação inferior. Os dados obtidos poderiam ser utilizados também pela companhia de saneamento para nortear ações de combate às perdas, com atenção aos municípios que possuem altos índices de perda na distribuição e/ou receberam pontuação nula nos *benchmarkings*.

## REFERÊNCIAS

- AEN - Agência Nacional de Notícias. **Seis das 20 cidades com melhor saneamento básico do Brasil são do Paraná**. Sanepar. 2023. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Seis-das-20-cidades-com-melhor-saneamento-basico-do-Brasil-sao-do-Parana>>. Acesso em: 31 mai. 2023.
- AGEPAR - Agência Reguladora do Paraná. **Apresentação**. Governo do Paraná. Curitiba, 2023. Disponível em: <<https://www.agepar.pr.gov.br/Pagina/Apresentacao-23>>. Acesso em 27 mai. 2023.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Ministério do Meio Ambiente e Mudança no Clima. **Entidades Infracionais**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/agencias-infranacionais>>. Acesso em 27 mai. 2023.
- ALEGRE, H; et al; **Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água**. Série de guias técnicos - IWA Publishing. 269p. 2004.
- ALEGRE, H. *et. al.*; **Performance Indicators for Water Supply Services - Second Edition**, London. IWA Publishing, 2006.
- ALEGRE, H. *et. al.*; **Indicadores de desempeño para servicios de abastecimiento de agua** - Tercera edición, València. IWA Publishing. 416p. 2018.
- ARAÚJO, R. A.; **Avaliação dos indicadores disponibilizados no sistema nacional de informações sobre saneamento - SNIS com enfoque no combate às perdas reais**. UFERSA, Mossoró, 39p, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 24512: Atividades relacionadas aos serviços de água potável e esgoto - Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de água e para a avaliação dos serviços de água potável**. Rio de Janeiro: ABTN, 2012.
- AWWA - American Water Works Association. **Comitee Report: Water Accountability. AWWA Leak Detection and Water Accountability Committee. Journal AWWA**, p. 108-111, 1996.
- BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, 2007. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 29 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e, entre outras providências, altera a lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País. Brasília, 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Acesso em: 29 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.329, de 1º de agosto de 2016**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/l13329.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13329.htm). Acesso em: 30 abr. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. SNIS. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Visão Geral** ano de referência 2020. Brasília, 91p, 2021. Disponível em: [http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_AE\\_SNIS\\_2021.pdf](http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf). Acesso em 01 mai. 2023

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. SNIS. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Visão Geral** ano de referência 2021. Brasília, 92p, 2022. Disponível em: [https://arquivos-snis.mdr.gov.br/REPUBLICACAO\\_DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_AE\\_SNIS\\_2022.pdf](https://arquivos-snis.mdr.gov.br/REPUBLICACAO_DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2022.pdf). Acesso em 01 mai. 2023

BRASIL. **Portaria nº 490, de 22 de março de 2021**. Estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art. 50 da Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e no inciso IV do caput do art. 4º do Decreto n. 10.588, de 24 de dezembro de 2020. Ministério do Desenvolvimento Regional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, ed. 55, p. 30, seção 1. 23 mar. 2021.

CAMBRAINHA, Géssika Maria Gama; FONTANA, Marcele Elisa; **Análise da aplicação de investimentos em perdas de água no nordeste brasileiro**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. UFSM. Santa Maria, v.19, n.2, p.983-994. 2015.

FUNASA. **Redução de perdas em sistemas de abastecimento de água**. Ministério da saúde, Brasília, 2 ed., 176p, 2014. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset\\_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/reducao-de-perdas-em-sistemas-de-abastecimento-de-agua?inheritRedirect=false](http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/reducao-de-perdas-em-sistemas-de-abastecimento-de-agua?inheritRedirect=false). Acesso em: 30 abr. 2023.

GALVÃO JR., A. C.; da SILVA, A. C. **Regulação: Indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto**. 2ª ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda. 2006.

GOULART, M. T.;GASPAR, G. A. M. G.; **Perda de água no sistema de tratamento e distribuição do município de Três Pontas - MG**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/639>. Acesso em: 31 mai. 2023.

HAMDAN, Otávio Henrique Campos; **Avaliação de indicadores aplicados a sistemas de abastecimento de água em Minas Gerais segundo portes populacionais**. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-AV3LTZ>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama**. Sítio Eletrônico. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/panorama>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **História e Fotos**. Sítio Eletrônico. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/historico>>. Acesso em: 16 mai. 2023.

SALAMONI, S. S.; DELLA, J. P.; BACK, A. J.; **Avaliação das perdas na distribuição de água: estudo de caso em São Bento Baixo, Nova Veneza - SC**. Revista Tecnologia e Ambiente, v. 20, p. 93-106, 2014.

SILVA JÚNIOR, Sidrack Felipe da; **Avaliação de índices de perdas em pequenos municípios do Brasil**. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru. 2015.

KANAKOUDIS, V.; TSITSIFLI, S.; SAMARAS, P.; ZOUBOULIS, A. I.; **Water Pipe Networks Performance Assessment: Benchmarking Eight Cases Across the EU Mediterranean Basin**. Springer Science. Water Qual Expo Health. Greece. 2013.

LIMA, Byanca Porto de.; et al; **Melhoria contínua aplicada ao processo de abastecimento de água potável**. Cadernos UniFOA, Volta Redonda, n. 30, p. 23-35, abr., 2015.

MARQUES, L. O. A.; CARVALHO, R. S.; de SA, M. O. M.; MELHEIROS, T. F.; **Benchmarking enquanto ferramenta de diminuição das perdas físicas em sistemas de abastecimento de água**. Ambiente & Sociedade. Dossiê Especial. São Paulo. V. 24, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200025vu2021L4DE>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

MARTINS, Valdir; **Elaboração de plano diretor de combate a perdas de água do sistema de abastecimento do município de Cândido Mota**. Assis - SP. 2012.

MELATO, Débora Soares; **Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: aplicação no sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A.T; **Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água**. Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Recife. Pesquisa Operacional, v.26, n.3, p.567-584. 2016.

MUTIKANGA, H.; SHARMA, S.; VAIRAVAMOORTHY, K.; CABRERA JR., E.; **Using performance indicators as a water loss management tool in developing countries**. IWA Publishing. Journal of Water Supply: Research & Technology - AQUA. p. 471 - 481. 2010.

OED – **Oxford English Dictionary**; Oxford Languages; 2023.

OLIVEIRA *et. al.*; **Estudo de perdas de água do instituto Trata Brasil de 2022 (SNIS 2020): Desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico no Brasil**. Instituto Trata Brasil. GO Associados. São Paulo, 74p, 2022.

PEREIRA, S. F.; TINÔCO, J. D.; **Avaliação das perdas de água em sistema de abastecimento de água: estudo no setor parque das nações, Parnamirim/RN**. Gesta, v. 9, n. 3, p. 32-45, 2021. ISSN: 2317-563X. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/44564/25713>>. Acesso em 27 mai. 2023.

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.

PIRES, M. V. M.; PAIVA, E. D. R.; **Modelagem Hidráulica da Rede de Abastecimento de Água no Bairro Pontal Norte, Catalão-GO**. Estudos Interdisciplinares em Ciências Biológicas, Saúde, Engenharias e Gestão. p.261-274. Setembro, 2016.

SANEPAR. **Municípios atendidos**. Sítio Eletrônico. Disponível em: <<https://site.sanepar.com.br/prefeituras/municipios-atendidos>> Acesso em: 16 mai. 2023.

SANTI, Aline Doria de; **Benchmarking aplicado ao controle das perdas de água no contexto das bacias hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiáí**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Pulo. São Carlos, 2018.

SANTI, A. D., CETRULO, T. B., MALHEIROS, T. F.; **Indicadores de perdas de água em sistemas de saneamento: disponibilidade e confiabilidade de dados em nível de bacia hidrográfica**. Revista gestão e sustentabilidade ambiental, Florianópolis, v. 7, n. 2, p.386-410. 2018. Disponível em: <[https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/6217/3763](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6217/3763)>. Acesso em: 27 mai. 2023.

SANTOS, G. R. dos; KUWAJIMA, J. I.; SANTANA. A. S. de; **Regulação e investimento no setor de saneamento no Brasil: trajetórias, desafios e incertezas**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Rio de Janeiro, agosto de 2020.

SILVA, Lucas Caetano da; **Estimativa da emissão de gases do efeito estufa do sistema de abastecimento de água de Caruaru 2018**. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2018.

SILVA, D. A.; EMMANUEL, G. M.; BITTENCOURT, M. T.; **Medidas para redução do índice de perda de água**. ASSEMAE, 2016. Disponível em: <<https://sistema.trabalhosassemade.com.br/repositorio/2016/10/trabalhos/365/459/t459t25e10a2016.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2023.

SILVA, N. A. S.; PAULA, C. L.; **Experiência da UN Leste - SABESP no uso de indicadores como ferramenta de gestão**. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba. 2003. Disponível em: <<https://anais.abrhidro.org.br/jobs.php?Event=154&fPalavra=experiencia>>. Acesso em: 31 mai. 2023.

SINGH, M. R.; UPADHYAY, V.; MITTAL, A. K.; **Addressing Sustainability in Benchmarking Framework for Indian Urban Water Utilities**. Journal of Infrastructure Systems. p. 81-92. 2010.

SOUZA, Karoline Alexandrino de; **Diagnóstico técnico e financeiro das perdas hídricas do sistema de abastecimento de água de Ponta Negra, Natal/RN**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2021.

THORNTON, J. **Water Loss Control Manual**. McGraw-Hill, New York, 2002.

TSUTIYA, M. T.; **Abastecimento de água**. 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 643p, 2006.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. 472 p. Editora UFMG. Belo Horizonte, 2014.

VIDAL, Iara. **Perda de água pode abastecer 30% da população por um ano**. ECO-21, 2021. Disponível em: <<https://eco21.eco.br/edicoes/perda-de-agua-pode-abastecer-30-da-populacao-por-um-ano/>>. Acesso em: 27 out. 2021.

**APÊNDICE A - Municípios atendidos pela SANEPAR**

## MUNICÍPIOS ATENDIDOS PELA SANEPAR

Adrianópolis	PR	Goioxim	PR	Pinhalão	PR
Agudos do Sul	PR	Grandes Rios	PR	Pinhão	PR
Almirante Tamandaré	PR	Guaíra	PR	Piraí Do Sul	PR
Altamira do Paraná	PR	Guairaca	PR	Piraquara	PR
Alto Paraíso	PR	Guamiranga	PR	Pitanga	PR
Alto Paraná	PR	Guapirama	PR	Planaltina Do Paraná	PR
Alto Piquiri	PR	Guaporema	PR	Planalto	PR
Altônia	PR	Guaraci	PR	Ponta Grossa	PR
Amaporã	PR	Guaraniacu	PR	Pontal Do Paraná	PR
Ampére	PR	Guarapuava	PR	Porecatu	PR
Anahy	PR	Guaraquecaba	PR	Porto Amazonas	PR
Andirá	PR	Guaratuba	PR	Porto Rico	PR
Antônio Olindo	PR	Honório Serpa	PR	Porto União	SC
Apucarana	PR	Ibaiti	PR	Porto Vitória	PR
Arapongas	PR	Ibema	PR	Pranchita	PR
Arapoti	PR	Icaraíma	PR	Primeiro De Maio	PR
Arapuã	PR	Iguatu	PR	Prudentópolis	PR
Araruna	PR	Imbaú	PR	Quarto Centenário	PR
Araucária	PR	Imbituva	PR	Quatiguá	PR
Ariranha do Ivaí	PR	Inácio Martins	PR	Quatro Barras	PR
Assaí	PR	Inajá	PR	Quedas Do Iguacu	PR
Assis Chateaubriand	PR	Indianópolis	PR	Querência Do Norte	PR
Astorga	PR	Ipiranga	PR	Quinta Do Sol	PR
Atalaia	PR	Ipora	PR	Quitandinha	PR
Balsa Nova	PR	Iracema Do Oeste	PR	Ramilândia	PR
Barbosa Ferraz	PR	Irati	PR	Rancho Alegre	PR
Barra Do Jacaré	PR	Iretama	PR	Rancho Alegre D'oeste	PR
Bela Vista Da Caroba	PR	Itaguajé	PR	Realeza	PR
Bela Vista Do Paraíso	PR	Itaipulândia	PR	Rebouças	PR

Bituruna	PR	Itambé	PR	Renascença	PR
Boa Esperança	PR	Itapejara Do Oeste	PR	Reserva	PR
Boa Esperança Do Iguaçu	PR	Itaperucu	PR	Reserva Do Iguacu	PR
Boa Vista Da Aparecida	PR	Itaúna Do Sul	PR	Ribeirão Do Pinhal	PR
Bocaiúva Do Sul	PR	Ivaí	PR	Rio Azul	PR
Bom Jesus Do Sul	PR	Ivaipora	PR	Rio Bom	PR
Bom Sucesso	PR	Ivaté	PR	Rio Bonito Do Iguacu	PR
Bom Sucesso Do Sul	PR	Ivatuba	PR	Rio Branco Do Ivaí	PR
Borrazópolis	PR	Jaboti	PR	Rio Branco Do Sul	PR
Braganey	PR	Jacarezinho	PR	Rio Negro	PR
Brasilândia Do Sul	PR	Jandaia Do Sul	PR	Rolândia	PR
Cafeara	PR	Janiópolis	PR	Roncador	PR
Cafelândia	PR	Japira	PR	Rondon	PR
Cafezal Do Sul	PR	Jardim Alegre	PR	Rosario Do Ivaí	PR
California	PR	Jesuítas	PR	Sabáudia	PR
Cambará	PR	Joaquim Távora	PR	Salgado Filho	PR
Cambé	PR	Jundiaí Do Sul	PR	Salto Do Itararé	PR
Cambira	PR	Juranda	PR	Salto Do Lontra	PR
Campina Da Lagoa	PR	Lapa	PR	Santa Amélia	PR
Campina Do Simão	PR	Laranjal	PR	Santa Cruz Monte Castelo	PR
Campina Grande Do Sul	PR	Laranjeiras Do Sul	PR	Santa Fe	PR
Campo Bonito	PR	Leópolis	PR	Santa Helena	PR
Campo Do Tenente	PR	Lidianópolis	PR	Santa Inês	PR
Campo Largo	PR	Lindoeste	PR	Santa Izabel Do Oeste	PR
Campo Magro	PR	Loanda	PR	Santa Lúcia	PR
Campo Mourao	PR	Londrina	PR	Santa Maria Do Oeste	PR
Cândido De Abreu	PR	Luiziana	PR	Santa Mariana	PR

Candói	PR	Lunardelli	PR	Santa Tereza Do Oeste	PR
Cantagalo	PR	Lupionópolis	PR	Santa Terezinha Itaipu	PR
Capanema	PR	Mallet	PR	Santana Do Itararé	PR
Capitão Leônidas Marques	PR	Mamborê	PR	Santo Antônio Da Platina	PR
Carambeí	PR	Mandaguacu	PR	Santo Antonio Do Caiua	PR
Carlópolis	PR	Mandaguari	PR	Santo Antônio Do Sudoeste	PR
Cascavel	PR	Mandirituba	PR	Santo Inácio	PR
Castro	PR	Manfrinópolis	PR	São Carlos Do Ivaí	PR
Catanduvas	PR	Mangueirinha	PR	São João	PR
Centenario Do Sul	PR	Manoel Ribas	PR	São João Do Caiuá	PR
Cerro Azul	PR	Maria Helena	PR	São João Do Ivaí	PR
Céu Azul	PR	Marilândia Do Sul	PR	São João Do Triunfo	PR
Chopinzinho	PR	Marilena	PR	São Jorge Do Oeste	PR
Cianorte	PR	Maringá	PR	São Jorge Do Patrocínio	PR
Cidade Gaúcha	PR	Mariópolis	PR	São José Da Boa Vista	PR
Clevelândia	PR	Maripá	PR	São José Das Palmeiras	PR
Colombo	PR	Marmeleiro	PR	São José Dos Pinhais	PR
Congonhinhas	PR	Marquinho	PR	São Manoel Do Paraná	PR
Conselheiro Mairinck	PR	Matelândia	PR	São Mateus Do Sul	PR
Contenda	PR	Matinhos	PR	São Miguel Do Iguacu	PR
Corbélia	PR	Mato Rico	PR	São Pedro Do Iguacu	PR
Cornélio Procópio	PR	Mauá Da Serra	PR	São Pedro Do Ivaí	PR

Coronel Domingos Soares	PR	Medianeira	PR	São Pedro Do Paraná	PR
Coronel Vivida	PR	Mirador	PR	São Sebastião Da Amoreira	PR
Corumbataí Do Sul	PR	Missal	PR	São Tomé	PR
Cruz Machado	PR	Moreira Sales	PR	Sapopema	PR
Cruzeiro Do Iguacu	PR	Morretes	PR	Saudade Do Iguacu	PR
Cruzeiro Do Oeste	PR	Nova Alianca Do Ivai	PR	Sengés	PR
Cruzeiro Do Sul	PR	Nova America Da Colina	PR	Serranopolis Do Iguacu	PR
Cruzmalina	PR	Nova Aurora	PR	Siqueira Campos	PR
Curitiba	PR	Nova Cantu	PR	Sulina	PR
Curiúva	PR	Nova Esperanca	PR	Tamarana	PR
Diamante Do Norte	PR	Nova Esperanca Do Sudoeste	PR	Tamboara	PR
Diamante Do Oeste	PR	Nova Laranjeiras	PR	Tapira	PR
Diamante Do Sul	PR	Nova Londrina	PR	Teixeira Soares	PR
Dois Vizinhos	PR	Nova Olímpia	PR	Telêmaco Borba	PR
Douradina	PR	Nova Prata Do Iguacu	PR	Terra Boa	PR
Doutor Camargo	PR	Nova Santa Rosa	PR	Terra Roxa	PR
Enéas Marques	PR	Nova Tebas	PR	Tibagi	PR
Engenheiro Beltrão	PR	Novo Itacolomi	PR	Tijucas Do Sul	PR
Esperanca Nova	PR	Ortigueira	PR	Toledo	PR
Espigão Alto Do Iguacu	PR	Ourizona	PR	Tomazina	PR
Farol	PR	Ouro Verde Do Oeste	PR	Tres Barras Do Paraná	PR
Faxinal	PR	Paicandu	PR	Tunas Do Paraná	PR
Fazenda Rio Grande	PR	Palmas	PR	Tuneiras Do Oeste	PR
Fenix	PR	Palmeira	PR	Turvo	PR
Fernandes Pinheiro	PR	Palmital	PR	Ubiratã	PR
Figueira	PR	Palotina	PR	Umuarama	PR

Flor Da Serra Do Sul	PR	Paraíso Do Norte	PR	Uniao Da Vitoria	PR
Floraí	PR	Paranacity	PR	Uniflor	PR
Floresta	PR	Paranavaí	PR	Uraí	PR
Florestópolis	PR	Pato Branco	PR	Ventania	PR
Formosa Do Oeste	PR	Paula Freitas	PR	Vera Cruz Do Oeste	PR
Foz Do Iguacu	PR	Paulo Frontin	PR	Verê	PR
Foz Do Jordão	PR	Perobal	PR	Virmond	PR
Francisco Alves	PR	Pérola	PR	Vitorino	PR
Francisco Beltrão	PR	Pérola Do Oeste	PR	Wenceslau Braz	PR
General Carneiro	PR	Piên	PR	Xambrê	PR
Godoy Moreira	PR	Pinhais	PR		
Goioere	PR	Pinhal Do São Bento	PR		

## **APÊNDICE B - Pontuação pelo benchmarking geral**

## PONTUAÇÃO PELO BENCHMARKING GERAL

- Municípios com quatro pontos (melhor classificação para todos os índices): Alto Piquiri; Amaporã; Ampére; Araruna; Ariranha do Ivaí; Atalaia; Boa Vista da Aparecida; Brasilândia do Sul; Cafeara; Cafelândia; Cafezal do Sul; Campo Bonito; Cândói; Capitão Leônidas Marques; Carlópolis; Catanduvás; Coronel Domingo Soares; Cruzeiro do Sul; Curiúva; Douradina; Espigão Alto do Iguaçu; Fernandes Pinheiro; Floraí; Floresta; Formosa do Oeste; Foz do Jordão; Francisco Alves; Guairaçá; Guaraci; Indianópolis; Iporã; Itaguajé; Jundiá do Sul; Laranjal; Lindoeste; Loanda; Luiziana; Mallet; Marilena; Marquinho; Nova Laranjeiras; Nova Olímpia; Palmital; Paranacity; Perobal; Pérola; Pinhalão; Planaltina do Paraná; Porto Rico; Quedas do Iguaçu; Querência do Norte; Reserva; Rondon; Rosário do Ivaí; Salto do Itararé; Santa Cruz de Monte Castelo, Santa Tereza do Oeste; Santana do Itararé; Santo Antônio do Caiuá; São João; São Pedro do Paraná; Sapopema; Saudade do Iguaçu; Tamboara; Terra Boa; Terra Roxa; Tibagi; Tomazina; Uniflor; Ventania; Vitorino; Xambê;
- Municípios com três pontos (melhor classificação para apenas três dos índices): Agudos do Sul; Cambira; Cândido de Abreu; Diamante do Sul; Icaraíma; Joaquim Távora; Paulo Frontin; São Tomé;
- Municípios com dois pontos (melhor classificação para apenas dois dos índices): Campo Mourão; Conselheiro Mairinck; Diamante do Norte; Imbaú; Nova Londrina; Nova Santa Rosa; Paraíso do Norte; Pinhais; Pinhão; Reserva do Iguaçu; Rio Bonito do Iguaçu; São Carlos do Ivaí;
- Municípios com um ponto (melhor classificação para apenas um dos índices): Engenheiro Beltrão; Guaporema; Guaraqueçaba; Matinhos; Ortigueira; Realeza; Roncador; Sengés.
- Municípios com nenhum ponto (nenhum dado na melhor classificação): Todos os demais municípios.

## **APÊNDICE C - Pontuação pelo benchmarking estratificado**

## PONTUAÇÃO PELO BENCHMARKING ESTRATIFICADO

- População de até 20.000 habitantes:
  - Municípios com quatro pontos (melhor classificação para todos os índices): Alto Piquiri; Amaporã; Araruna; Ariranha do Ivaí; Boa Vista da Aparecida; Brasilândia do Sul; Cafeara; Cafelândia; Cafezal do Sul; Campo Bonito; Cândói; Carlópolis; Catanduvás; Coronel Domingo Soares; Cruzeiro do Sul; Espigão Alto do Iguaçu; Fernandes Pinheiro; Floraí; Formosa do Oeste; Foz do Jordão; Francisco Alves; Guairaçá; Guaraci; Indianópolis; Iporã; Laranjal; Lindoeste; Luiziana; Mallet; Marilena; Marquinho; Nova Laranjeiras; Nova Olímpia; Palmital; Paranacity; Perobal; Pinhalão; Planaltina do Paraná; Porto Rico; Querência do Norte; Rondon; Rosário do Ivaí; Salto do Itararé; Santa Cruz de Monte Castelo, Santa Tereza do Oeste; Santana do Itararé; Santo Antônio do Caiuá; São João; São Pedro do Paraná; Tamboara; Terra Boa; Tomazina; Uniflor; Ventania; Vitorino; Xambrê;
  - Municípios com três pontos (melhor classificação para apenas três dos índices): Cândido de Abreu; Diamante do Sul; Douradina; Itaguajé.
  - Municípios com dois pontos (melhor classificação para apenas dois dos índices): Agudos do Sul; Capitão Leônidas Marques; Diamante do Norte; Jundiá do Sul; Sapopema; Terra Roxa;
  - Municípios com um ponto (melhor classificação para apenas um dos índices): Ampére; Conselheiro Mairinck; Floresta; Imbaú; Joaquim Távora; Pérola; Rio Bonito do Iguaçu;
  - Municípios com nenhum ponto (nenhum dado na melhor classificação): Demais municípios do estrato populacional.

- População de 20.001 a 100.000 habitantes:
  - Municípios com quatro pontos (melhor classificação para todos os índices): Altônia; Atalaia; Campo Mourão; Coronel Vivida; Cruzeiro do Oeste; Loanda; Ortigueira; Pinhão; Quedas do Iguaçu; Reserva; Santa Terezinha de Itaipu; Tibagi; Ubatuba;
  - Municípios com três pontos (melhor classificação para apenas três dos índices): Telêmaco Borba;
  - Municípios com dois pontos (melhor classificação para apenas dois dos índices): Cantagalo; Carambeí; Cianorte; Mandirituba; Nova Esperança
  - Municípios com um ponto (melhor classificação para apenas um dos índices): Matinhos; Pitanga; União da Vitória;
  - Municípios com nenhum ponto (nenhum dado na melhor classificação): Demais municípios do estrato populacional.
  
- População de 100.001 a 500.000 habitantes:
  - Municípios com quatro pontos (melhor classificação para todos os índices): Toledo; Umuarama;
  - Municípios com três pontos (melhor classificação para apenas três dos índices): Fazenda Rio Grande; Guarapuava;
  - Municípios com dois pontos (melhor classificação para apenas dois dos índices): Pinhais;
  - Municípios com nenhum ponto (nenhum dado na melhor classificação): Demais municípios do estrato populacional.

- População acima de 500.000 habitantes: Não foi possível fazer o benchmarking, portanto para os municípios de Curitiba e Londrina atribuiu-se o valor zero.