

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
GOIÁSCAMPUS GOIÂNIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SILAS CÂNDIDO DE SOUZA

**ANÁLISE DE PERDAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM  
DIFERENTES LOCALIDADES DE GOIÁS.**

Goiânia, GO  
2025



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS**

### **TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

#### **Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC – Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Silas Cândido de Souza

Matrícula: 20201011050250

Título do Trabalho: Análise de Perdas de Distribuição de Água em Diferentes Localidades de Goiás.

#### **Autorização - Marque uma das opções**

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ( ) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
3. ( ) Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- ( ) O documento está sujeito a registro de patente.  
( ) O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
( ) Outra justificativa: \_\_\_\_\_

#### **DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 02/09/2025.

---

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

**Silas Cândido de Souza**

**ANÁLISE DE PERDAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM  
DIFERENTES LOCALIDADES DE GOIÁS.**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação de  
Engenharia Civil, do Instituto  
Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Goiás, Campus  
Goiânia, como parte dos  
requisitos necessários para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil**

**Orientador: Prof. Dr. Dálcio Ricardo  
Botelho Alves**

**Goiânia, GO  
2025**

S729a Souza, Silas Cândido de.

Análise de perdas de distribuição de água em diferentes localidades de Goiás / Silas Cândido de Souza. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2025.

52 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Dálcio Ricardo Botelho Alves.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Distribuição de água - Goiás (estado). 2. Perdas de água. 3. Indicadores operacionais - Saneamento Básico (SINISA). I. Alves, Dálcio Ricardo Botelho (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 628.162

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266  
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **ANALISE DE PERDAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM DIFERENTES LOCALIDADES DE GOIÁS.**, sob orientação de Dalcio Ricardo Botelho Alves, apresentada pelo aluno **Silas Cândido de Souza (20201011050250)** do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil (Câmpus Goiânia)**. Os trabalhos foram iniciados às **14:00** do dia **01/09/2025** pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Dalcio Ricardo Botelho Alves** (Presidente)
- **Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco** (Examinadora Interna)
- **Liana de Lucca Jardim Borges** (Examinadora Interna)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota : 8,0

**Observação / Apreciações:**

Proclamado o resultado pelo presidente da banca, eu Dalcio Ricardo Botelho Alves lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Dalcio Ricardo Botelho Alves** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Liana de Lucca Jardim Borges** (688.649.491-00), em **02/09/2025 20:36:28** com chave **a5c422b2885511f0ab91005056a537a4**.
- **Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco** (032.465.281-01), em **02/09/2025 20:38:09** com chave **e1c9a2e6885511f08b47005056a537a4**.
- **Dalcio Ricardo Botelho Alves** (574.303.576-87), em **02/09/2025 20:15:02** com chave **a76f7f42885211f0a99c005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse [https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar\\_documento/](https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/) e informe os dados a seguir.

**Tipo de Documento:** Ata de Projeto Final

**Data da Emissão:** 02/09/2025

**Código de Autenticação:** 1edd97



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por me dar forças nos momentos difíceis. Aos meus pais, Ermírio Cândido de Souza e Joana de Souza Santos Cândido, minha eterna gratidão, pois sempre me deram apoio principalmente nos momentos mais difíceis em que pensei em desistir.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Dálcio Ricardo Botelho Alves, agradeço por ter aceitado o convite para me orientar e por toda a compreensão, paciência e pela dedicação, estando sempre disposto a tirar dúvidas e sugerir melhorias no trabalho.

## RESUMO

A presente pesquisa apresenta uma análise sobre perdas na distribuição de água em distintas localidades goianas, com foco em comparar métodos operacionais no sistema de distribuição de água entre cinco municípios de Goiás, os municípios foram, Águas lindas de Goiás, Anápolis, Aparecida de Goiânia, Goiânia e Rio Verde, onde utilizou-se os dados disponíveis no SNIS no ano de 2023. Os objetivos específicos foram analisar e comparar dez indicadores operacionais de água, sendo eles: índice de atendimento total, índice de faturamento de água, índice de perdas no faturamento, índice de perdas na distribuição, índice bruto de perdas lineares, índice de perdas por ligação. A metodologia utilizada foi a quantitativa do tipo estudo de caso, e os resultados revelam que há uma grande diferença entre os municípios. No índice de perdas no faturamento, Aparecida de Goiânia, Goiânia e Rio Verde apresentaram valores de perdas menores que 25%. Já no índice de perdas de água na distribuição, Goiânia e Rio Verde destacam-se com valores menores que 25%, no índice bruto de perdas lineares Aparecida de Goiânia, Goiânia e Rio Verde obtiveram valores menores que 10 m<sup>3</sup>/dia/km. Goiânia destacou-se apresentando um bom desempenho em todos os indicadores, por ser a capital do estado recebe mais investimentos. Já Águas Lindas de Goiás apresentou o pior resultado entre os municípios, no índice de perdas no faturamento, o valor apresentado foi de 41,01%, já no índice de perda de água na distribuição, o município apresentou valor de perda de 40,82% e no índice bruto de perdas lineares o valor obtido foi de 66,19 m<sup>3</sup>/dia/km. Assim, esta pesquisa possibilitou analisar possíveis causas para resultados precários no combate as perdas.

**Palavras-chave:** Indicadores operacionais. Perdas na distribuição. Municípios de Goiás.

## ABSTRACT

This research presents an analysis of water distribution losses in different locations in Goiás, focusing on comparing operational methods in the water distribution system among five municipalities in Goiás: Águas Lindas de Goiás, Anápolis, Aparecida de Goiânia, Goiânia, and Rio Verde. Data available in the SNIS (National Health System) for 2023 were used. The specific objectives were to analyze and compare ten operational water indicators: total service rate, water billing rate, billing loss rate, distribution loss rate, gross linear loss rate, and loss rate per connection. A quantitative case study methodology was used, and the results reveal significant differences among the municipalities. In terms of billing loss rates, Aparecida de Goiânia, Goiânia, and Rio Verde presented losses below 25%. In terms of water loss in distribution, Goiânia and Rio Verde stood out with values below 25%. In terms of gross linear loss, Aparecida de Goiânia, Goiânia, and Rio Verde achieved values below 10 m<sup>3</sup>/day/km. Goiânia stood out with a strong performance across all indicators, as the state capital receives the most investment. Águas Lindas de Goiás had the worst result among municipalities, with a revenue loss index of 41.01%. In terms of water loss in distribution, the municipality had a loss value of 40.82%, and a gross linear loss index of 66.19 m<sup>3</sup>/day/km. Thus, this research enabled the analysis of possible causes for poor results in reducing losses.

**Keywords:** Operational indicators. Distribution losses. Municipalities of Goiás.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 – TABELA DO BALANÇO HÍDRICO.....                            | 18 |
| FIGURA 2 – TIPOS DE PERDAS REAIS E AÇÕES PARA SUA REDUÇÃO.....       | 21 |
| FIGURA 3 - TIPOS DE PERDAS APARENTES E AÇÕES PARA SUA REDUÇÃO.....   | 22 |
| FIGURA 4 - UTILIZAÇÃO DA HASTE DE ESCUTA.....                        | 24 |
| FIGURA 5 - EXEMPLO DO GEOFONE.....                                   | 25 |
| FIGURA 6 - UTILIZAÇÃO DO GEOFONE PARA LOCALIZAÇÃO DE VAZAMENTOS..... | 26 |
| FIGURA 7 - EXEMPLOS DE CORRELACIONADORES DE RUÍDOS.....              | 27 |
| FIGURA 8 - TABELA DOS DEZ (10) INDICADORES.....                      | 35 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GRÁFICO 1 – ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA NO ANO DE 2023.....                                           | 36 |
| GRÁFICO 2 – ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO NO ANO DE 2023 .....                                                      | 37 |
| GRÁFICO 3 – ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA NO ANO DE 2023 .....                                                    | 38 |
| GRÁFICO 4 – CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA NO ANO DE 2023 .....                                             | 39 |
| GRÁFICO 5 – ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS DE<br>ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO ANO DE 2023..... | 39 |
| GRÁFICO 6 – ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA NO ANO DE 2023 .....                                                | 41 |
| GRÁFICO 7 – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO NO ANO DE 2023 .....                                              | 42 |
| GRÁFICO 8 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO NO ANO DE 2023 .....                                             | 43 |
| GRÁFICO 9 – ÍNDICE BRUTO DE PERDAS LINEARES NO ANO DE 2023 .....                                              | 44 |
| GRÁFICO 10 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÕES NO ANO DE 2023 .....                                               | 45 |

## SUMÁRIO

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                              | <b>13</b> |
| 1.1 OBJETIVOS.....                                                                    | 14        |
| 1.1.1 Objetivo Geral .....                                                            | 14        |
| 1.1.2 Objetivos Específicos .....                                                     | 14        |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                                   | <b>16</b> |
| 2.1 IMPORTÂNCIA DE ANALISAR AS PERDAS DE ÁGUA .....                                   | 16        |
| 2.2 HISTÓRICO DE PERDAS NO BRASIL.....                                                | 18        |
| 2.3 TIPOS DE PERDAS .....                                                             | 19        |
| 2.3.1 Perdas Reais.....                                                               | 19        |
| 2.3.2 Perdas Aparentes.....                                                           | 21        |
| 2.3.2.1 Conceitos e Ações Usadas para Detectar Perdas Aparentes .....                 | 21        |
| 2.4 METODOLOGIA PARA AFERIÇÃO E COLETA DE DADOS .....                                 | 22        |
| 2.4.1 Análise dos Procedimentos e Equipamentos Usados para Detectar Perdas Reais..... | 23        |
| 2.4.1.1 Método para Aferição .....                                                    | 23        |
| 2.4.1.2 Equipamentos .....                                                            | 24        |
| <b>3 METODOLOGIA.....</b>                                                             | <b>28</b> |
| 3.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA.....                                          | 28        |
| 3.2 ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO .....                                                     | 29        |
| 3.3 ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA .....                                                   | 29        |
| 3.4 CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA .....                                            | 30        |
| 3.5 ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....  | 31        |
| 3.6 ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA .....                                               | 31        |
| 3.7 ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO .....                                             | 32        |
| 3.8 ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO .....                                            | 32        |
| 3.9 ÍNDICE BRUTO DE PERDAS LINEARES .....                                             | 33        |
| 3.10 ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO .....                                               | 33        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                                 | <b>35</b> |

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA.....                                            | 36        |
| 4.2 ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO .....                                                       | 36        |
| 4.3 ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA .....                                                     | 37        |
| 4.4 CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA .....                                              | 38        |
| 4.5 ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS DE<br>ABASTECIMENTO DE ÁGUA ..... | 39        |
| 4.6 ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA .....                                                 | 40        |
| 4.7 ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO .....                                               | 41        |
| 4.8 ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO .....                                              | 42        |
| 4.9 ÍNDICE BRUTO DE PERDAS LINEARES .....                                               | 43        |
| 4.10 ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO .....                                                 | 44        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                      | <b>46</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                                  | <b>47</b> |
| <b>ANEXO A .....</b>                                                                    | <b>51</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O abastecimento de água está ligado a sustentabilidade e qualidade de vida das pessoas. Garantir a qualidade e a universalização desse serviço é um desafio já que dependem de inúmeros elementos como as perdas de água.

O Brasil, por exemplo, enfrenta vários desafios no controle das perdas de água na distribuição. O crescimento econômico do país acarreta desafios para as companhias de saneamento, pois é preciso acompanhar o desenvolvimento. De acordo com Bezerra e Cheung (2013), as perdas de água são águas tratadas, distribuída em que uma parte é perdida nos sistemas antes de chegar para a população. Também ocorre quando a água chega ao consumidor, mas não é medida corretamente. Há uma parcela das perdas que ocorre nos sistemas de distribuição que é inevitável, devido a dificuldades na detecção e questões econômicas.

As perdas são classificadas em duas categorias: perdas reais e aparentes. As perdas reais ocorrem quando uma parte do volume de água é perdida nos sistemas. Essas perdas podem ocorrer em diferentes etapas, como, captação, tratamento, armazenamento e distribuição, sendo que a maioria das perdas incide na fase de distribuição. As perdas aparentes ocorrem quando a água é consumida, mas não é contabilizada nem faturada. Em geral, essas perdas são causadas por erros no hidrômetro, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro (Instituto Trata Brasil, 2022).

Segundo dados do Instituto Trata Brasil (2024), no Brasil, são poucos municípios que consegue manter o nível de perda de água na distribuição inferior a 25%. Considerando os últimos anos, houve pouco avanço no controle dessas perdas. São vários desafios, faltam políticas públicas contínuas, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Conforme Melato (2010), o principal desafio está em identificar onde e como ocorrem, distinguir as perdas reais das perdas aparentes e definir estratégias eficazes para reduzi-las.

Segundo o Governo de Goiás (2025), Goiás vem se destacando no cenário nacional no combate e controle das perdas de água. Estudos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) trazem dados de municípios brasileiros que atingiram a meta de 25% de perda na distribuição estabelecida pela Portaria nº 490/2021 do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR).

Diante disso, a presente pesquisa objetivou em analisar e comparar dez índices

operacionais de água nos sistemas de distribuição de água de cinco municípios que possuem mais habitantes no estado de Goiás, essas cidades são: Águas Lindas de Goiás, que possuía cerca de 225.693 habitantes; Anápolis, que tinha 398.869 habitantes; Aparecida de Goiânia, tinha cerca de 527.796 habitantes; Goiânia, possuía aproximadamente 1.437.366 habitantes e Rio Verde, que possuía 225.696 habitantes (IBGE, 2025). Para isso, foi feita uma análise de dados disponibilizados pelo SNIS referente ao ano de 2023, hoje o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) da continuidade aos levantamentos do SNIS com informações adicionais.

O Brasil enfrenta vários problemas relacionados as perdas de água nos sistemas. Sendo assim, este estudo é importante, pois apresenta a realidade dos municípios e, possibilitando a identificação de medidas que podem ser aplicadas para redução das perdas nos municípios que não alcançaram bons resultados.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar e comparar índices operacionais utilizados no sistema de distribuição de água entre os cinco municípios mais populosos do estado de Goiás utilizando dados disponíveis pelo SNIS no ano de 2023.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Este estudo teve como objetivo comparar os seguintes índices:

- Índices de atendimento total de água;
- Índice de hidrometração;
- Índice de consumo de água;
- Índice de consumo médio per capta de água;
- Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água;
- Índices de faturamento de água;
- Índice de perdas no faturamento;

- Índice de perdas na distribuição;
- Índice bruto de perdas lineares;
- Índice de perdas por ligação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica dos temas mais importantes relacionados a essa pesquisa. Inicialmente, discute-se a importância de analisar as perdas de água, em seguida, é apresentado o histórico de perdas no Brasil. O capítulo seguinte apresenta os tipos de perdas, reais e aparentes, e o último capítulo apresenta metodologias para aferição e coleta de dados, incluindo os diferentes tipos de equipamentos utilizados para identificar as perdas.

### 2.1 IMPORTÂNCIA DE ANALISAR AS PERDAS DE ÁGUA

Segundo Bezerra e Cheung (2013), ter acesso à água tratada é algo essencial para vida das pessoas, e não deveria ser visto somente como um problema técnico ou que envolve dinheiro. A universalização do acesso à água é um dos objetivos de desenvolvimento sustentável e em um contexto de escassez hídrica a redução das perdas é essencial e pode auxiliar na universalização do abastecimento de água. É importante lembrar que controlar essas perdas de água é um dos maiores desafios para as empresas de saneamento, já que várias coisas influenciam, como a infraestrutura que muitas vezes tá em péssimo estado, pouca verba e falta de profissionais qualificados.

Para mensurar as perdas em diferentes sistemas de água e assim propor medidas para redução das mesmas é necessário ter-se uma padronização do que são perdas e como estima-las. No passado, não havia um consenso do que eram as perdas de água nos sistemas de abastecimento. Assim, o foco era voltado apenas para os vazamentos, pois eram mais fáceis de identificar, mesmo sendo de forma estimada. A International Water Association (IWA), organização internacional que atua em diversos países, surgiu e estabeleceu uma metodologia padronizada para medir e entender como as perdas de água acontecem nas redes. De acordo com Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2015), o Brasil aderiu ao conceito da IWA no início dos anos 2000 com avanços importantes. No entanto, devido a realidade de cada região do país, o método IWA continua em processo de desenvolvimento.

A International Water Association - IWA estabeleceu dois limites importantes para medir o volume de perdas nos sistemas de distribuição. A Associação Brasileira

de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2013, p. 10) reforça esses limites:

Um limite econômico, a partir do qual se gasta mais para reduzir as perdas do que o valor intrínseco dos volumes recuperados (varia de cidade para cidade, em função das disponibilidades hídricas, custos de produção, etc.);

Um limite técnico ("perdas inevitáveis"), mínimo, definido pelo alcance das tecnologias atuais dos materiais, ferramentas, equipamentos e logísticos, ou, em outras palavras, nunca haverá perda zero, sempre teremos de conviver com algum volume perdido, por mais bem implantado e operado que seja um sistema de abastecimento.

Segundo ABES (2013), o balanço hídrico é uma ferramenta usada para medir a diferença do volume de água desde a entrada nos sistemas até chegar ao consumidor final. Ela teve contribuições da IWA na definição de parâmetros e na criação da matriz que classifica cada tipo de perda, conforme mostra a Figura 1, onde apresenta o trajeto da água que entra no sistema. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2022), as perdas são classificadas em duas categorias: perdas reais (físicas) e aparentes (comerciais). As perdas reais são perdas que ocorrem nos sistemas durante o trajeto para distribuição a população, onde uma parte do volume de água se perde. As perdas aparentes correspondem ao volume de água consumido, porém não registrado nem faturado. Embora, muitas vezes, as perdas sejam associadas apenas a vazamentos visíveis, a realidade é mais complexa, pois existem vazamentos internos que não chegam à superfície e causam grandes prejuízos sem serem notados por vários anos (Tardelli, 2016).

Figura 1 – Tabela do Balanço hídrico

| Água que entra no sistema (inclui água importada) | Consumo autorizado | Consumo autorizado faturado     | Consumo faturado medido (inclui água exportada)                              | Água faturada     |
|---------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                                                   |                    |                                 | Consumo faturado não medido (estimados)                                      |                   |
|                                                   |                    | Consumo autorizado não faturado | Consumo não faturado medido (usos próprios, caminhão pipa, etc)              | Água não faturada |
|                                                   |                    |                                 | Consumo não faturado não medido (combate a incêndios, favelas, etc)          |                   |
|                                                   | Perdas de água     | Perdas aparentes                | Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro)                            |                   |
|                                                   |                    |                                 | Erros de medição (macro e micromedição)                                      |                   |
|                                                   |                    | Perdas reais                    | Perdas reais nas tubulações de água bruta e no tratamento (quando aplicável) |                   |
|                                                   |                    |                                 | Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição                           |                   |
|                                                   |                    |                                 | Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição   |                   |
|                                                   |                    |                                 | Vazamentos nos ramais (a montante do ponto de medição)                       |                   |

Fonte: Adaptado da ABES (2013)

## 2.2 HISTÓRICO DE PERDAS NO BRASIL

Segundo Melato (2010), no Brasil, a discussão sobre o controle e a redução de perdas de água é recente, com registros que indicam no começo da década de 70. Em níveis internacionais, essa preocupação surgiu no século XIX. O Instituto Trata Brasil revela que nos últimos dez anos, quase não houve avanços significativos na redução do índice de perdas evidenciando a necessidade de estratégias mais eficazes no controle das perdas (Trata Brasil, 2023).

Conforme o Instituto Trata Brasil (2023), mais de 33 milhões de pessoas no Brasil vivem sem o fornecimento de água tratada. Mesmo assim, quase metade dessa água (40,3%) se perde nas redes de distribuição por vazamentos. O SNIS diz que nos últimos anos as perdas de água aumentaram em 3,3 pontos percentuais na distribuição (SNIS, 2023). A portaria nº 490/2021 do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) estabelece que o Brasil precisa diminuir para 25% de perda na distribuição até o ano de 2034, mas com a falta de eficiência na gestão e falta de investimentos, esses valores estabelecidos pelo MDR estão cada vez mais distantes.

Algumas empresas de saneamento básico no Brasil têm enfrentado vários desafios na gestão e no controle das perdas. A companhia de abastecimento estadual de Goiás apresenta resultados positivos. Segundo o Governo do Estado de Goiás

(2025), o estado alcançou com antecedência a meta de 25% de perda na distribuição que foi determinada por instrumentos regulamentadores, como o Novo Marco Legal do Saneamento Básico e a Portaria nº 490/2021 do Ministério do Desenvolvimento Regional (Brasil, 2021). O índice de perda na distribuição registrado é de 23,80%. Esse índice alcançado pela companhia mostra eficiência e garante uma melhor sustentabilidade econômica, social e ambiental.

## 2.3 TIPOS DE PERDAS

Segundo Melato (2010), a maior parte das perdas de água ocorrem ao longo das etapas de adução, reservação e distribuição, desde a saída da estação de tratamento até a entrega ao consumidor final. Algumas companhias de saneamento não incluem perdas em outras fases do processo, pois seu impacto é considerado pequeno, embora isso não se aplique a todos os sistemas. Conforme Silva Júnior (2017), a perda de água é um tema recorrente no Brasil devido a outros desafios que incluem custos com energia e tratamento da água. Assim, o gerenciamento das perdas não abrange somente perdas físicas e aparentes, envolve outras etapas fundamentais em um sistema de abastecimento para garantir sua sustentabilidade.

De acordo com Brasil (2018), as características das perdas reais são totalmente diferentes das perdas aparentes. As perdas reais estão associadas ao custo de produção e distribuição de água. Essas perdas acontecem com a água tratada ou não, ocorrem por vazamentos que surgem no sistema de abastecimento de água. Já as perdas aparentes correspondem ao volume de água consumido, porém não registrado pelas concessionárias de saneamento. As perdas reais e aparentes precisam ser reduzidas ao máximo possível, e se nada for feito, o volume de perda pode crescer naturalmente (ABES, 2015).

### 2.3.1 Perdas Reais

A falta de investimento contribui para o aumento das perdas. No caso das perdas reais, tubulações antigas, uso de materiais de má qualidade e projetos mal executados fazem os sistemas de abastecimento ficarem mais suscetíveis a vazamentos. Conforme SNIS (2023), o maior problema das perdas reais está

associado ao controle da pressão, pois quando a pressão está elevada, as infraestruturas sofrem mais desgaste. Os danos causados pelas perdas reais começam na captação de água nos mananciais, afetando a disponibilidade de água e os custos financeiros relacionados ao processo de tratamento da água (Silva Júnior, 2017).

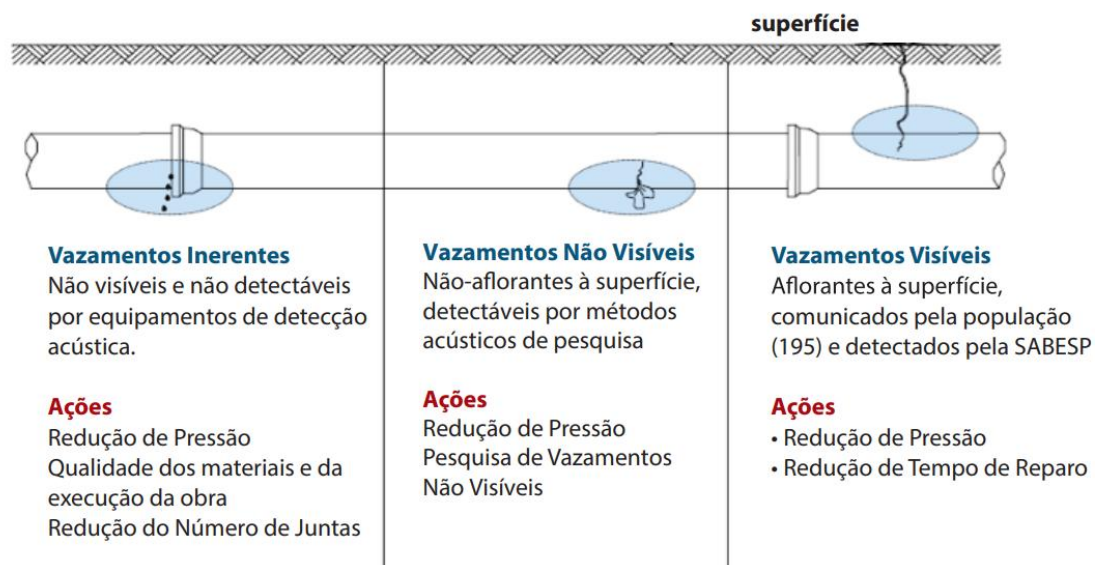
Segundo Bezerra e Cheung (2013), é possível diminuir o volume de perdas reais por meio do controle de pressão. A pressão elevada nas tubulações causa vazamentos, principalmente em pontos mais frágeis, como as conexões. Portanto, o controle da pressão é uma alternativa eficaz no combate às perdas, contribuindo assim para a vida útil dos sistemas de distribuição. A norma ABNT NBR 12218 (ABNT, 2017) estabelece valores mínimos e máximos de pressão. A pressão estática máxima nas tubulações deve ser de 40 m.c.a. Em lugares onde há um desnível ou inclinação maior, a norma permite utilizar o valor de 50 m.c.a. caso os sistemas estejam bem dimensionados. Para garantir o abastecimento de água adequado, a norma determina a pressão dinâmica mínima de 10 m.c.a. (Freitas, 2018).

Segundo Campos (2023), o consumo de água influencia no funcionamento dos sistemas de abastecimento. A pressão nas redes varia ao longo do dia devido aos horários. Nos períodos de pico, quando o consumo de água aumenta a pressão tende a diminuir, e durante a madrugada quando o consumo é menor, a pressão aumenta. Vicentini (2012) destaca o gerenciamento das pressões, realizado através do zoneamento piezométrico, como uma estratégia no controle das perdas reais. Essa técnica consiste na divisão de um setor de abastecimento em zonas menores e semelhantes, com o objetivo de obter um melhor controle operacional e evitar variações na pressão.

As perdas reais estão presentes em todas as etapas dos sistemas de abastecimento. Elas podem ser reduzidas, mas é improvável conseguir eliminá-las completamente. De acordo com Bezerra e Cheung (2013), os vazamentos ou perdas reais são divididos em três categorias principais: os visíveis, que são facilmente identificados, pois chega ao solo, os detectáveis que precisam de equipamentos para serem identificados, e os inerentes, que não são detectáveis por meio de equipamentos, a Figura 2 ilustra os tipos de perdas e apresenta ações que podem reduzi-las. Tardelli Filho (2016) destaca que a maioria dos vazamentos é classificada como inerente, ou seja, ocorrem de forma oculta. O ponto mais vulnerável na rede de distribuição são os ramais prediais, pois eles apresentam mais falhas e um maior

volume de perda de água.

Figura 2 – Tipos de perdas reais e ações para sua redução.



Fonte: Adaptado de Maia (2018)

### 2.3.2 Perdas Aparentes

Segundo o Instituto Trata Brasil (2020), as perdas aparentes, referem-se ao volume de água consumido, mas que não é registrado pelas companhias de abastecimento. Esses problemas ocorrem devido a erros na medição dos hidrômetros, e também estão associados a fraudes. As empresas enfrentam prejuízo, pois, a água é tratada e utilizada, mas não gera retorno financeiro. Como consequência, os investimentos e melhorias nos sistemas de abastecimento acabam sendo limitados.

De acordo com Bezerra e Cheung (2013), ao contrário das perdas reais, as perdas aparentes não são causadas por vazamentos, mas tem origem em atividades fraudulentas e falhas. Essas perdas podem ocorrer por três principais fatores: erros de medição e leitura (sendo este o principal motivo de perdas aparentes devido a vários motivos), inconsistências cadastrais e consumo não autorizado.

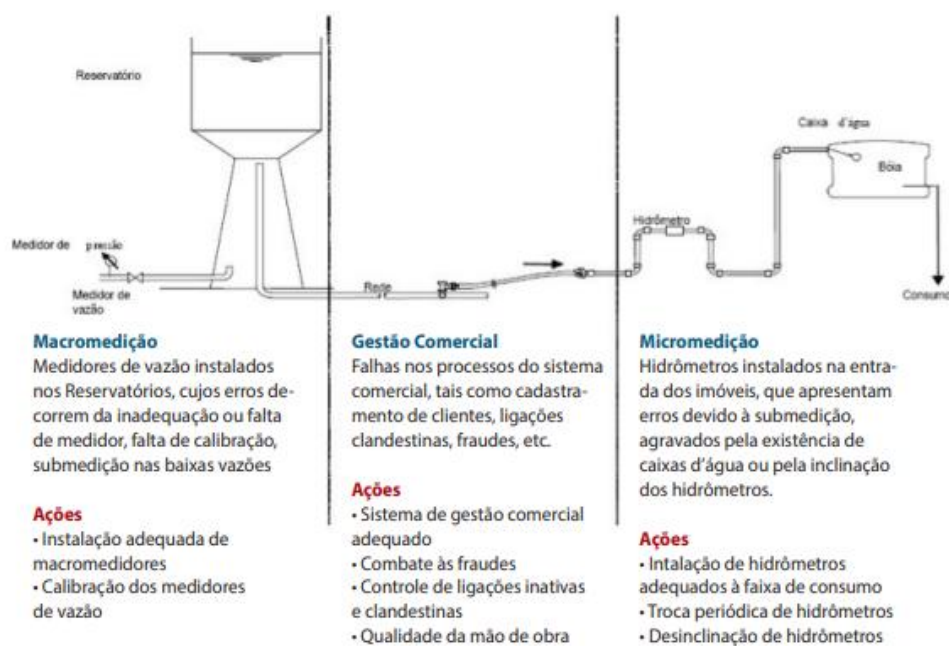
#### 2.3.2.1 Conceitos e Ações Usadas para Detectar Perdas Aparentes

Segundo Brasil (2018), a receita das companhias de saneamento pode ser afetada diretamente pelas perdas aparentes, pois a diminuição da eficiência da

micromedição e falhas no cadastro comercial impactam no seu faturamento. Ao comparar com as perdas reais, a redução das perdas aparentes custa menos, pois não necessita de obras de grande escala e o retorno do investimento é imediato. No entanto, não é possível considerar perda zero, visto que há perdas aparentes inevitáveis ao aferir o volume entregue à população, portanto, deve-se considerar um limite aceitável de perda aparente que acaba sendo inevitável. Uma efetiva aplicação das ferramentas de gestão é fundamental para a eficiência do serviço prestado.

As estratégias para minimizar as perdas aparentes estão fundamentadas na macromedição, micromedição e gestão comercial como indicado na Figura 3, que apresenta os tipos de perdas aparentes. No que se refere à macromedição, recomenda-se que os equipamentos sejam calibrados anualmente para garantir uma maior precisão. Segundo Vicentini (2012), a substituição preventiva dos hidrômetros deve ocorrer após um determinado período de uso ou quando um volume específico for atingido, deve-se seguir as diretrizes estabelecidas pela companhia de saneamento (Melato, 2010).

Figura 3 - Tipos de perdas aparentes e ações para sua redução



Fonte: Adaptado Maia (2018)

## 2.4 METODOLOGIA PARA AFERIÇÃO E COLETA DE DADOS

O avanço da tecnologia tem contribuído na localização dos vazamentos nas redes de distribuição, embora os métodos tradicionais continuem sendo usados e desempenhem um papel importante na identificação das perdas. As diferentes técnicas aplicadas funcionam de maneira complementar, elas integram um conjunto de ferramentas que auxiliam na identificação dos vazamentos. Independente da técnica usada é importante garantir a eficiência do procedimento para que o equipamento funcione bem e para que o vazamento seja localizado e reparado rapidamente (Thorton, 2002 apud Freitas, 2011).

#### 2.4.1 Análise dos Procedimentos e Equipamentos Usados para Detectar Perdas Reais

##### 2.4.1.1 Método para Aferição

A análise das perdas reais é feita por meio de dois métodos reconhecidos pela IWA: o método de balanço hídrico e método da vazão mínima noturna.

O balanço hídrico é um método que calcula quanto de água se perde, pode acontecer em qualquer etapa do sistema de abastecimento, ele consiste em comparar o volume de água que entra no sistema com o volume de água de saída, assim é possível estimar o volume de água perdido. Conforme Melato (2010), são feitas estimativas das perdas aparentes e com essa diferença, é possível encontrar perdas reais. Para resultados mais precisos, a melhor forma de fazer essa análise é no período de um ano. Atualmente, esse método pode ser realizado com várias ferramentas disponíveis, como as planilhas e softwares (Maia, 2018).

Segundo Sousa et al. (2023) o método da Vazão Mínima Noturna fundamenta-se na análise do volume consumido ao longo do dia, normalmente, variando entre 3 a 4 horas o consumo mínimo, e o consumo máximo ocorre entre 12 a 14 horas. É por meio do consumo mínimo que podemos identificar os vazamentos, pois nesse intervalo de tempo muitas pessoas estão dormindo e os reservatórios estão cheios e, por consequência, os vazamentos ocorrem em proporções maiores, se comparados a outros períodos do dia. A identificação dos componentes da vazão mínima noturna é essencial para cálculos mais precisos, os quais incluem consumo noturno residencial, consumo noturno não-residencial, consumo noturno excepcional, perdas

noturnas após hidrômetros e perdas reais na rede de distribuição de água (Maia, 2018).

#### 2.4.1.2 Equipamentos

De acordo com Bezerra e Cheung (2013), a identificação dos vazamentos não visíveis é feita com o uso de métodos acústicos, esse sistema utiliza dispositivos eletrônicos que detectam ruídos característicos de vazamentos nas tubulações. Os principais equipamentos utilizados nesse método estão descritos a seguir.

##### Haste de escuta

Esse dispositivo é constituído por um amplificador, que pode ser mecânico ou eletrônico, conectado a uma barra metálica, sendo projetado para detectar ruídos característicos de vazamentos não visíveis em componentes da rede de distribuição. A haste de escuta é uma ferramenta simples e não consegue identificar vazamentos, somente indica a presença nas proximidades. Na Figura 4 podemos observar a utilização da haste de escuta (Vicentini, 2012).

Figura 4 - Utilização da Haste de Escuta.



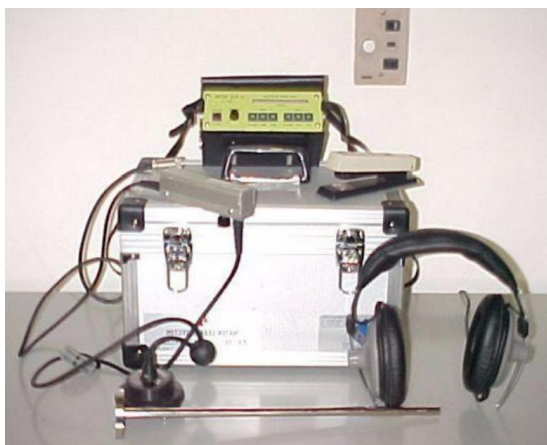
Fonte: Adaptado Melato (2010)

##### Geofone

Assim como a haste, o geofone apresentado nas Figuras 5 e 6 também se

encontra na versão eletrônica e mecânica. O modelo eletrônico é composto por um sensor, amplificador, fones de ouvido e filtro de ruídos, que permitem captar os sons característicos de vazamentos tanto na superfície do solo quanto em contato com elementos da rede. Sua técnica de uso consiste em percorrer o trajeto da rede com o equipamento, analisando variações sonoras, a região onde o ruído for mais intenso indica a possível localização do vazamento não visível. Já o geofone mecânico apresenta uma estrutura mais simples e limitada. A Figura 5 apresenta um geofone mecânico e a figura 6 apresenta a utilização do geofone elétrico (Diniz, 2012).

Figura 5 - Exemplo do Geofone



Fonte: Adaptado Vicentini (2012)

Figura 6 - Utilização do Geofone para localização de vazamentos



Fonte: Adaptado Vicentini (2012)

#### Correlacionador de Ruídos

Esse equipamento acústico de detecção é composto por uma unidade processadora, um pré-amplificador e sensores, é utilizado para localização mais precisa de um vazamento entre dois pontos. Conforme Diniz (2012), o dispositivo é indicado em situações que o uso de geofones se torna inviável ou quando precisa de uma confirmação de vazamento. A Figura 7 apresenta os diferentes tipos de correlacionadores de ruídos.

Figura 7 - Exemplos de correlacionadores de ruídos



Fonte: Adaptado Bezerra e Cheung (2013)

### 3 METODOLOGIA

Na presente pesquisa, optou-se pela metodologia quantitativa do tipo estudo de caso. O objetivo de estudo principal foi comparar o índice de perda em cada um dos municípios goianos escolhidos. O critério para a escolha dos cinco municípios foi a quantidade de habitantes, pois os municípios mais populosos geram uma maior demanda de abastecimento de água.

Foram analisados dez índices operacionais de água, as informações foram obtidas através dos dados disponíveis pelo SNIS referente ao ano de 2023, os dez parâmetros analisados são: índice de atendimento total de água, índice de hidrometração, índice de consumo de água, consumo médio per capita de água, índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água, índice de faturamento de água, índice de perdas no faturamento, índice de perdas na distribuição, índice bruto de perdas lineares e índice de perdas por ligação, conforme apresentado no Anexo A.

Primeiramente, foi realizada a coleta de informações sobre os índices operacionais de água no site da SNIS 2023, que disponibiliza uma planilha no Excel com dados de todos os municípios brasileiros. Assim, foi possível selecionar informações referente aos cinco municípios estudados. Em seguida, esses dados foram organizados em tabelas e depois foram gerados gráficos comparativo entre as localidades, assim foi possível avaliar o resultado de cada município em relação aos indicadores escolhidos. Com isso, os resultados foram discutidos destacando os municípios que apresentaram melhores resultados e os municípios que precisam de mais investimentos.

#### 3.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA

O índice de atendimento total de água mede a porcentagem de água tratada que chega às residências das pessoas e o percentual da população atendida. Para essa análise foram considerados apenas abastecimentos realizados por rede pública, conforme estabelecido pelo SNIS (2023). A Saneago é a companhia de saneamento básico no estado de Goiás. Outras alternativas de sistemas particulares, como poço artesiano, nascentes, cisternas, entre outros, não são incluídas nesse cálculo. Para o cálculo do índice de atendimento total de água, aplica-se a Equação (1).

$$IN055 = \frac{AG001}{GE12a} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

IN055: Índice de atendimento total de água, em porcentagem (%);

AG001: População total atendida com abastecimento de água;

GE12A: População total residente do município com abastecimento de água.

### 3.2 ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO

A hidrometração, também conhecida como micromedicação é uma equação adotada pelo SNIS (2023), consiste em medir o consumo de água por meio dos hidrômetros instalados em cada ligação de água (Equação 2). Ela é essencial, pois possibilita o registro do volume de água consumido e viabiliza as companhias de abastecimento na gestão de consumo. Esse processo ainda apresenta outros benefícios, como auxiliar na identificação de vazamentos e possibilitar o monitoramento do consumo de água, podendo contribuir para a diminuição do desperdício de água.

$$IN009 = \frac{AG004}{AG002} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

IN009: Índice de hidrometração, em porcentagem (%);

AG002: Quantidade de ligações ativas de água;

AG004: Quantidade de ligações ativas de água micromedidas.

### 3.3 ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA

O índice de consumo de água é um parâmetro que mede a proporção de água disponível que efetivamente foi consumida pelos habitantes. Esse índice é representado em porcentagem e é importante para verificar quanto de água tratada chegou aos consumidores. O cálculo desse índice (Equação 3) é feito através do volume de água consumida pela razão do volume de água produzido somado com o volume de água tratada importada menos o volume de serviço, que é o volume de

água utilizado para fins internos nos sistemas e o volume de água tratada e importada é o volume de água que foi tratada por outra companhia de saneamento (SNIS, 2023).

$$IN052 = \frac{AG010}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

IN052: Índice de consumo de água, em porcentagem (%);

AG010: Volume de água consumido;

AG006: Volume de água produzido;

AG018: Volume de água tratada importada;

AG024: Volume de serviço.

### 3.4 CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA

O consumo médio per capita de água representa em volume a quantidade média de água consumida por habitante em um dia. É uma ferramenta importante para o monitoramento e gestão das operações. Além disso, colabora para dimensionar sistemas de abastecimento nos municípios e contribui para estimar a demanda em áreas onde a água é limitada. O cálculo do consumo médio per capita é realizado através do volume de água consumido, no montante, é subtraída a quantidade de água destinada para outro sistema. O volume de água obtido (Equação 4) após o desconto é dividido pela média aritmética dos moradores atendidos nos últimos dois anos (SNIS, 2023).

$$IN022 = \frac{AG010 - AG019}{AG001} \times \frac{1.000.0000}{365} \quad (4)$$

Em que:

IN022: Consumo médio per capita de água, em l/hab.dia;

AG001: População total atendida com abastecimento de água;

AG010: Volume de água consumido;

AG019: Volume de água tratada exportado.

### 3.5 ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O uso de energia elétrica é indispensável no sistema de abastecimento de água, pois mede a quantidade média de energia para produzir e distribuir a água em metros cúbicos. Nos sistemas de abastecimento, é necessário para a captação de água desde o ponto de origem, na condução às estações de tratamento, nas estruturas de armazenamento e na distribuição para as casas, comércios e indústrias. Segundo o SNIS (2023), o cálculo do índice de consumo de energia elétrica consiste na razão entre o consumo total de energia elétrica nos sistemas de distribuição e o volume de água produzido somado com o volume de água tratada importada, conforme a Equação 5 apresenta.

$$IN058 = \frac{AG028}{AG006 + AG018} \quad (5)$$

Em que:

IN058: Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água, em KWh/m<sup>3</sup>;

AG006: Volume de água produzido;

AG018: Volume de água tratada e importado;

AG028: Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água.

### 3.6 ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA

O índice de faturamento de água é a aferição em percentual do volume de água tratada pela companhia de saneamento, onde é cobrada a quantidade de água efetivamente consumida. Através desse índice, é possível identificar perdas no faturamento, seja na medição, perdas não visíveis ou irregularidades. O cálculo desse índice é formado pelo volume de água faturado dividido pelo volume de água produzido somado com o volume de água tratada importada menos o volume de serviço, conforme apresenta a Equação 6 (SNIS, 2023).

$$IN028 = \frac{AG011}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100 \quad (6)$$

Em que:

IN028: Índice de faturamento de água, em porcentagem (%);

AG006: Volume de água produzido;

AG011: Volume de água faturado;

AG018: Volume de água tratada importado;

AG024: Volume de serviço.

### 3.7 ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO

O índice de perdas no faturamento mede em percentual o volume de água tratada pela companhia de saneamento e disponibilizada para população, porém esse volume de água não gera receita. Ela é um complemento do índice de faturamento, mas com abordagem diferente. Essas perdas impactam no faturamento das companhias e podem dificultar investimentos e manutenções. A Equação 7 apresenta esse cálculo (SNIS, 2023).

$$IN013 = \frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100 \quad (7)$$

Em que:

IN013: Índice de perdas no faturamento, em porcentagem (%);

AG006: Volume de água produzido;

AG011: Volume de água faturado;

AG018: Volume de água tratada importado;

AG024: Volume de serviço.

### 3.8 ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO

O índice de perdas na distribuição indica em percentual o volume de água tratada perdido no processo de distribuição, podendo ocorrer desde a produção até o destino final da água. No cálculo desse índice são consideradas as perdas físicas e aparentes. O cálculo desse índice consiste na diferença entre o volume total de água tratada e o volume de água faturado. A Equação 8 apresenta esse cálculo (SNIS, 2023).

$$IN049 = \frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100 \quad (8)$$

Em que:

IN049: Índice de perdas na distribuição, em porcentagem (%);

AG006: Volume de água produzido;

AG010: Volume de água consumido;

AG018: Volume de água tratada importado;

AG024: Volume de serviço.

### 3.9 ÍNDICE BRUTO DE PERDAS LINEARES

O índice bruto de perdas lineares mede em quilômetros o volume de água perdido ao longo do sistema de distribuição, são consideradas as perdas físicas e aparentes, pois é difícil diferenciá-las no sistema de distribuição. A equação desse índice foi definida pelo SNIS (2023), onde o cálculo desse índice é formado pela diferença entre o volume total de água disponibilizado e o volume consumido ao longo da extensão da rede. A Equação 9 apresenta esse cálculo.

$$IN050 = \frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG005} \times \frac{1.000}{365} \quad (9)$$

Em que:

IN050: Índice bruto de perdas lineares, em m³/dia/km;

AG005: Extensão da rede de água;

AG006: Volume de água produzido;

AG010: Volume de água consumido;

AG018: Volume de água tratada importado;

AG024: Volume de serviço.

### 3.10 ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO

O índice de perdas por ligação é um parâmetro que mede o volume médio em litros de água perdida diariamente por ligação ativa no sistema de distribuição, onde são consideradas somente perdas reais. Esse índice é muito importante, pois permite identificar áreas com menor eficiência operacional, possibilitando verificar quanto cada

ligação gera de desperdício. O cálculo desse índice (Equação 10) é composto pela diferença entre o volume total de água disponibilizado e o volume consumido, dividido pelo número de ligações ativas (SNIS, 2023).

$$IN051 = \frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002} \times \frac{1.000.000}{365} \quad (10)$$

Em que:

IN051: Índice de perdas por ligação, em l/lig./dia;

AG002: Quantidade de ligação ativas de água;

AG006: Volume de água produzido;

AG010: Volume de água consumido;

AG018: Volume de água tratada importado;

AG024: Volume de serviço.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, foram discutidos os resultados obtidos da pesquisa comparativa de dez indicadores operacionais de água em cinco municípios do estado de Goiás, onde os valores foram organizados de forma individual, os dados foram coletados da tabela SNIS referente ao ano de 2023. Os municípios escolhidos foram: Águas Lindas de Goiás, Anápolis, Aparecida de Goiânia, Goiânia e Rio Verde.

Figura 8 - Tabela dos dez (10) indicadores

| Código do Indicador | Nome do indicador                                                          | Unidade de Medida | Municípios            |          |                      |         |           |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|----------|----------------------|---------|-----------|
|                     |                                                                            |                   | Águas lindas de Goiás | Anápolis | Aparecida de Goiânia | Goiânia | Rio Verde |
| <b>IN055</b>        | Índice de Atendimento Total de Água                                        | (%)               | 92,56                 | 98,63    | 93,64                | 98,41   | 95,09     |
| <b>IN009</b>        | Índice de Hidrometração                                                    | (%)               | 99,42                 | 99,72    | 98,80                | 99,49   | 99,27     |
| <b>IN052</b>        | Índice de Consumo de Água                                                  | (%)               | 59,18                 | 63,01    | 73,72                | 82,73   | 78,24     |
| <b>IN022</b>        | Consumo Médio Per Capita de Água                                           | l/hab.dia         | 101,75                | 127,66   | 101,44               | 157,93  | 136,05    |
| <b>IN058</b>        | Índice de Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água | kWh/m³            | 0,63                  | 0,82     | 0,32                 | 0,87    | 1,09      |
| <b>IN028</b>        | Índice de Faturamento de Água                                              | (%)               | 58,99                 | 65,28    | 78,52                | 84,79   | 79,06     |
| <b>IN013</b>        | Índice de Perdas no Faturamento                                            | (%)               | 41,01                 | 34,72    | 21,48                | 15,21   | 20,94     |
| <b>IN049</b>        | Índice de Perdas na Distribuição                                           | (%)               | 40,82                 | 36,99    | 26,28                | 17,27   | 21,76     |
| <b>IN050</b>        | Índice Bruto de Perdas Lineares                                            | m³/dia/km         | 66,19                 | 13,35    | 5,76                 | 7,64    | 8,02      |
| <b>IN051</b>        | Índice de Perdas Por Ligação                                               | l/dia/lig.        | 188,74                | 192,19   | 119,73               | 99,41   | 110,52    |

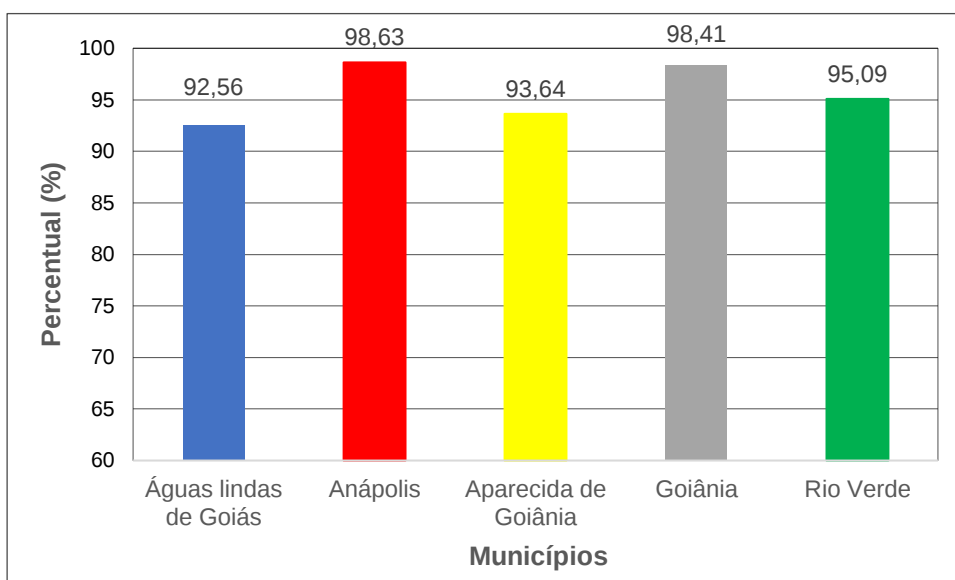
Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Conforme apresenta a Figura 8, Goiânia apresentou o melhor resultado no contexto geral entre os municípios analisados, enquanto Águas Lindas de Goiás apresentou resultados abaixo do esperado. Esses dados foram discutidos em detalhes nos próximos tópicos.

#### 4.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO TOTAL DE ÁGUA

O Gráfico 1 apresenta uma comparação entre os índices de atendimento total de água obtidos dos municípios estudados.

Gráfico 1 – Índice de Atendimento Total de Água no ano de 2023 (%)



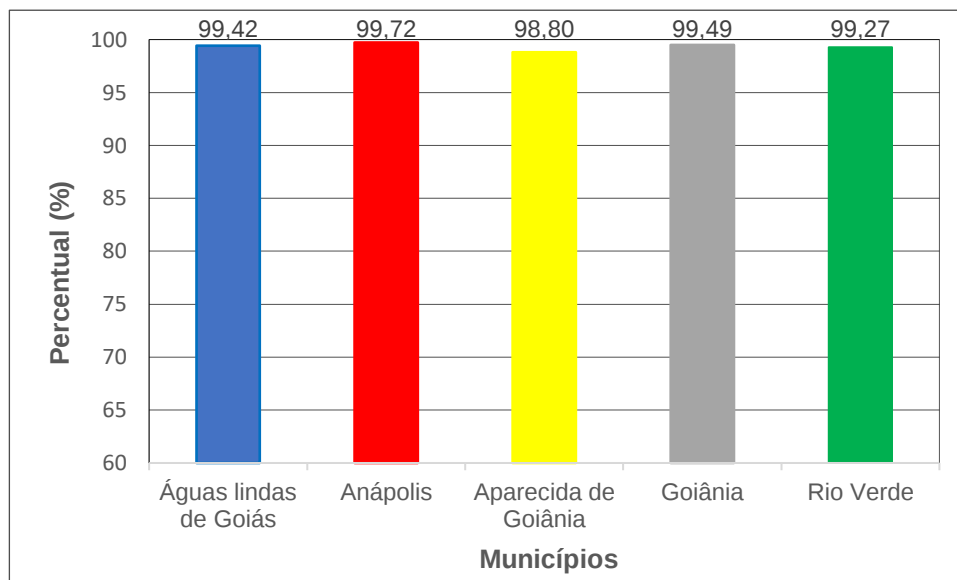
Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Observa-se que dentre as cinco localidades analisadas, Anápolis e Goiânia tem um abastecimento de água mais amplo para a população, 98,63 % e 98,41% respectivamente, conforme apresentado no Gráfico 1. No entanto, Águas Lindas de Goiás apresentou o menor valor de 92,56%. Esses maiores valores de Índice de Atendimento Total de Água de Anápolis e Goiânia podem ser atribuídos aos maiores valores de investimentos da companhia de abastecimento de água e estrutura de distribuição.

#### 4.2 ÍNDICE DE HIDROMETRAÇÃO

O Gráfico 2 apresenta uma comparação entre os índices de hidrometração obtidos dos municípios estudados.

Gráfico 2 – Índice de hidrometração no ano de 2023 (%)



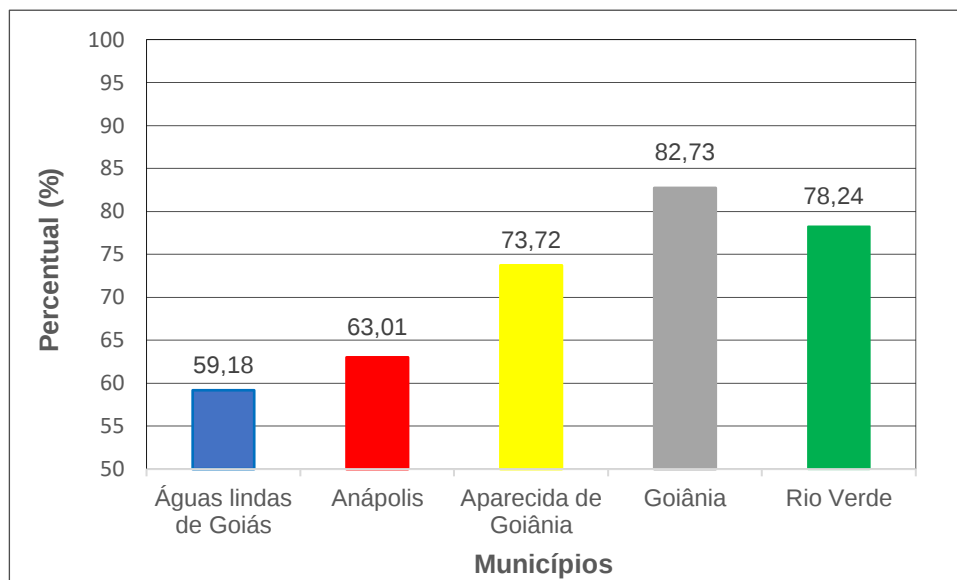
Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Os resultados do índice de hidrometração para os cinco municípios, ilustrados no Gráfico 2, indicam que os valores alcançados foram altos, mas Anápolis e Goiânia se destacam com os melhores índices, 99,72 % e 99,49 %. Contudo, Aparecida de Goiânia apresentou o menor valor, 98,80 %. Esses valores revelam que os municípios escolhidos apresentaram números satisfatórios de ligações equipadas com hidrômetros. Porém, mesmo ligações com hidrômetros podem apresentar problemas de leitura que acarretam em perdas aparentes associadas a hidrômetros danificados ou desgastados devido ao tempo de uso.

#### 4.3 ÍNDICE DE CONSUMO DE ÁGUA

O Gráfico 3 apresenta uma comparação dos índices de consumo de água entre os municípios estudados.

Gráfico 3 – Índice de consumo de água no ano de 2023 (%)



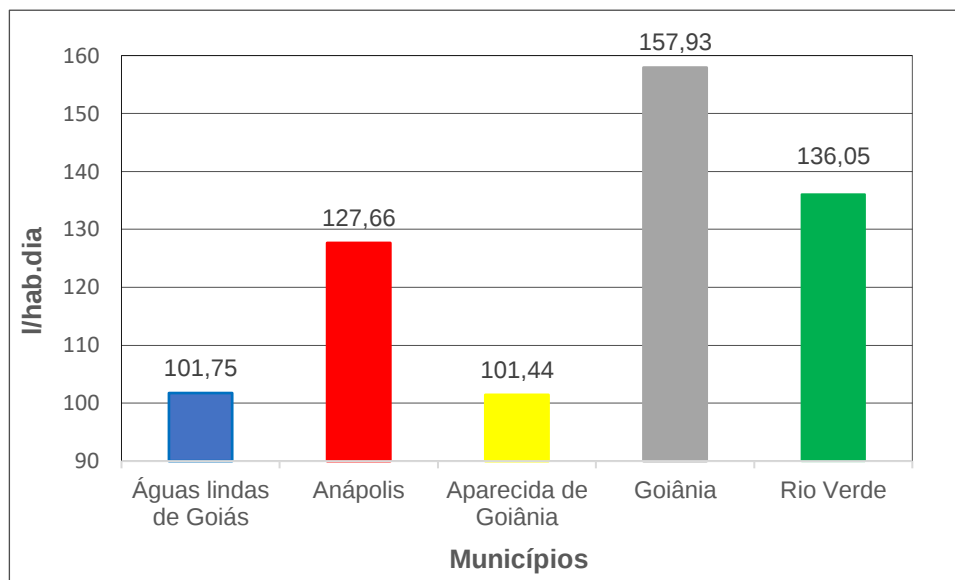
Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Considerando o indicador para os cinco municípios estudados, apresentados no Gráfico 3, Goiânia e Rio Verde destacaram-se por alcançar os valores mais elevados de consumo de água potável, 82,73 % e 78,24 %. Por outro lado, Águas Lindas de Goiás apresentou valor inferior em comparação com os outros municípios, 59,18 %. Esses valores indicam que uma grande quantidade de água tratada está sendo perdida por vazamentos antes de chegar aos usuários. Portanto, essas perdas podem estar associadas a perdas físicas, pois o volume de água que sai do sistema não chega para a população.

#### 4.4 CONSUMO MÉDIO PER CAPITA DE ÁGUA

O Gráfico 4 apresenta uma comparação do consumo médio per capita de água em relação aos municípios estudados.

Gráfico 4 – Consumo Médio Per Capita de Água no ano de 2023 (l/hab.dia)



Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

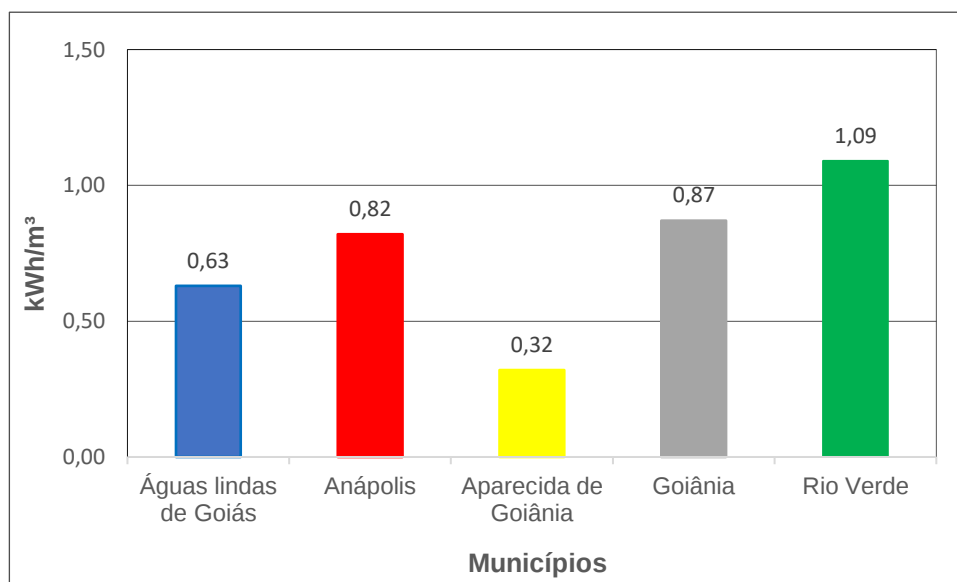
Os dados obtidos para o consumo per capita de água dos municípios analisados, conforme o Gráfico 4, indicam que Goiânia e Rio Verde foram os municípios que apresentaram os maiores números de consumo médio per capita de água, 157,93 l/hab.dia e 136,05 l/hab.dia. Entretanto, Águas Lindas de Goiás apresentou o menor valor, 101,75 l/hab.dia. Os valores obtidos por Goiânia e Rio Verde indica que precisa reduzir o consumo, por mais o atendimento à população seja eficaz e os valores obtidos estejam próximo da média nacional que é de 150 l/hab.dia segundo o SNIS. No entanto, o valor obtido por Águas Lindas de Goiás é inferior à média nacional e isso é positivo, mas também pode estar associado a problemas, como abastecimento irregular ou fraudes.

#### 4.5 ÍNDICE DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O Gráfico 5 apresenta uma comparação de índices de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água entre os municípios estudados.

Gráfico 5 – Índice de Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento

de Água no ano de 2023 (kWh/m<sup>3</sup>)



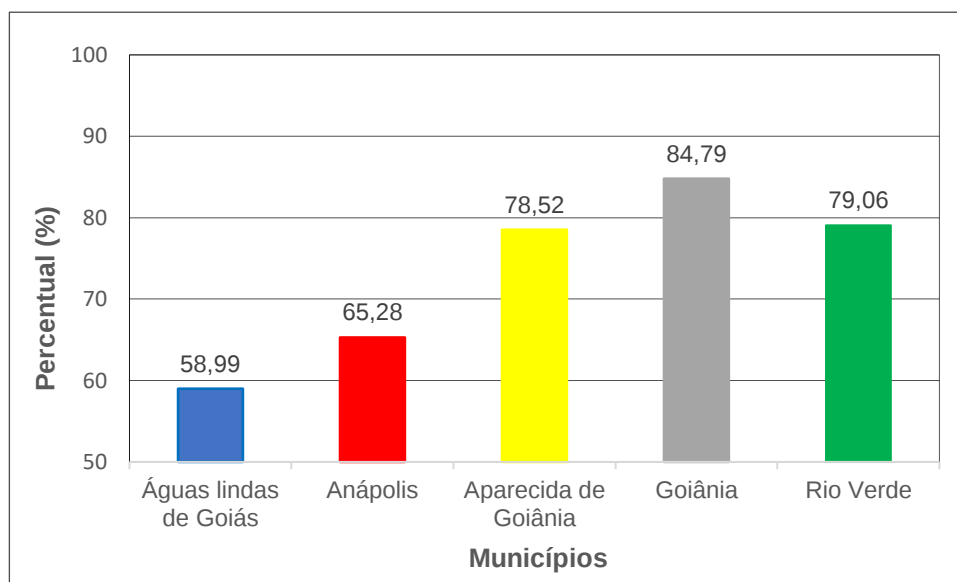
Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Os dados dos cinco municípios, ilustrado no Gráfico 5, indicam que os municípios de Aparecida de Goiânia e Águas Lindas de Goiás apresentam melhor desempenho pois consomem menos energia por metro cúbico, 0,32 kWh/m<sup>3</sup> e 0,63 kWh/m<sup>3</sup>. No entanto, Rio Verde apresentou o maior valor 1,09 kWh/m<sup>3</sup>. O menor consumo de energia elétrica por metro cubico pode estar associado a melhores sistemas de abastecimento de água, pois gera mais economia. Já o valor apresentado pelo município de Rio Verde pode estar relacionado a topografia do município ou distancia da capitação, exigindo assim mais energia para o transporte de água.

#### 4.6 ÍNDICE DE FATURAMENTO DE ÁGUA

O Gráfico 6 apresenta uma comparação entre os índices de faturamento de água obtidos dos municípios estudados.

Gráfico 6 – Índice de Faturamento de Água no ano de 2023 (%)



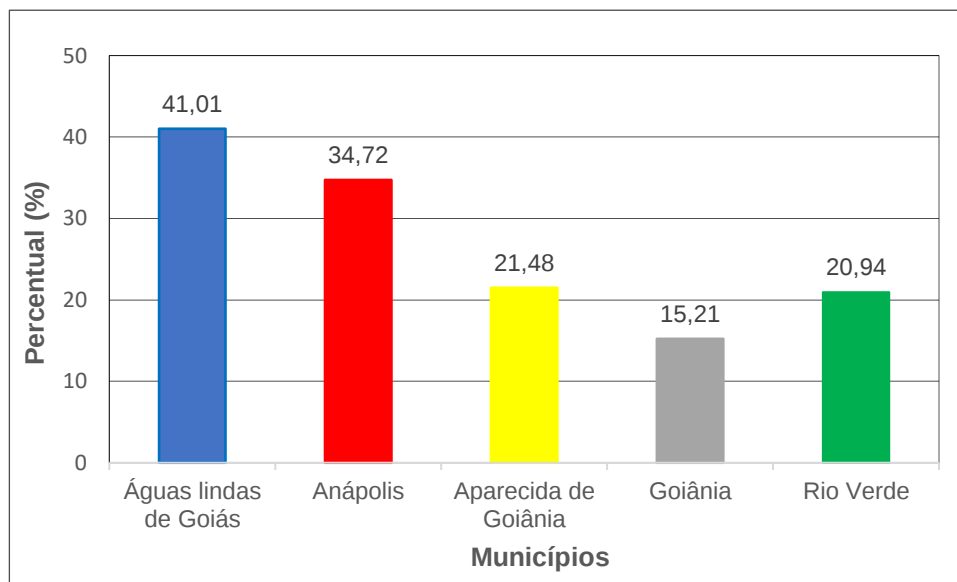
Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Podemos observar a partir do Gráfico 6, que Goiânia apresentou o melhor resultado de índice de faturamento entre os cinco municípios, 84,79 %. Porém, Águas Lindas de Goiás apresentou o menor 58,99 % de água tratada, mas não faturada. Como não existem perdas zero, Goiânia obteve um excelente resultado, já Águas Lindas de Goiás apresentou um valor muito baixo. Esse resultado pode estar associado a vazamentos, ligações clandestinas e problemas no hidrômetro.

#### 4.7 ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO

O Gráfico 7 apresenta uma comparação entre os índices de perdas no faturamento obtidos dos municípios estudados.

Gráfico 7 – Índice de Perdas no Faturamento no ano de 2023 (%)



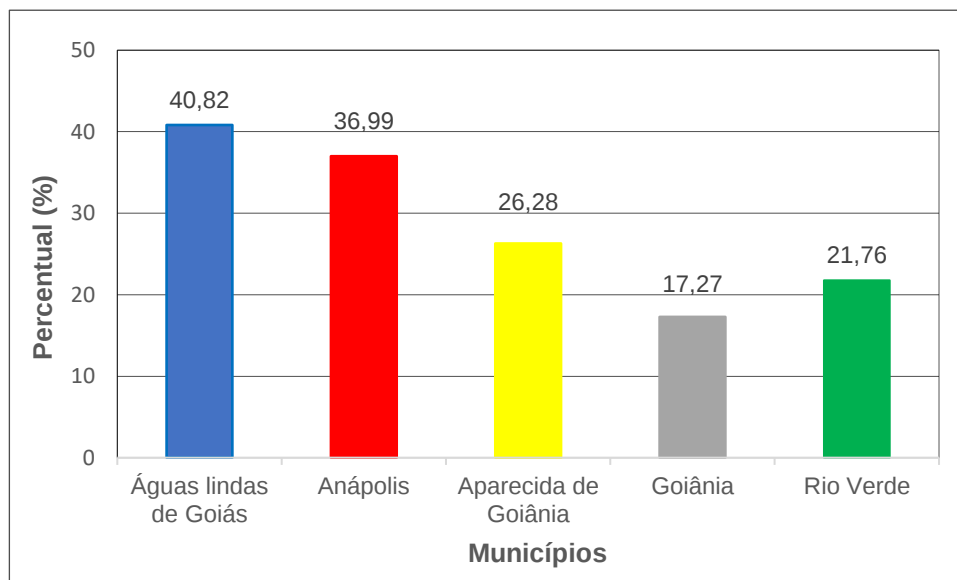
Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Observa-se no Gráfico 7 que Goiânia apresentou o menor índice de perdas no faturamento, com 15,21 %, já Águas Lindas de Goiás apresentou o maior valor, com 41,01 %. O município de Goiânia obteve um índice adequado, como não existe perda zero, essas perdas podem ser associadas a causas naturais ou falha nos hidrômetros. No entanto, o município de Águas Lindas de Goiás obteve um valor muito elevado, as causas para esse valor podem ser consumo que não foi medido, falhas nos hidrômetros ou falta dos hidrômetros.

#### 4.8 ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO

O Gráfico 8 apresenta uma comparação dos índices de perdas na distribuição entre os municípios estudados.

Gráfico 8 – Índice de Perdas na Distribuição no ano de 2023 (%)

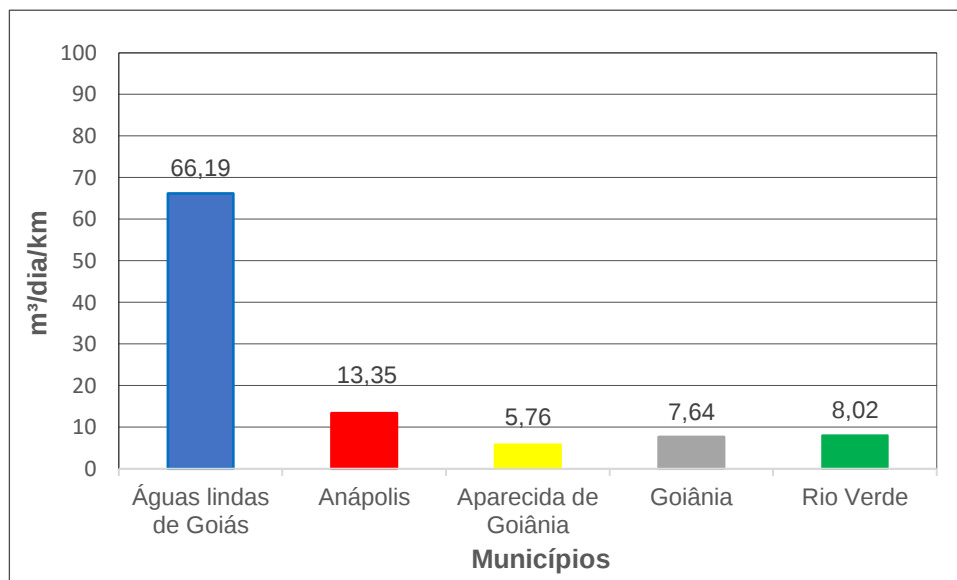


Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Podemos observar no Gráfico 8 que Goiânia alcançou o menor índice de perda na distribuição, com 17,27%. Por outro lado, o município de Águas Lindas de Goiás apresentou 40,82% de perda. Segundo a Portaria 490/2021, perdas abaixo de 25% são consideradas referências, portanto, Goiânia obteve um resultado conforme a portaria, enquanto Águas Lindas de Goiás apresentou resultado inferior ao esperado, pois mais de 40% da água tratada é perdida antes de chegar para a população, esse desempenho ruim pode estar relacionado a vazamentos, hidrômetros com defeitos ou ligações clandestinas.

#### 4.9 ÍNDICE BRUTO DE PERDAS LINEARES

O Gráfico 9 apresenta uma comparação entre os índices bruto de perdas lineares obtidos dos municípios estudados.

Gráfico 9 – Índice Bruto de Perdas Lineares no ano de 2023 (m<sup>3</sup>/dia/km)

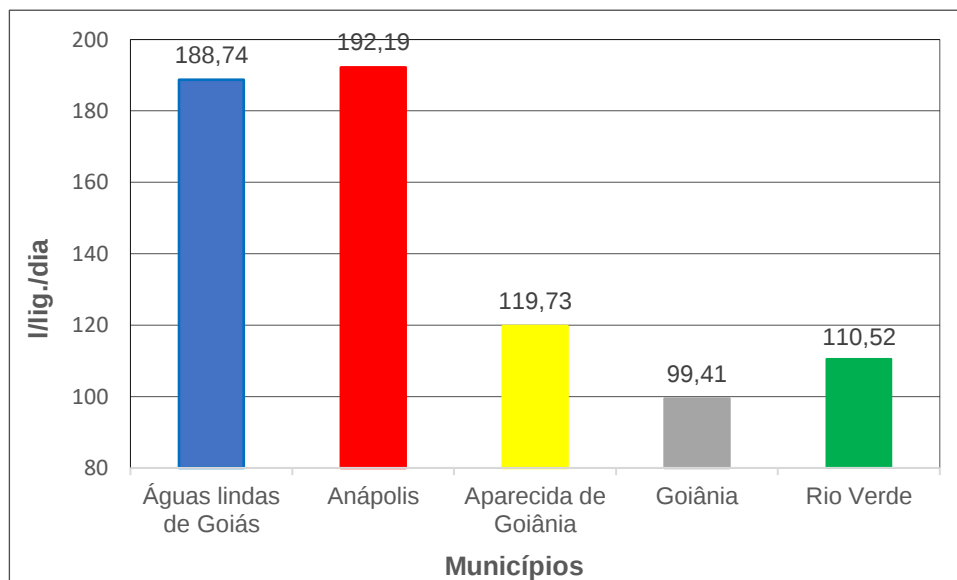
Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

De acordo com o Gráfico 9, os três municípios, Aparecida de Goiânia, Goiânia e Rio Verde, obtiveram os melhores desempenhos de índice bruto de perdas lineares entre as cinco localidades, com 5,76m<sup>3</sup>/dia/km, 7,64m<sup>3</sup>/dia/km e 8,02m<sup>3</sup>/dia/km, esses municípios registraram perdas menores que 10m<sup>3</sup>/dia/km indicando que controlam bem as perdas que ocorrem nos sistemas. No entanto, o município de Águas Lindas de Goiás obteve 66,19m<sup>3</sup>/dia/km, esse resultado indica que uma grande quantidade de água está sendo perdida diariamente, as possíveis causas podem ser falta de manutenção, pressão elevada e falta de monitoramento contínuo.

#### 4.10 ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO

O Gráfico 10 apresenta uma comparação dos índices de perdas por ligação entre os municípios estudados.

Gráfico 10 – Índice de Perdas por Ligações no ano de 2023 (l/lig./dia)



Fonte: Adaptado (SNIS, 2023).

Conforme o Gráfico 10, os municípios de Aparecida de Goiânia, Goiânia e Rio Verde obtiveram resultados adequados de índice de perda por ligação, com 119,73l/lig./dia, 99,41 l/lig./dia e 110,52 l/lig./dia. Esses valores alcançados indicam que as perdas que acontecem nos sistemas de abastecimento até os hidrômetros estão controladas. Entretanto, os municípios de Águas Lindas de Goiás e Anápolis obtiveram resultados de 188,74 l/lig./dia e 192,19 l/lig./dia, valores que podem ser associados a vazamentos. Contudo, esses valores são considerados aceitáveis, pois a portaria 490/2021 estabelece um limite de perdas por ligação de 216,0l/lig./dia.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa apresentou o tema análise de perdas de distribuição de água em diferentes localidades de Goiás, a partir de dados disponibilizados pelo SNIS (2023). A escolha do tema se justifica porque ele permite a análise dos indicadores operacionais de água, e assim evidencia a realidade de localidades distintas. Isso permite identificar medidas eficazes que podem ser aplicadas nos municípios que não apresentaram desempenho adequado.

O resultado dessa pesquisa demonstrou que Goiânia foi quem obteve o melhor desempenho na maioria dos indicadores analisados, o que demonstra que a companhia faz uma gestão adequada dos sistemas de abastecimento de água no município. Com isso, a cidade alcançou com antecedência a meta dos 25% de perda na distribuição estabelecida pela Portaria nº 490/2021. Outros três municípios, Anápolis, Aparecida de Goiânia e Rio Verde, se destacaram em pelo menos dois indicadores diferentes. No entanto, Águas Lindas de Goiás apresentou o pior resultado entre os municípios, demonstrando a necessidade de trabalho contínuo no controle dos vazamentos e no combate às fraudes.

Através da análise comparativa entre os municípios de Goiás, verificou-se realidades diferentes, visto que Goiânia se destaca em gestão e no controle das perdas. Por ser a capital do estado e possuir mais habitantes, é possível que Goiânia receba mais recursos em saneamento básico. Os demais municípios podem ter uma limitação orçamentária que dificulta investimentos em ações de combate às perdas. Sendo assim, foi possível identificar medidas eficazes que podem servir como exemplos para os outros municípios.

Por fim, este estudo demonstrou vários benefícios que a análise de perdas de distribuição de água em diferentes localidades proporciona aos sistemas de abastecimento de água. Como futuras propostas de pesquisas, sugerem-se que novos estudos mais aprofundados possam ser realizados, como: a perda de água no sistema de distribuição em um condomínio horizontal em Goiânia e; análise da influência dos investimentos nos sistemas de abastecimento em indicadores operacionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água:**

Posicionamento e Contribuições Técnicas da ABES. Revisão 1. 19 out. 2015.

Disponível em: [https://abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas\\_Abes.pdf](https://abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas_Abes.pdf). Acesso em: 16 jul. 2025.

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Perdas em sistema de abastecimento de água:** Diagnostico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate. Setembro de 2013.

Disponível em: <https://www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2025.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12218:** Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BEZERRA, S. T. M.; CHEUNG, P. B. **Perdas de Água:** Tecnologias de controle. João Pessoa: Editora da UFPB, 2013. Acesso em: 01 ago. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico Temático – Serviços de Água e Esgoto:** Visão Geral. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Glossário de Indicadores – Água e Esgotos: Indicadores econômico-financeiros, administrativos, operacionais e de qualidade 2022.**

Brasília, DF: Ministério das Cidades – SNIS, 2023. Disponível em:

[https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario\\_Indicadores\\_AE2022.pdf](https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Indicadores_AE2022.pdf). Acesso em: 23 jul. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Glossário de Informações – Água e Esgotos 2022.** Brasília, DF: Ministério das Cidades – SNIS, 2023. Disponível em:

[https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario\\_Informacoes\\_AE2022.pdf](https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Informacoes_AE2022.pdf). Acesso em: 23 jul. 2025.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Regional – MDR. **Perdas aparentes.** 2018. Disponível em:

[https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/interaguas/commaisagua/at3-perdas\\_aparentes.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/interaguas/commaisagua/at3-perdas_aparentes.pdf). Acesso em 09 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Redução de perdas em sistemas de abastecimento de água:** Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 172 p. 2. ed. – Brasília: FUNASA, 2014.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Portaria n.º 490, de 22 de março de 2021**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 mar. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-490-de-22-de-marco-de-2021-309988760>. Acesso em: 17 jun. 2025.

CAMPOS, Fabrizio Silva. **Previsão de séries temporais de pressão em redes de distribuição de água aplicando modelos generalizados autorregressivos de médias móveis (GARMA)**. 2023. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-08012024-111307/publico/DissertacaoFabrizioSilvaCamposVersaoCorrigida.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DINIZ, Aldo Roberto Silva. **Avaliação do controle de perdas físicas em redes de distribuição de água da região metropolitana de São Paulo**. 2012. 78 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/881843>. Acesso em 13 jul. 2025

FREITAS, Tiago Lamenha. **Estudo comparativo do desempenho hidráulico entre o projeto e a obra de uma rede de distribuição de água**. 2018. 95 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32233>. Acesso em: 16 jun. 2025.

FREITAS, Valdemir Viana. **Controle e redução de perdas em sistema de distribuição de água: Contribuição na Preservação dos Mananciais de São Paulo**. 2011. 181 p. Dissertação (Mestrado) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.pos.cps.sp.gov.br/files/dissertacoes/file/193/34981e21c8e8dfb4c82c15481d0e9aa0.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2025.

Governo do Estado de Goiás. **Goiás tem o menor índice de perda de água tratada do Brasil**: Agência cora coralina notícias. 13 fev. 2025. Disponível em: <https://agenciakoradenoticias.go.gov.br/146018-goias-tem-o-menor-indice-de-perda-de-agua-tratada-do-brasil>. Acesso em: 11 jul. 2025.

Governo de Goiás. **Goiás tem o menor índice de perda de água tratada do Brasil**. Portal industrial, 13 fev. 2025. Disponível em: <https://goias.gov.br/institucional/goias-tem-o-menor-indice-de-perda-de-agua-tratada-do-brasil/>. Acesso em: 20 set. 2025.

IBGE. **População no último censo 2022**. Goiânia – Panorama. Cidades IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>. Acesso em: 20 set. 2025.

Instituto Trata Brasil. **Estudo de perdas de água de 2024 (SNIS, 2022): desafios na eficiência do saneamento básico no Brasil**. São Paulo: GO Associados, 2024. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/06/Estudo-da-GO-Associados-Perdas-de-Agua-de-2024-V2.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2025.

Instituto Trata Brasil. **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**. São Paulo: GO Associados, 2022. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/06/Estudo-da-GO-Associados-Perdas-de-Agua-de-2024-V2.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2025.

Instituto Trata Brasil. **Perdas de água 2020 (SNIS 2018): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico**. São Paulo: GO Associados, 2020. Disponível em: <[https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Relatorio\\_Final\\_-\\_Estudo\\_de\\_Perdas\\_2020\\_-\\_JUNHO\\_2020.pdf](https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Relatorio_Final_-_Estudo_de_Perdas_2020_-_JUNHO_2020.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Com piora ano após ano no indicador, 40,3% da água potável é perdida antes de chegar nas residências do país**. 2023. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/com-piora-ano-apos-ano-no-indicador-403-da-agua-potavel-e-perdida-antes-de-chegar-nas-residencias-do-pais/>. Acesso em 13 jun. 2025.

MAIA, Larissa Kelly Freire. **Avaliação das perdas no sistema de abastecimento de água na cidade de Pau dos Ferros – RN**. 2018. 60 p. Monografia (Especialização) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Pau dos Ferros – RN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/fb2cf430-832d-4f2a-b29f-bff4d7fe1192/content>. Acesso em: 26 fev. 2025.

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**. 2010. 133 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082010-092608/publico/Dissertacao\\_Debora\\_S\\_Melato.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082010-092608/publico/Dissertacao_Debora_S_Melato.pdf). Acesso em: 28 jul. 2025.

MOTTA, Renato Gonçalves da. **Importância da setorização adequada para combate às perdas reais de água de abastecimento público**. 2010. 176 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-18082010-171334/publico/Dissertacao\\_Renato\\_Goncalves\\_Motta.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-18082010-171334/publico/Dissertacao_Renato_Goncalves_Motta.pdf). Acesso em: 01 ago. 2025.

SILVA JÚNIOR, João Ferreira. **Detecção de perdas em sistemas de distribuição de água através de rede de sensores sem fio**. 2017. 167 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/29444>. Acesso em: 02 ago. 2025.

SOUSA, Isabelle Sales Alves; et al. Estimativa de perdas reais em um distrito de medição e controle, localizado na região metropolitana do Recife, Brasil. In: **Simpósio brasileiro de recursos hídricos – XXV SBRH**. 2023. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/191/XXV-SBRH1185-1-0-20230731-220012.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2025.

TARDELLI FILHO, Jairo. **Aspectos relevantes do controle de perdas em**

**sistemas públicos de abastecimento de água.** Revista Dae, São Paulo, v. 64, n. 201, p.6-20, abr. 2016. Acesso em: 28 jul. 2025.

VICENTINI, Liliana Pedroso. **Componentes do balanço hídrico para avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água.** 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03072013-151444/>. Acesso em: 26 fev. 2025.

## ANEXO A

MINISTÉRIO DAS CIDADES / SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS

Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2022

**TABELA COMPLETA DE INDICADORES DESAGREGADOS E AGREGADOS**

Data de Geração: 14/12/2023 10:13

**Saneamento de Goiás S/A**

**SANEAGO**

| MUNICÍPIOS          |                       |    |                  | PRESTADOR DE SERVIÇOS           |                               |         |             |                                                       |                 |
|---------------------|-----------------------|----|------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------|-------------|-------------------------------------------------------|-----------------|
| Código do município | Município             | UF | Código da região | Código do prestador de serviços | Nome do prestador de serviços | Sigla   | Abrangência | Natureza jurídica do prestador de serviços            | Tipo de serviço |
| -                   | -                     | -  | -                | -                               | -                             | -       | -           | -                                                     | -               |
| -                   | -                     | -  | -                | -                               | -                             | -       | -           | -                                                     | -               |
| 520025              | Águas Lindas de Goiás | GO | 5                | 52087000                        | Saneamento de Goiás S/A       | SANEAGO | Regional    | Sociedade de economia mista com administração pública | Água            |
| 520110              | Anápolis              | GO | 5                | 52087000                        | Saneamento de Goiás S/A       | SANEAGO | Regional    | Sociedade de economia mista com administração pública | Água            |
| 520140              | Aparecida de Goiânia  | GO | 5                | 52087000                        | Saneamento de Goiás S/A       | SANEAGO | Regional    | Sociedade de economia mista com administração pública | Água            |
| 520870              | Goiânia               | GO | 5                | 52087000                        | Saneamento de Goiás S/A       | SANEAGO | Regional    | Sociedade de economia mista com administração pública | Água            |
| 521880              | Rio Verde             | GO | 5                | 52087000                        | Saneamento de Goiás S/A       | SANEAGO | Regional    | Sociedade de economia mista com administração pública | Água            |

MINISTÉRIO DAS CIDADES / SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS

## Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2022

## TABELA COMPLETA DE INDICADORES OPERACIONAIS - ÀGUA

| Municípios            | INDICADORES OPERACIONAIS - ÁGUA     |                         |                           |                                  |                                                                            |                               |                              |                                  |                                 |                              |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
|                       | Índice de atendimento total de água | Índice de hidrometração | Índice de consumo de água | Consumo médio per Capita de água | Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água | Índice de faturamento de água | Índice de perdas faturamento | Índice de perdas na distribuição | Índice bruto de perdas lineares | Índice de perdas por ligação |
| -                     | percentual                          | percentual              | percentual                | l/hab.dia                        | kWh/m3                                                                     | percentual                    | percentual                   | percentual                       | m³/dia/km                       | l/dia/lig.                   |
| -                     | IN055                               | IN009                   | IN052                     | IN022                            | IN058                                                                      | IN028                         | IN013                        | IN049                            | IN050                           | IN051                        |
| Águas Lindas de Goiás | 92,56                               | 99,42                   | 59,18                     | 101,75                           | 0,63                                                                       | 58,99                         | 41,01                        | 40,82                            | 66,19                           | 188,74                       |
| Anápolis              | 98,63                               | 99,72                   | 63,01                     | 127,66                           | 0,82                                                                       | 65,28                         | 34,72                        | 36,99                            | 13,35                           | 192,19                       |
| Aparecida de Goiânia  | 93,64                               | 98,80                   | 73,72                     | 101,44                           | 0,32                                                                       | 78,52                         | 21,48                        | 26,28                            | 5,76                            | 119,73                       |
| Goiânia               | 98,41                               | 99,49                   | 82,73                     | 157,93                           | 0,87                                                                       | 84,79                         | 15,21                        | 17,27                            | 7,64                            | 99,41                        |
| Rio Verde             | 95,09                               | 99,27                   | 78,24                     | 136,05                           | 1,09                                                                       | 79,06                         | 20,94                        | 21,76                            | 8,02                            | 110,52                       |
|                       |                                     |                         |                           |                                  |                                                                            |                               |                              |                                  |                                 |                              |