



UFRJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
**CAMPUS MACAÉ**

PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:  
DIAGNÓSTICO E DESAFIOS DA GESTÃO PARA MUNICÍPIOS  
FLUMINENSES ATENDIDOS PELA PRESTADORA DE SERVIÇO ESTADUAL

THAMIRIS ROCHA GUERRA DA SILVA

Macaé/RJ

2021

THAMIRIS ROCHA GUERRA DA SILVA

PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:  
DIAGNÓSTICO E DESAFIOS DA GESTÃO PARA MUNICÍPIOS  
FLUMINENSES ATENDIDOS PELA PRESTADORA DE SERVIÇO ESTADUAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé como requisito parcial para a obtenção do diploma de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. MSc. Beatriz Rohden  
Becker

Macaé/RJ, 2021

THAMIRIS ROCHA GUERRA DA SILVA

PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:  
DIAGNÓSTICO E DESAFIOS DA GESTÃO PARA MUNICÍPIOS  
FLUMINENSES ATENDIDOS PELA PRESTADORA DE SERVIÇO ESTADUAL

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Engenharia Civil  
da Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Campus Macaé como requisito parcial  
para a obtenção do diploma de Bacharel  
em Engenharia Civil.

Macaé/RJ, 16 de julho de 2021

Banca examinadora:

---

Profa. MSc. Beatriz Rohden Becker (Orientadora)  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – Campus Macaé

---

Prof. MSc. Conrado Vidotte Plaza  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – Campus Macaé

---

Profa. MSc. Mariana Moller de Limas Fonseca  
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

---

Eng. MSc. Sheila K. Kusterko  
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN)

## **Agradecimentos**

Agradeço e glorifico ao Senhor Deus por ter me dado o privilégio de ingressar e concluir esta graduação na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé.

Aos meus pais sou infinitamente grata por todo apoio, incentivo, cuidado e amor dispensados sobre mim.

À professora Beatriz R. Becker por sua orientação, ensinamentos, dedicação e zelo ao ensinar, além da atenção prestada a mim ao longo de minha graduação.

A todos os docentes ao qual tive o privilégio de aprender e ampliar os horizontes do ensino.

À Eng. MSc. Sheila K. Kusterko pelo apoio e co-orientação na construção deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de graduação que contribuíram e me ajudaram nesta jornada acadêmica.

“Que todo o meu ser louve ao SENHOR, e que eu não esqueça nenhuma das suas bênçãos!”

Salmos 103:2

## Resumo

As perdas de água que ocorrem ao longo do sistema de abastecimento de água são inevitáveis. Contudo, os índices de sua ocorrência podem ser reduzidos e/ou controlados. Dessa forma, este trabalho apresenta o panorama de perdas de água e o de macromedição, como forma de controle de tais perdas, de municípios fluminenses atendidos pela prestadora de serviço estadual ao longo dos últimos anos e as diretrizes aos quais necessitam se adequar para que as metas de redução dessas perdas sejam alcançadas. Para atender às alterações feitas pela Lei nº 14.026/2020 (o novo marco regulatório do saneamento básico), a Portaria do Ministério do Desenvolvimento Regional nº 490/2021 estabelece proporções de reduções e os índices mínimos (com base em critérios econômicos) de perdas de água para os sistemas de abastecimento de água do território nacional. Entretanto, o processo para o alcance dessas metas varia, dependendo das condições ambientais, econômica e cultural de cada região. As pesquisas de análises geral e individual dos municípios fluminenses que recebem o serviço de abastecimento de água pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro, feitos neste estudo, ratificam a necessidade do desenvolvimento de metas que otimizem as diretrizes de reduções de perdas determinadas pela referida Portaria para os municípios fluminenses analisados. A exemplo, dos 64 municípios estudados, 38% tendem a não cumprir as metas de redução de perdas de água que ocorrem na distribuição e 69% tendem a não cumprir as metas de perdas relacionadas às ligações ativas de água, ambas definidas pela Portaria nº 490/2021. Logo, uma parte significativa dos municípios em estudo registram índices de perdas de água acima da média nacional e distantes dos valores mínimos previstos.

**Palavras-chave:** Perdas de Água. Sistema de Abastecimento de Água. Novo Marco Legal do Saneamento Básico.

## **Abstract**

The water losses that occur along the water supply system are unavoidable. However, the rates of its occurrence can be reduced and/or controlled. Thus, this work presents the panorama of water losses and macro-measurement, as a way of controlling such losses, in all municipalities of Rio de Janeiro state covered by the public company of water supply and sewage collection and treatment. The study analyzed data of these municipalities, concerning to water losses over the last few years and the guidelines that need to be followed in order to achieve the goals in reducing these losses. In order to meet the changes brought by the new Brazilian legal framework on basic sanitation, the Ministry of Regional Development has created the Ordinance n° 490/2021 which establishes reduction ratios and minimum rates (based on economic criteria) of water losses for water supply systems in the national territory. However, the process for achieving these goals varies, depending on the environmental, economic and cultural conditions of each region. The general and individual analysis carried out in this study confirm the need to develop goals that optimize the guidelines for water reduction losses determined by the already mentioned Ordinance. For example, of the 64 municipalities studied, 38% tend not to meet the water loss reduction targets that occur in distribution and 69% tend not to meet the loss targets related to active water connections, both defined by Ordinance n° 490/2021. Therefore, a significant part of the municipalities in this study present water loss rates above the national average and far from the minimum expected values.

**Keywords:** Water Losses. Water Supply System. New Sanitation Legal Framework.

## Lista de Equações

Equação 1	Equação do Índice de Macromedição (IN011) [%].....	104
Equação 2	Equação do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%].....	104
Equação 3	Equação do Índice de Perdas por Ligação (IN051) [litros/ligação/dia].....	105
Equação 4	Equação do Índice de Perdas de Faturamento Total (IPFT) [%].....	105



## Lista de Figuras

Figura 1.	Conjunto dos serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais do saneamento básico. ....	22
Figura 2.	Linha do tempo sobre o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. ....	27
Figura 3.	Esquema geral do Sistema de Abastecimento de Água...	30
Figura 4.	Indicação dos pontos em que são colocados os macromedidores no Sistema de Abastecimento de Água. ....	31
Figura 5.	Tipos de vazamentos que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água. ....	33
Figura 6.	Tipo de ligação ilegal de abastecimento de água: derivação de ramal: By-pass. ....	35
Figura 7.	Tipo de ligação ilegal de abastecimento de água: derivação de ramal. ....	36
Figura 8.	Tipo de ligação ilegal de abastecimento de água: ligação clandestina. ....	36
Figura 9.	Cruz de Lambert para combate a perdas reais. ....	38
Figura 10.	Ações de combate às perdas aparentes. ....	40
Figura 11.	Índices de atendimento com rede de água das macrorregiões geográficas do Brasil e a média nacional em 2019.....	44
Figura 12.	Histórico dos Índices de Perdas na Distribuição de Água (IN049) no Brasil.....	45
Figura 13.	Índice de Perdas de Água na Distribuição, das macrorregiões geográficas do país em 2019.....	46
Figura 14.	Índice de Perdas na Distribuição, segundo os Estados brasileiros em 2019. ....	47
Figura 15.	Índices de Perdas de Faturamento Total (IPFT) de variados países. ....	48
Figura 16.	Municípios fluminenses atendidos pelos serviços da CEDAE. ....	49

Figura 17.	Descrição da classificação aplicada na Projeção do Índice de Perdas na Distribuição [%] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE. .....	56
Figura 18.	Descrição da classificação aplicada na Projeção do Índice de Perdas por Ligação [l/lig./dia] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE. .....	58
Figura 19.	Intervalos de referência do Índice de Macromedicação (IN011) para os municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE. ....	59
Figura 20.	Índice de Perdas na Distribuição de Água (IN049) dos municípios atendidos pela CEDAE entre 2014 e 2019. ....	63
Figura 21.	Médias do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE e a Nacional entre os anos de 2014 e 2019. ....	64
Figura 22.	Média percentual da redução do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE entre os anos de 2014 e 2019. ....	65
Figura 23.	Média da redução do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) dos municípios atendidos pela CEDAE em 2019.	66
Figura 24.	Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos municípios atendidos pela CEDAE entre 2014 e 2019. ....	69
Figura 25.	Média do Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE e a Nacional entre os anos de 2014 e 2019. ....	70
Figura 26.	Média da redução do Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE entre os anos de 2014 e 2019. ....	71
Figura 27.	Média da redução do Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos municípios atendidos pela CEDAE em 2019.	72

Figura 28.	Comparativo do Índice de Macromedição (IN011) dos 64 municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE entre 2014 e 2019. ....	74
Figura 29.	Índices de Perdas na Distribuição (IN049) de municípios atendidos pelos serviços da CEDAE que apresentaram índices de macromedição satisfatórios ( $\geq 90\%$ ) em 2019. ....	75
Figura 30.	Índices de Perdas por Ligação (IN051) de municípios atendidos pelos serviços da CEDAE que apresentaram índices de macromedição satisfatórios ( $\geq 90\%$ ) em 2019. ....	76
Figura 31.	Resultado da Projeção Proposta para o Índice de Perdas na Distribuição [%] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE. ....	77
Figura 32.	Resultado da Projeção Proposta para o Índice de Perdas por Ligação [l/lig./dia] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE. ....	80

## Lista de Quadros

Quadro 1.	Ações para Redução das Perdas Físicas (Reais) em Sistemas de Abastecimento de Água.....	37
Quadro 2.	Ações de Controle de Perdas Não-Físicas (Aparentes) em Sistemas de Abastecimento de Água.....	39
Quadro 3.	Principais Características de Perdas Reais e Aparentes. ....	41
Quadro 4	Descrição das Etapas do Objetivo e da Metodologia do Trabalho. ....	52
Quadro 5.	Projeção dos indicadores IN049 [%] e IN051 [l/lig./dia] para municípios brasileiros com base nas médias nacionais registradas pelo SNIS em 2021.....	60
Quadro 6.	Resultado dos valores do IN011 [%], declarados pelo SNIS em 2019, para os Municípios que recebem o serviço de abastecimento de Água da CEDAE. ....	84
Quadro 7.	Projeção do Índice de Perdas na Distribuição [%] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE. ....	95
Quadro 8.	Projeção do Índice de Perdas por Ligação [l/lig./dia] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE. ....	99

## Lista de Siglas

AE	Água e Esgotos
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
AP	Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas
ARIS	Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro
CF	Constituição Federal
ETA	Estação de Tratamento de Água
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBNET	<i>International Benchmarking Network for Water and Sanitation</i>
IPFT	Índice de Perdas de Faturamento Total
IWA	<i>International Water Association</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MCidades	Ministério das Cidades
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSS	Programa de Modernização do Setor Saneamento
RS	Resíduos Sólidos Urbanos
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SUPERA	Sistema Único de Controle de Perdas Reais e Aparentes
UTS	Unidade de Tratamento Simplificada

## Lista de Abreviaturas e Unidades de Medida

AP	Área de Planejamento
l/lig./dia	Litros por ligação por dia
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
m <sup>3</sup> /ano	Metros cúbicos por ano
%	Percentual

## Sumário

1	Introdução .....	17
2	Objetivos .....	19
2.1	Objetivo Geral .....	19
2.2	Objetivos Específicos .....	19
3	Revisão Bibliográfica .....	20
3.1	Avanços Legais do Saneamento no País.....	20
3.1.1	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).....	25
3.2	Sistema de Abastecimento de Água.....	28
3.3	Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água.....	30
3.3.1	Perdas Físicas (Reais).....	31
3.3.2	Perdas Não-Físicas (Aparentes ou Comerciais).....	34
3.3.3	Estratégias de Redução e Controle de Perdas .....	36
3.3.4	Principais Características das Perdas .....	40
3.3.5	Classificação dos Indicadores .....	42
3.4	Diagnóstico das Perdas de Água no Sistema de Abastecimento de Água no Brasil .....	44
3.4.1	Avaliação Comparativa do Índice de Perdas de Faturamento Total (IPFT) do Brasil e de Outros Países .....	47
3.5	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE).....	49
3.5.1	Medidas de Redução de Perdas de Água da Companhia ...	50
3.6	Portaria nº 490/2021.....	50
4	Metodologia .....	52
4.1	Análise dos Índices.....	53
4.2	Projeção para os Índices de Perdas a partir da Portaria nº 490/2021 .....	53
4.2.1	Metas de Projeção do Índice de Perdas na Distribuição (IN049).....	54
4.2.2	Metas de Projeção do índice de Perdas por Ligação (IN051).....	56

4.2.3	Classificação do Índice de Macromedição (IN011) .....	58
5	Resultados.....	60
5.1	Análise dos Índices.....	60
5.1.1	Panorama do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]	61
5.1.2	Panorama do Índice de Perdas por Ligação (IN051) [litros/ligação/dia] .....	67
5.1.3	Panorama do Índice de Macromedição (IN011) [%] .....	73
5.2	Projeção para os Índices de Perdas a Partir da Portaria n° 490/2021 .....	76
5.2.1	Projeção do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%] ..	77
5.2.2	Projeção do Índice de Perdas por Ligação (IN051) [l/lig./dia] .....	80
5.2.3	Classificação do Índice de Macromedição (IN011) [%] .....	84
6	Conclusões.....	86
7	Referências Bibliográficas .....	89
	Apêndice A .....	95
	Apêndice B .....	99
	Anexo A.....	104



## 1 Introdução

Uma das principais prioridades das populações é o atendimento por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas (TSUTIYA, 2006), para que as suas necessidades – relacionadas à saúde e em contribuição ao desenvolvimento econômico, ambiental e social – sejam supridas.

De forma a garantir um adequado acesso à água potável, um dos principais fundamentos em que se baseia a Política Nacional de Recursos Hídricos é o de que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico (BRASIL, 1997). Isso objetiva o incentivo ao uso racional da água por seus usuários e estimula a redução e controle do recurso natural em seus diversos usos, para que assim, as receitas arrecadadas possam ser direcionadas às ações em prol dos recursos hídricos presentes na própria bacia hidrográfica (ANA, 2019).

No Brasil, há alguns registros de crise hídrica por escassez, geralmente ocasionados por baixos índices de precipitação, impactando no armazenamento de reservatórios de abastecimento de água e demandando o estabelecimento de sistemas de racionamento de água. Os exemplos são as crises hídricas ocorridas na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, a partir de 2012, e no Sistema da Cantareira (SP) nos anos de 2014 e 2015 (ANA, 2019).

Em relação à cobertura do abastecimento, a média nacional do índice de atendimento total com rede de abastecimento de água, em 2019, foi de 83,7% e de 92,9% o índice de atendimento urbano de água, totalizando aproximadamente 34 milhões de brasileiros sem acesso ao abastecimento de água por rede pública (SNIS, 2020).

Dessa forma, um dos grandes desafios a serem vencidos para a efetuação de melhorias e de eficiência ao acesso à água potável, no Brasil, é a redução

de perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água, visto que tais índices são altos.

Correspondendo à diferença entre o volume de água que entra no sistema de abastecimento e o consumo autorizado (TARDELLI FILHO, 20006), as perdas de água podem ser decorrentes de vazamentos, extravasamentos, erro nos medidores de vazão ou de falhas na gestão comercial no abastecimento. E, conseqüentemente, tais perdas geram impactos negativos na interação entre o meio ambiente natural, construído e a sociedade.

Assim, a redução e o controle das perdas de água desde a captação de água bruta até a distribuição de água tratada são mecanismos necessários e eficientes na gestão dos recursos hídricos, além de contribuírem para possíveis ampliações do acesso à água, por rede pública, e para a redução dos impactos causados pela mesma.

A partir do exposto, este trabalho se propõe a apresentar o cenário das perdas dos serviços de abastecimento de água dos municípios atendidos pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE), em um comparativo com os dados nacionais. Além disso, a partir da Portaria do Ministério do Desenvolvimento Regional nº 490/2021 (BRASIL, 2021), que estabelece metas a serem alcançadas para reduções de perdas até o ano de 2034, foram analisados os índices de perdas e feitos cálculos de projeção para o alcance dessas metas considerando os municípios analisados.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo principal deste trabalho é avaliar os índices de perdas nos sistemas de abastecimento de água dos municípios fluminenses atendidos pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), tendo como referência a Portaria do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) nº 490/2021, além de propor um planejamento de reduções percentuais das perdas dos sistemas analisados.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Levantar e analisar os Índices de Perdas na Distribuição (IN049), Perdas por Ligação (IN051) e de Macromedição (IN011) dos municípios estudados, obtidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), entre os anos de 2014 e 2019;
- Verificar quais municípios possuem índices de perdas (IN049 e IN051) superiores aos mínimos estabelecidos pela Portaria nº 490/2021;
- Classificar os municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE que tenham alcançado níveis satisfatório, regular, insatisfatório ou não declarado de macromedição, de acordo com a última atualização de dados do SNIS (2019) e verificar, dentre os que possuem níveis satisfatórios de macromedição (IN011), se apresentam índices menores de perdas;
- Calcular as projeções das metas que promovam reduções dos indicadores estudados de forma a atender gradativamente os índices mínimos de perdas de água estipulados pela Portaria nº 490/2021 e, assim, contribuir para a aceleração do processo de expansão do serviço de abastecimento de água na região.

### 3 Revisão Bibliográfica

#### 3.1 Avanços Legais do Saneamento no País

Até a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) no Brasil, não existia um plano ou programas que gerissem, intencionalmente, os serviços de saneamento básico no país (CAMATTA, 2018). Ainda segundo Camatta (2018), o PLANASA foi instituído no ano de 1969 e consolidou-se, em 1971, como ferramenta elaborada pelo Governo Federal para que os Estados desenvolvessem em seus municípios sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Porém, as mudanças institucionais e políticas ocorridas no país (como a criação da Constituição Federal e o fortalecimento da autonomia das políticas municipais, a partir dos anos 80) contribuíram para o enfraquecimento do modelo do PLANASA. A extinção do PLANASA, em 1986, corroborou para que as ações governamentais operassem de forma desarticuladas e específicas.

Em 1988, a Constituição Federal apontou as responsabilidades acerca dos serviços de saneamento básico (BRASIL, 1988), conforme destacado abaixo:

Art. 21. Compete à União:

XX - instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos.

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

IX - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico.

Em 2003, foi criado o Ministério das Cidades com o objetivo de ocupar a lacuna de políticas urbanas, que incluem aquelas direcionadas ao saneamento no país. Assim, o órgão baseou a sua operação nos principais problemas, até então, existentes no país: moradia, saneamento básico e mobilidade urbana (IPEA, 2006).

A Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre as normas gerais de contratação de consórcios públicos, contribuiu para a regularização jurídica no setor de saneamento básico, juntamente a medidas de estruturação de programas (CAMATTA, 2018), alinhados à diretrizes da Constituição Federal. E duas décadas após a extinção do PLANASA, foi instituída a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007), caracterizada como o marco legal do saneamento no país, com o objetivo de estabelecer as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil, alinhando-se aos direitos estabelecidos na Constituição Federal de 1988.

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (CF, 1988, Artigo 225).

Segundo a Lei nº 11.445/2007, e suas alterações, o saneamento básico é um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Figura 1).



Figura 1. Conjunto dos serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais do saneamento básico.

Fonte: Elaborado pela autora.

O saneamento básico é um serviço público, imprescindível à qualidade de vida humana e à conservação do meio ambiente. A Lei nº 11.445/2007, e suas alterações, ratifica os deveres a serem cumpridos no setor do saneamento, com bases em princípios fundamentais, tais como:

“universalização do acesso e efetiva prestação do serviço; e integralidade, compreendida como o conjunto de atividades de cada um dos diversos serviços de saneamento que propicie à população o acesso a eles em conformidade com suas necessidades e maximize a eficácia das ações e dos resultados esperados”. (BRASIL, 2007)

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), previsto na Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), integra as diretrizes nacionais para o saneamento básico e foi aprovado pelo Decreto nº 8.141 de 20 de

novembro de 2013 (BRASIL, 2013) e pela Portaria Interministerial nº 571 de 05 de dezembro de 2013 (BRASIL. MCidades, 2013). O Plano estabelece metas que contribuem, por exemplo, para a universalização do acesso ao saneamento básico e promove a participação e o controle social, para um horizonte de 20 anos (2014 a 2033), devendo ser avaliado anualmente e revisado a cada quatro anos (BRASIL. MDR, 2021). Em 2019, o Ministério das Cidades foi extinto e suas funções foram atribuídas ao Ministério do Desenvolvimento Regional.

Em 2020, a Lei nº 14.026, de 15 de julho (BRASIL, 2020b) atualizou o marco legal do saneamento, a Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), dentre outros dispositivos legais, tendo como propósito o efetivo cumprimento de ações de eficiência, qualidade, sustentabilidade econômica e universalização do acesso ao saneamento básico no país. Dessa forma, a Lei, entre diversas funções, direciona as ações da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e a responsabiliza pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, e estabelece regras para sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos.

Considerando a forma de ordenamento jurídico no Brasil, a administração pública pode ter diversos arranjos institucionais para a prestação de serviços públicos. Segundo a Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020b), a prestação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser realizada da seguinte forma:

VI - prestação regionalizada: modalidade de prestação integrada de um ou mais componentes dos serviços públicos de saneamento básico em determinada região cujo território abranja mais de um Município, podendo ser estruturada em:

a) região metropolitana, aglomeração urbana ou microrregião: [...]composta de agrupamento de Municípios limítrofes [...];

b) unidade regional de saneamento básico: unidade instituída pelos Estados mediante lei ordinária, constituída pelo agrupamento de Municípios não necessariamente limítrofes, para atender

adequadamente às exigências de higiene e saúde pública, ou para dar viabilidade econômica e técnica aos Municípios menos favorecidos;

c) bloco de referência: agrupamento de Municípios não necessariamente limítrofes, estabelecido pela União [...] e formalmente criado por meio de gestão associada voluntária dos titulares; (BRASIL, 2020b)

O exercício da titularidade dos serviços de saneamento poderá ser realizado também por gestão associada, mediante consórcio público ou convênio de cooperação, nos termos do art. 241 da Constituição Federal, observadas as condições prescritas da Lei nº 14.026/2020. Cabe ressaltar que é facultativa a adesão dos titulares dos serviços públicos de saneamento de interesse local às estruturas das formas de prestação regionalizada.

De acordo com a Lei nº 14.026 (BRASIL, 2020b), a prestação dos serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato de concessão, mediante prévia licitação, vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária.

A referida Lei prevê que os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% da população com água potável e o atendimento de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos. Ambas as metas possuem o prazo de cumprimento até 31 de dezembro de 2033, assim como:

- Metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas; e
- Metas de melhoria dos processos de tratamento de água.

Os contratos em vigor que não possuem as metas estabelecidas na Lei nº 14.026/2020 terão até 31 de março de 2022 para viabilizar essa inclusão.



### 3.1.1 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento reúne informações e indicadores sobre a prestação dos serviços de Água, Esgotos, manejo de Resíduos Sólidos e manejo de Águas Pluviais, provenientes dos prestadores que operam no Brasil (SNIS, 2019).

O Sistema organiza-se nos seguintes componentes:

- Água e Esgotos (AE)
- Resíduos Sólidos (RS)
- Águas Pluviais (AP)

O SNIS teve início em 1994, mediante o Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), em que o Governo Federal aplicou-se a construir um sistema de informações sobre a prestação dos serviços de Água e Esgotos no Brasil a partir da coleta de informações das empresas estaduais e de algumas empresas municipais de Água e Esgotos.

Em 1995, o Sistema ingressou em um processo de aperfeiçoamento contínuo. A cada ano, novos prestadores de serviços passaram a integrar a amostra, até o alcance na abrangência de todo o país, além de novas informações que foram solicitadas aos prestadores e novos indicadores que foram calculados.

No ano de 2003, com dados de 2002, foi criado o componente Resíduos Sólidos Urbanos (RS). De mesma forma, em 2016, com os dados de 2015, o Sistema Nacional passou a contar com um novo componente, que levantou a situação dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (AP) em todos os municípios brasileiros (SNIS, 2019).

A Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) estabeleceu que o antigo Ministério das Cidades deveria criar e administrar o SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico. Dessa

forma, a lei criou um novo sistema, que seguramente incorporaria o SNIS. Esse novo sistema foi projetado para ser mais abrangente e reunir um conjunto de novos módulos de informações e indicadores de interesse do setor do saneamento brasileiro.

Já a Lei nº 14026/2020 (BRASIL, 2020b), prediz que o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) possui os seguintes objetivos:

I - coletar e sistematizar dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico;

II - disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para a caracterização da demanda e da oferta de serviços públicos de saneamento básico;

III - permitir e facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia da prestação dos serviços de saneamento básico.

Segundo as alterações do marco legal do saneamento, compete ao Ministério do Desenvolvimento Regional a organização, a implementação e a gestão do SINISA, além do estabelecimento dos critérios, dos métodos e da periodicidade para o preenchimento das informações pelos titulares, pelas entidades reguladoras e pelos prestadores dos serviços para a auditoria própria do sistema.

A Figura 2 apresenta, resumidamente, o desenvolvimento da criação do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

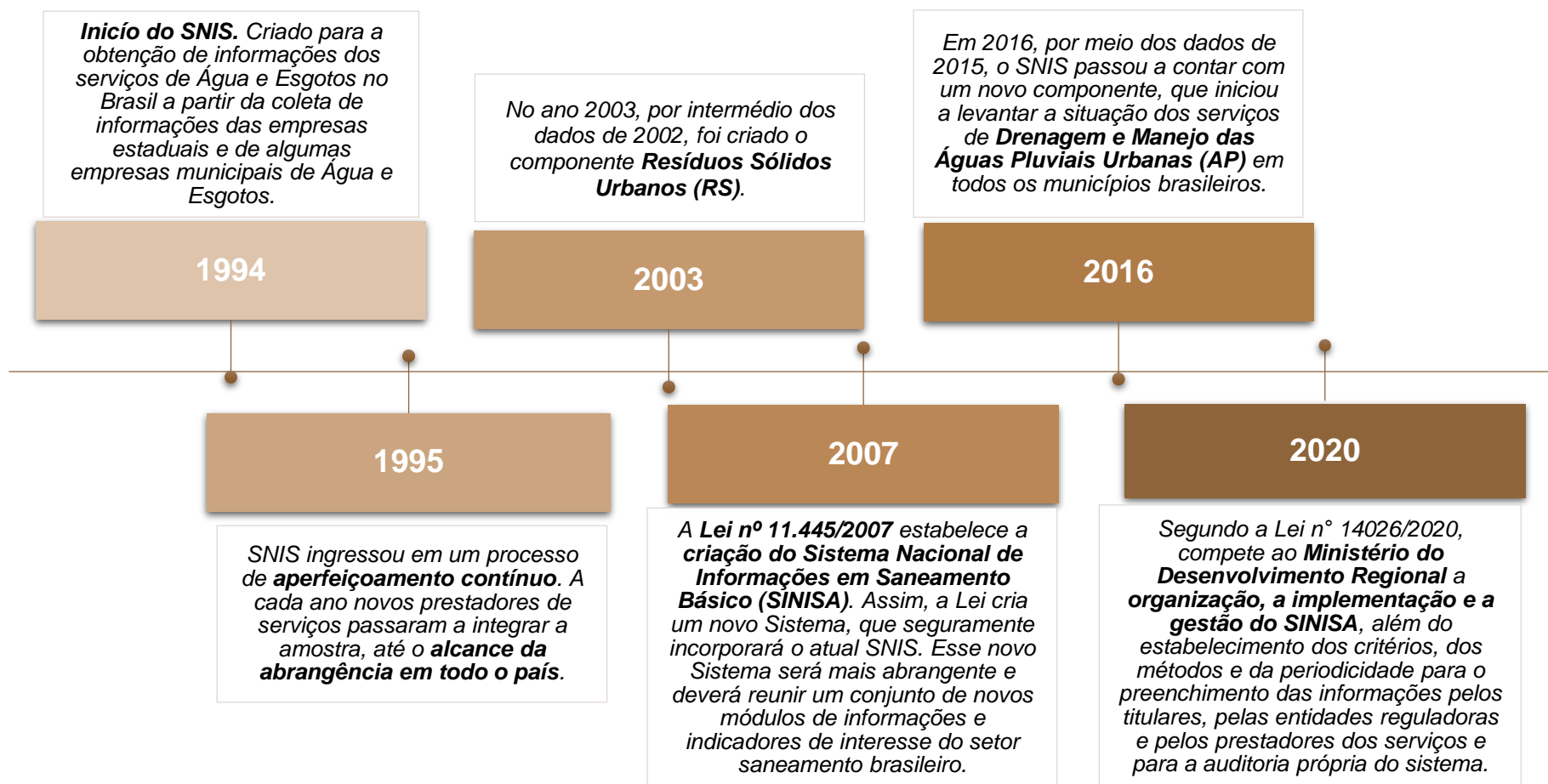


Figura 2. Linha do tempo sobre o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo o Sistema Nacional de Informações (SNIS, 2020), as informações dos componentes AE, RS e AP são fornecidas pelas instituições responsáveis pela prestação dos serviços de Água e Esgotos, tais como operadoras estaduais, autarquias ou empresas municipais, departamentos municipais e empresas privadas.

Quando houver a delegação de todos ou de algum dos serviços de Águas Pluviais e Resíduos Sólidos, seja por meio de contrato de concessão ou por contrato de programa, devem ser considerados, também, as informações de tais delegações. Não são considerados serviços delegados os serviços terceirizados mediante contratos com duração igual ou inferior a cinco anos (denominadas terceirizações), nos termos da legislação vigente (SNIS, 2020).

Até, então, no ano de 2019, o SNIS (2020) abrangeu informações sobre o serviço abastecimento de água de 5.191 municípios, contabilizando um total de população urbana residente de 174,8 milhões de habitantes. E, dessa forma, assegurou uma representatividade de 93,2% do total de municípios brasileiros e de 98,2% da população urbana do Brasil.

### **3.2 Sistema de Abastecimento de Água**

Um sistema de abastecimento de água deve possuir a função de fornecer, de forma contínua, e garantir água à população dentro dos padrões de potabilidade, sob os aspectos físico, químico e biológico.

Segundo Tsutiya (2006), as partes constituintes de um sistema de abastecimento de água (SAA) consistem em um conjunto de ações e instalações.

De um modo geral, os serviços realizados no SAA são realizados sequencialmente da seguinte forma:

**Manancial:** corpo de água superficial ou subterrâneo, ao qual retira-se a água para o abastecimento. O manancial deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projeto e qualidade, sob o ponto de vista sanitário.

**Captação:** conjunto de estruturas e dispositivos acionados para a retirada da água bruta de mananciais superficiais ou subterrâneos.

**Adução:** composto por adutoras – tubulações, movidas a bombas elétricas ou por gravidade – que transportam a água, seja para a Estação de Tratamento de Água, reservação ou para a distribuição final.

**Estação Elevatória:** conjunto de obras e equipamentos destinados a bombear a água para a unidade seguinte.

**Tratamento:** a água bruta captada passa por processos físicos e químicos que a tornam própria para o consumo, atendendo padrões de potabilidade exigidos pela legislação.

**Reservação:** destina-se a armazenar a água tratada, principalmente para o atendimento a demandas emergenciais, para posterior distribuição.

**Rede de distribuição:** parte do sistema formada por tubulações e órgãos acessórios, destinada a fornecer água tratada aos consumidores, dentro dos padrões de potabilidade (estabelecidos pelo Ministério da Saúde).

Tais etapas que compõem o Sistema de Abastecimento de Água são ilustradas na Figura 3.



Figura 3. Esquema geral do Sistema de Abastecimento de Água.  
Fonte: Alegre *et al.* (2000) apud Tsutiya (2006).

### 3.3 Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água

As perdas de água, mesmo sendo caracterizadas como ineficiências técnicas, são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água. Segundo Tardelli Filho (2006), as perdas ocorrem desde a captação no manancial até a entrega da água tratada ao consumidor final, e são de variados tipos.

As perdas se dividem em aparentes e reais, sendo decorrentes, por exemplo, de operações clandestinas, manutenção deficiente das tubulações, inadequada gestão comercial da entidade responsável pelo abastecimento de água, dentre outros. Assim, a macromedição é a etapa inicial para se ter conhecimento do volume das perdas, pois corresponde à diferença do volume de água que é medido na saída da ETA e o volume de água consumido autorizado.

De modo geral, essa medição é composta por um conjunto de medições de vazão, pressão e nível de reservatório efetuadas nos sistemas de abastecimento de água, desde a captação no manancial até antes do ponto final de entrega ao consumidor (TARDELLI FILHO, 2006), conforme mostra a Figura 4.

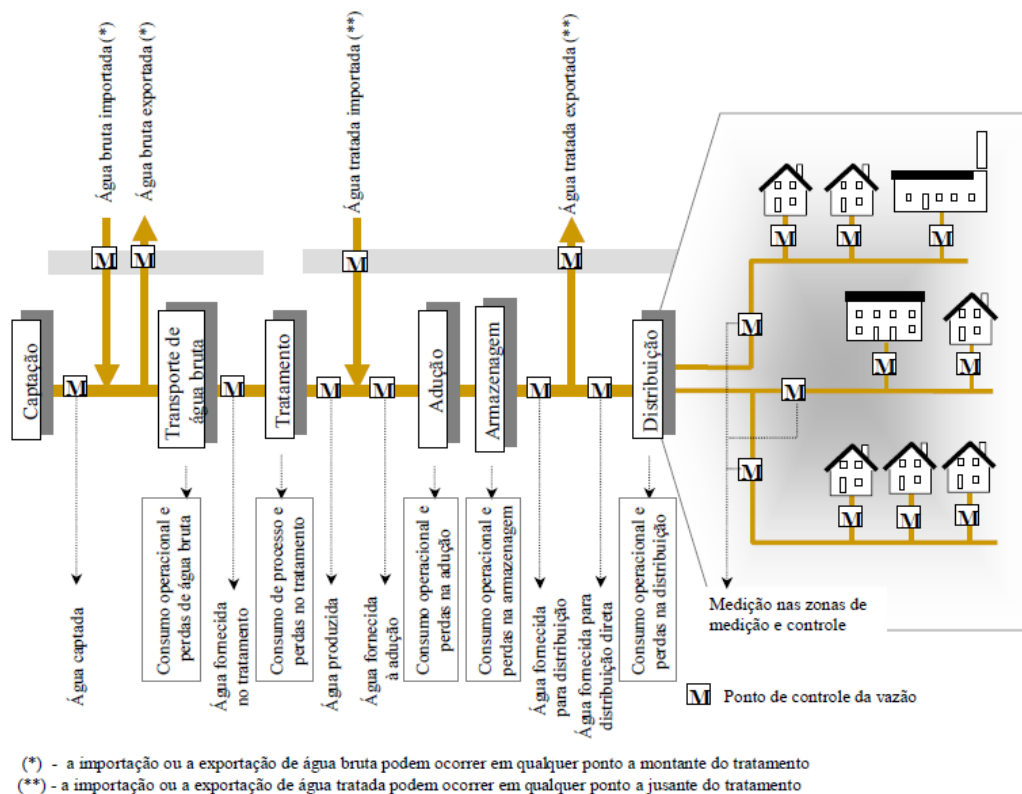


Figura 4. Indicação dos pontos em que são colocados os macromedidores no Sistema de Abastecimento de Água.

Fonte: Alegre *et al.* (2000) apud Tsutiya (2006).

Logo, a classificação das perdas de água contribui em aplicações objetivas e eficientes de ferramentas para a gestão e o combate de tais tipologias.

### 3.3.1 Perdas Físicas (Reais)

A perda física (ou perda real) corresponde ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final, devido à ocorrência de vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como de extravasamentos em reservatórios (TARDELLI FILHO, 2006).

#### **Vazamentos**

De acordo com Tardelli Filho (2006), os vazamentos aparecem em diversas partes do sistema de abastecimento de água, tais como

nas estruturas das ETAs; nas tubulações de adução e redes de distribuição; nos ramais prediais e cavaletes; nos reservatórios e nos equipamentos das estações elevatórias.

Os vazamentos podem ser ocasionados por:

- Má qualidade dos materiais e consequente desgaste ou envelhecimento nas tubulações;
- Ajustes inadequados nos registros, válvulas e juntas das bombas elevatórias; e pressão elevada.
- Má execução de obra nas redes de distribuição e em reservatórios; e etc.

Os vazamentos nos sistemas de abastecimento de água podem ser classificados em (TARDELLI FILHO, 2006):

- **Vazamentos visíveis:** são vazamentos facilmente notados por técnicos das operadoras responsáveis pelo abastecimento de água ou pela população, visto que tais vazamentos afloram à superfície. Dessa forma, podem ser reparados.

Em tubulações, bombas ou estruturas expostas, o vazamento é identificado de forma imediata. Já em tubulações e estruturas enterradas, o vazamento pode aflorar à superfície após um certo tempo (horas, dias ou meses).

- **Vazamentos não-visíveis:** são vazamentos que exigem uma análise especial, em que é necessário o uso de técnicas ou equipamentos para a detecção das fugas, sem que tais vazamentos afluam à superfície para se fazer os reparos.

Se as atividades de vistoria das redes de abastecimento de água não forem realizadas periodicamente, os vazamentos não visíveis podem permanecer durante meses, anos ou indefinidamente.



- **Vazamentos inerentes:** são os vazamentos não-visíveis e não-detectáveis por equipamentos de detecção acústica, cujas vazões são baixas e de longa duração, em geral, inferiores a 25 m<sup>3</sup>/h.

A Figura 5 ilustra os tipos de vazamentos que podem ocorrer no sistema de abastecimento de água.

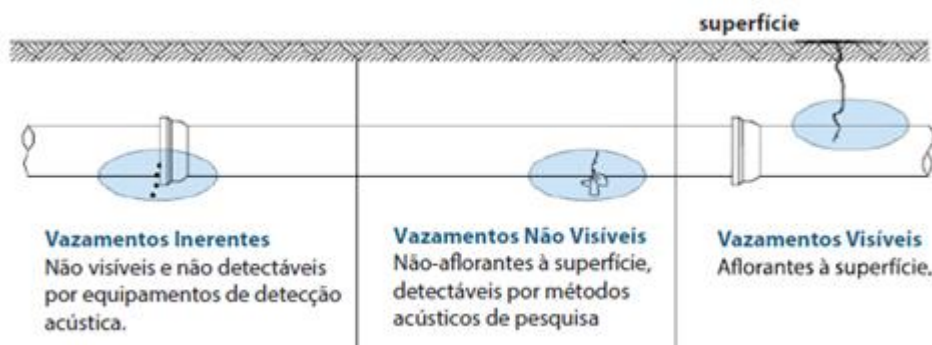


Figura 5. Tipos de vazamentos que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água.

Fonte: FUNASA (2014).

### **Extravasamentos**

Uma das funções dos reservatórios, nos sistemas de distribuição de água, é o de regularizar as vazões de consumo do setor de abastecimento. Os extravasamentos em reservatórios geralmente ocorrem no período noturno – período em que o carregamento d'água tende a alcançar nível máximo – devido à inexistência de dispositivos de alerta e controle, ou falhas operacionais nos equipamentos de controle instalados (TARDELLI FILHO, 2006).

Ao atingir o limite de extravasamento, os reservatórios ficam cheios e há transbordamento das águas e muitas vezes essas perdas de água não são contabilizadas e passam despercebidas pelas formas de controle de nível d'água existente no sistema de abastecimento. Logo, a obtenção de dados para a quantificação dos volumes de água perdidos por extravasamento fica comprometido.

Contudo, essas perdas podem ser estimadas a partir da subtração entre a vazão de entrada do reservatório e a de saída, associadas ao período de duração do extravasamento (BEZERRA & CHEUNG, 2013), visto que são relevantes para o controle da gestão operacional das perdas. Tais perdas, decorrentes do extravasamento, refletem, por exemplo, no desperdício de insumos (como os produtos químicos utilizados no tratamento da água), em danos no terreno da ETA e em transtorno nas regiões circunvizinhas.

### **3.3.2 Perdas Não-Físicas (Aparentes ou Comerciais)**

A perda não-física (perda aparente ou comercial) associa-se ao volume de água consumido, porém não contabilizado e faturado pelo prestador responsável pelo abastecimento de água tratada (TARDELLI FILHO, 2006).

Esse tipo de perda pode ser decorrente de erros de medição; fraudes nos hidrômetros (micromedição); ligações clandestinas; ou de falhas no cadastro comercial (cadastro desatualizado, ligação não cadastrada por descuido, ou inatividade em ligação ativa), conforme afirma Bezerra & Cheung (2013).

#### ***Medidores de Vazão - Micromedição***

Por meio da medição tem-se o conhecimento, diagnóstico e a análise das condições em que se opera o sistema de abastecimento de água.

Assim, de acordo com Tardelli Filho (2006), a micromedição é definida como o volume de água consumido por seus usuários, cujo valor deste consumo é pago pelo próprio cliente.

## **Gestão Comercial**

A gestão comercial que opera nas prestadoras do serviço de abastecimento de água compõe os processos, sistemas e recursos humanos que contabiliza as vendas de água tratada e o seu faturamento, viabilizando o faturamento de tais entidades (TARDELLI FILHO, 2006).

Os erros que ocorrem neste setor podem ser ocasionados por não-cadastramento de novas ligações em tempo real; ligações reativadas, porém negligenciadas; e ligações ilegais como by-pass, derivação de ramal e ligação clandestina.

- **By-pass:** é a ligação feita por meio de uma conexão que antecede a passagem pelo hidrômetro e que alcança o ramal predial da residência. Assim, a água percorre totalmente o caminho da derivação, abastecendo a rede de alimentação sem a medição (CARVALHO *et al.*, 2004) (Figura 6).

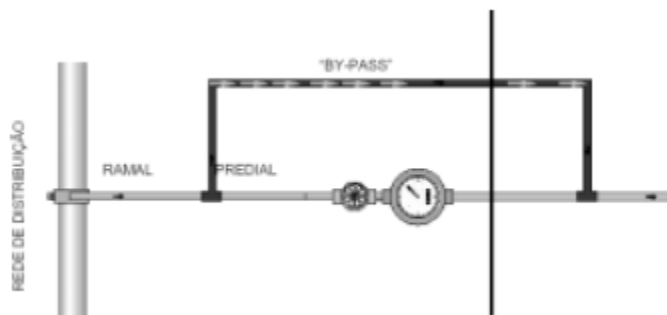


Figura 6. Tipo de ligação ilegal de abastecimento de água: derivação de ramal: By-pass.

Fonte: CARVALHO *et al.* (2004) apud EMBASA (2001).

- **Derivação de ramal:** é a ligação feita por uma conexão antes da passagem pelo hidrômetro. Dessa forma, a água se divide entre a passagem pelo hidrômetro e pela derivação, abastecendo parcialmente a rede de alimentação da propriedade sem a medição (CARVALHO *et al.*, 2004) (Figura 7).



Figura 7. Tipo de ligação ilegal de abastecimento de água: derivação de ramal.

Fonte: CARVALHO *et al.* (2004) apud EMBASA (2001).

- **Ligação clandestina:** é a ligação direta da rede de distribuição da companhia de abastecimento de água local, sem qualquer tipo de permissão e cadastro, à rede de alimentação do imóvel. Logo, esse tipo de ligação furta a água sem nenhum registro, e conseqüentemente, sem a cobrança do uso (CARVALHO *et al.*, 2004) (Figura 8).

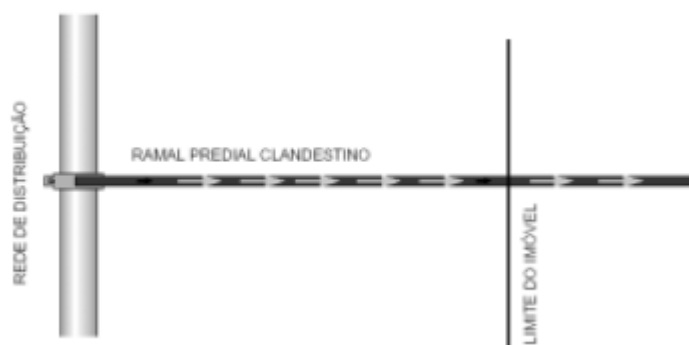


Figura 8. Tipo de ligação ilegal de abastecimento de água: ligação clandestina.

Fonte: CARVALHO *et al.* (2004) apud EMBASA (2001).

### 3.3.3 Estratégias de Redução e Controle de Perdas

De modo a reduzir as perdas nos sistemas de abastecimento de água, algumas estratégias podem ser adotadas e serão apresentadas neste tópico, separando-as por tipos de perdas (físicas e não físicas).

Em relação às perdas físicas, que ocorrem mediante os vazamentos e extravasamentos, as ações de combate a esses tipos de perdas são descritas no Quadro 1.

Quadro 1. Ações para Redução das Perdas Físicas (Reais) em Sistemas de Abastecimento de Água.

<b>Classificação das Perdas Físicas (Reais)</b>	<b>Medidas Estratégicas para Redução das Perdas</b>
<b>Vazamentos visíveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de pressão;</li> <li>• Redução de tempo de reparo.</li> </ul>
<b>Vazamentos não-visíveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução tempo de reparo;</li> <li>• Pesquisa de vazamentos não-visíveis.</li> <li>• Redução de pressão;</li> <li>• Avaliar a qualidade dos materiais utilizados e da execução da obra.</li> </ul>
<b>Vazamentos inerentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de pressão;</li> <li>• Avaliar a qualidade dos materiais utilizados nas redes e realizar a manutenção ou a substituição desses, se necessário for;</li> <li>• Redução do número de juntas nas redes.</li> </ul>
<b>Extravasamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação de dispositivos de alerta e controle nos reservatórios;</li> <li>• Manutenção periódica nos sistemas operacionais de controle nos reservatórios.</li> </ul>

Fonte: Adaptado da FUNASA (2014).

Tais ações de combate às perdas reais podem ser associadas a Cruz de Lambert, estratégia desenvolvida pelo engenheiro inglês pioneiro no tema, Allan Lambert (MCidades, 2018b), conforme mostra a Figura 9.

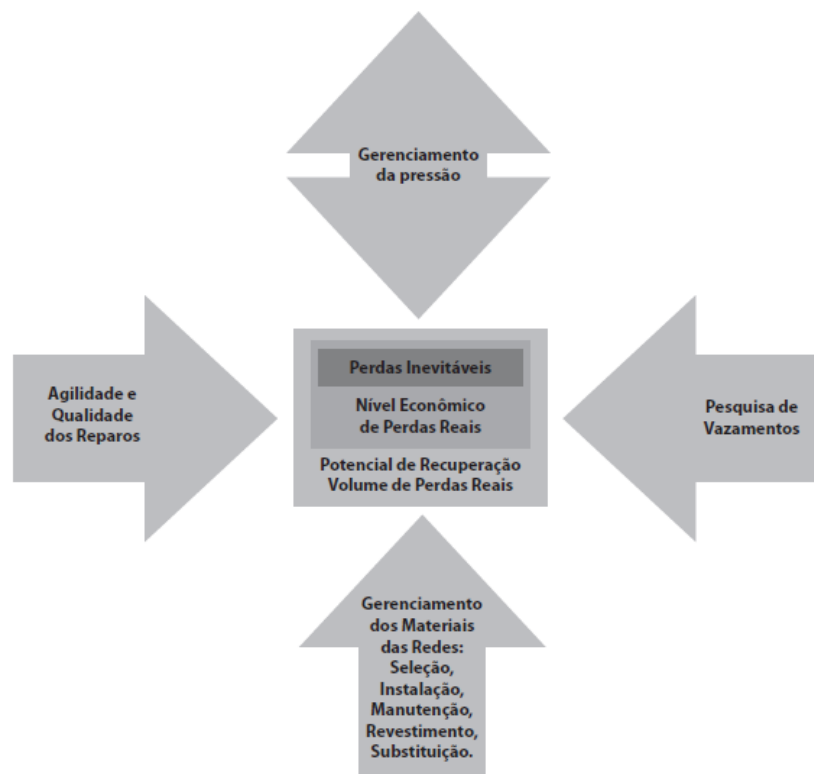


Figura 9. Cruz de Lambert para combate às perdas reais de água.  
 Fonte: FUNASA (2014) apud IWA *Water Loss Task Force* e AWWA *Water Loss Control Committee*<sup>1</sup>.

A Figura 9 mostra que a atuação na redução das perdas reais de água é condicionada aos fatores de controle de pressão do sistema de abastecimento; controle ativo de vazamentos; gestão dos ativos da infraestrutura; e agilidade e qualidade dos reparos.

Já as possíveis ações de controle às perdas aparentes, que surgem em distintas etapas dos sistemas de abastecimento de água, são apresentadas no Quadro 2.

---

<sup>1</sup> IWA *Water Loss Task Force* foi um pequeno grupo de profissionais de serviços públicos de água de todo o mundo e foi presidido, inicialmente, por Allan Lambert (Reino Unido). Após o trabalho inicial ser concluído, o grupo ampliou suas atividades, desenvolvendo práticas e metodologias voltadas para a gestão eficiente de perdas de água (BEZERRA & CHEUNG, 2013).

Quadro 2. Ações de Controle de Perdas Não-Físicas (Aparentes) em Sistemas de Abastecimento de Água.

Meios de Ocorrência de Perdas Não-Físicas (Aparentes)	Medidas Estratégicas de Controle de Perdas
<b>Micromedição</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação de hidrômetros adequados à faixa de consumo;</li> <li>• Troca periódica de hidrômetros;</li> <li>• Desinclinação de hidrômetros, visto que hidrômetros instalados inclinadamente são suscetíveis a apresentarem submedição (favorecendo os usuários);</li> </ul>
<b>Gestão Comercial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação de sistema de gestão comercial e de cadastro comercial adequados;</li> <li>• Medidas de combate às fraudes;</li> <li>• Controle de ligações inativas e clandestinas;</li> <li>• Assegurar qualidade da mão de obra.</li> </ul>

Fonte: Adaptado da FUNASA (2014).

Similarmente à cruz de Lambert, a FUNASA (2014) apresenta a cruz de estratégia de combate às perdas aparentes. No qual o Ministério das Cidades (MCidades, 2018a) relaciona a Figura 10 com as seguintes definições:

- Volume de perdas aparentes inevitáveis: consiste no patamar mínimo atingível de perdas aparentes, abaixo do qual não se conseguirá redução;
- Nível econômico de perdas aparentes: patamar de performance em que o controle e a redução de perdas começam a ser considerados satisfatórios, na ótica da relação custo-benefício de implementação e manutenção, e dependendo do nível tarifário praticado e de outras variáveis;
- Nível atual de perdas aparentes: consiste na condição presente dos níveis de perdas aparentes do sistema analisado.

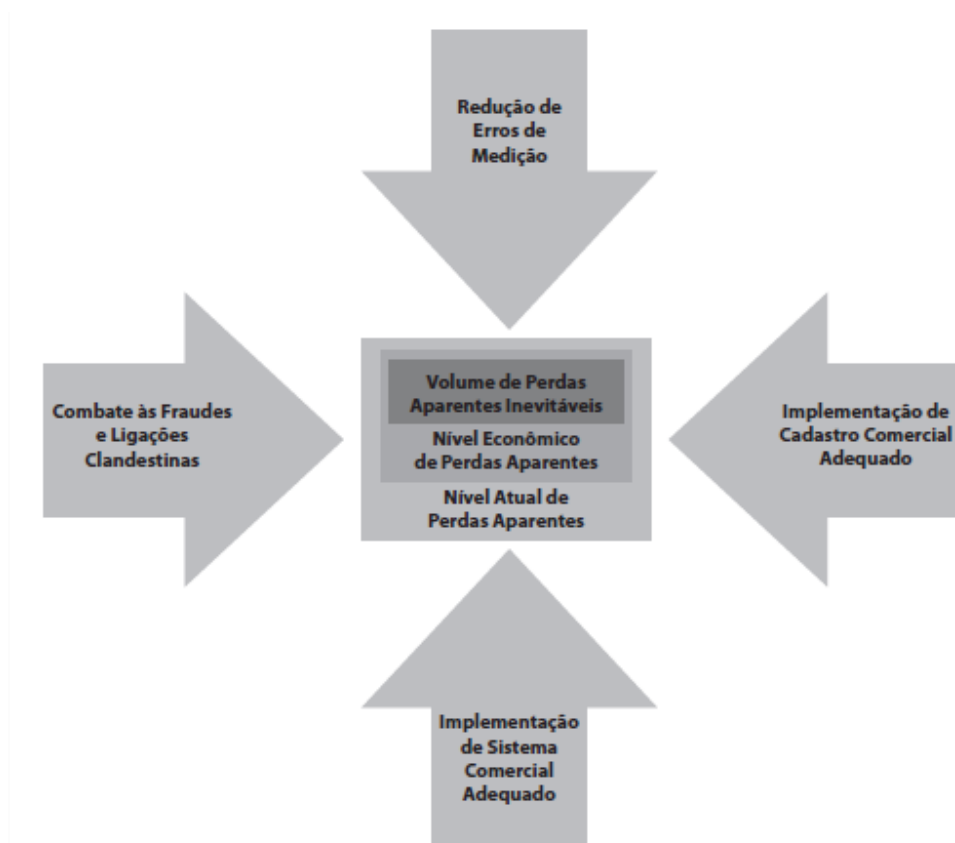


Figura 10. Ações de combate às perdas aparentes.  
Fonte: FUNASA (2014).

Avaliando as perdas que podem ocorrer na macromedição, as medidas estratégicas para o controle da medição das perdas gerais são instalação adequada de macromedidores; e calibração dos medidores utilizados nas diversas etapas do SAA, como os medidores de vazão (instalados nos reservatórios), de pressão e de nível de reservatório (FUNASA, 2014).

### 3.3.4 Principais Características das Perdas

A partir das perdas e das estratégias de redução e controle apresentadas nos tópicos anteriores, é possível levantar algumas características, dentre os tipos de perdas existentes, com relação a custos, ao olhar do consumidor e do fornecedor, aos efeitos ambientais e de saúde pública, por exemplo. O Quadro 3 resume tais características.



Quadro 3. Principais Características de Perdas Reais e Aparentes.

Informação	Características Principais	
	Perdas Reais	Perdas Aparentes
<b>Tipo de ocorrência mais comum</b>	Vazamento	Erro de medição
<b>Custos associados ao volume de água perdido</b>	Custos de produção da água tratada	Valor cobrado no varejo ao consumidor
<b>Efeito no meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desperdício de recursos naturais</li> <li>• Maiores impactos ambientais devido à necessidade de ampliação da exploração dos mananciais</li> </ul>	Não é relevante
<b>Efeito na saúde pública</b>	Riscos de contaminação	Não é relevante
<b>Ponto de vista empresarial</b>	Perda de produto “industrializado”	Perda elevada de receita
<b>Ponto de vista do consumidor</b>	Imagem negativa da empresa associada ao desperdício e ineficiência	Não é uma preocupação imediata
<b>Efeitos finais no consumidor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repasse de custos à tarifa</li> <li>• Desincentivo ao uso racional da água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repasse de custos à tarifa</li> <li>• Desincentivo ao uso racional da água</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Tardelli Filho (2006).

É importante ressaltar que o bom gerenciamento nos sistemas de abastecimento de água (SAA) e o controle das perdas de água não resultam em “perda zero” nestes sistemas. Porém, contribuem para o funcionamento de um sistema que opere com um nível de perdas aceitável, mantendo a conservação de recursos hídricos, reduzindo os impactos ambientais, evitando-se potencial contaminação da água (em casos de vazamentos nas redes de distribuição de água) e

reduzindo gastos operacionais do prestador do serviço, assim como na redução nas tarifas dos usuários.

As perdas apresentadas neste trabalho são as que ocorrem no sistema de abastecimento de água até o ponto de entrega ao consumidor final que, no geral, faz uso do hidrômetro. Dessa forma, os vazamentos que ocorrem na tubulação após a medição, assim como os desperdícios domiciliares, após a medição do hidrômetro, não são contabilizados como perdas. De igual modo, o não-pagamento das tarifas pelos usuários não se classifica como perda.

### **3.3.5 Classificação dos Indicadores**

Para a análise das perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água, este trabalho adota os indicadores operacionais de água classificados pelo SNIS (2021), de forma a contribuir para a compreensão do cenário hídrico dos municípios analisados.

É válido ressaltar que os indicadores de perdas calculados pelo SNIS não diferem o valor entre as perdas reais e aparentes. Ou seja, não se pode afirmar que os valores divulgados pela entidade se caracterizam como desperdício de água, necessariamente (SNIS, 2020). Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, esta limitação se dá principalmente no próprio levantamento das informações por parte de alguns prestadores de serviço de abastecimento de água que não dispõem de técnicas na avaliação de vazamentos na rede, submedição em hidrômetros, fraudes, dentre outros.

A seguir, é apresentada a definição desses indicadores que são calculados anualmente (Anexo A) e que compõem o Diagnóstico do serviço de abastecimento de água do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. E em conjunto a esses indicadores é descrito o Índice de Perdas de Faturamento Total (IPFT), utilizado em

comparações dos valores percentuais de perdas de faturamento de água a nível mundial.

- **Índice de Macromedição (IN011) [%]:** retrata a proporção do volume de água disponibilizado para distribuição que foi medido, em termos percentuais (Equação 1).
- **Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]:** é um indicador volumétrico da água na distribuição perdida, em relação à água produzida. Esse índice avalia, em termos percentuais, o nível de perdas da água efetivamente consumida, oriunda de um sistema de abastecimento de água (Equação 2).

O indicador IN049 tem a vantagem de possuir melhor aceitação com o público menos especializado, principalmente ao tratar das perdas de água em âmbito mais abrangente (estadual, macrorregional e nacional).

- **Índice de Perdas por Ligação (IN051) [litros/ligação/dia]:** avalia as perdas de água considerando o número de ligações ativas de água. Ou seja, esse índice examina o nível de perdas de água efetivamente consumida, em termos unitários [litros/ligação/dia] (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020), conforme mostra a Equação 3 (Anexo A).
- **Índice de Perdas de Faturamento Total (IPFT) [%]:** é comum o uso do IPFT, a nível global, para comparativos de perdas entre países. O IPFT (Equação 4) procura aferir a água produzida e não faturada, levando em conta o volume de serviços (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020).

### 3.4 Diagnóstico das Perdas de Água no Sistema de Abastecimento de Água no Brasil

Os valores médios dos índices de atendimento de água (relação entre a população total atendida com abastecimento de água e a população total residente dos municípios com abastecimento de água), total e urbano, segundo as macrorregiões geográficas do Brasil, bem como a média nacional são apresentados na Figura 11, a partir das informações fornecidas pelos prestadores de serviços de abastecimento ao SNIS em 2019 (SNIS, 2020).

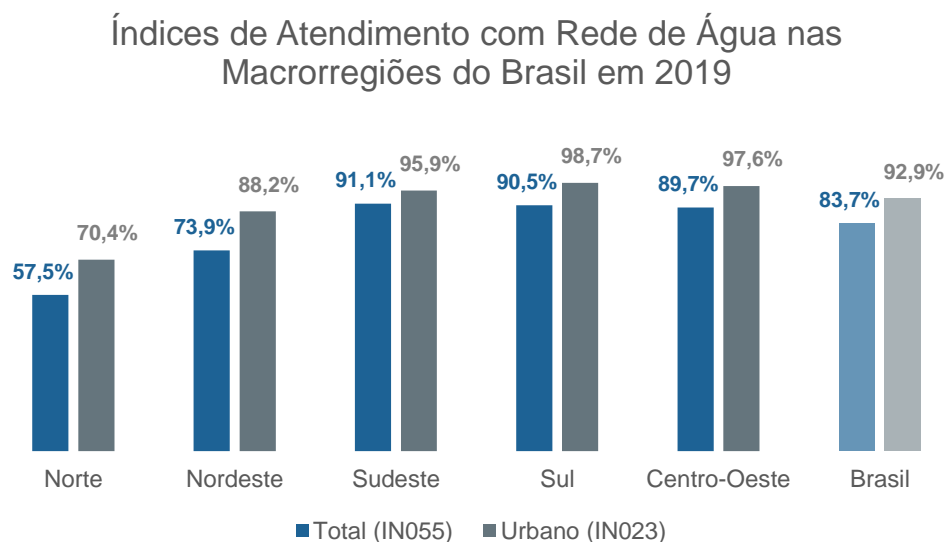


Figura 11. Índices de atendimento com rede de água das macrorregiões geográficas do Brasil e a média nacional em 2019.  
Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

Em 2019, o Índice de Atendimento Total com rede de abastecimento de água (IN055) foi de 83,7%, um crescimento de 0,1 ponto percentual em relação ao índice calculado em 2018. Quanto ao Índice de Atendimento Urbano de Água (IN023), verificou-se que o valor foi de 92,9%, 0,1 ponto percentual a mais em relação a 2018.

Em contrapartida, de acordo com as informações do Sistema, em 2019, o Índice de Perdas na Distribuição de Água (IN049) no Brasil foi de 39,2%, um volume de água disponibilizado, porém não contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos

sistemas de medição ou ligações clandestinas. A Figura 12 ilustra o histórico do Índice de Perdas na Distribuição de Água (IN049) no Brasil, entre os anos de 2012 e 2019.

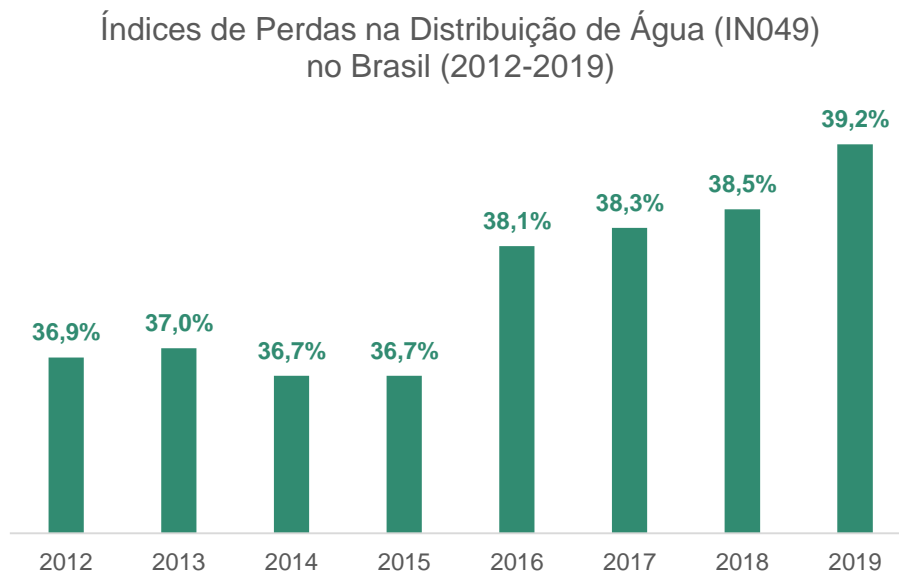


Figura 12. Histórico dos Índices de Perdas na Distribuição de Água (IN049) no Brasil.  
Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

Com exceção dos anos de 2014 e 2015 (período em que os índices de perdas se mantiveram estáveis), os valores das perdas na distribuição de água vêm aumentando no Brasil desde o ano de 2012.

O SNIS (2020) associa o aumento destes índices ao avanço no levantamento de dados informados pelos municípios do país para o cálculo do indicador e ao aumento do volume de perdas por ineficiências técnicas por parte dos prestadores de serviços.

A Figura 13 apresenta o Índice de Perdas na Distribuição das macrorregiões geográficas do país em 2019, referindo-se à água disponibilizada pelos sistemas de abastecimento de água, cujos prestadores de serviços responderam ao SNIS no ano em análise.

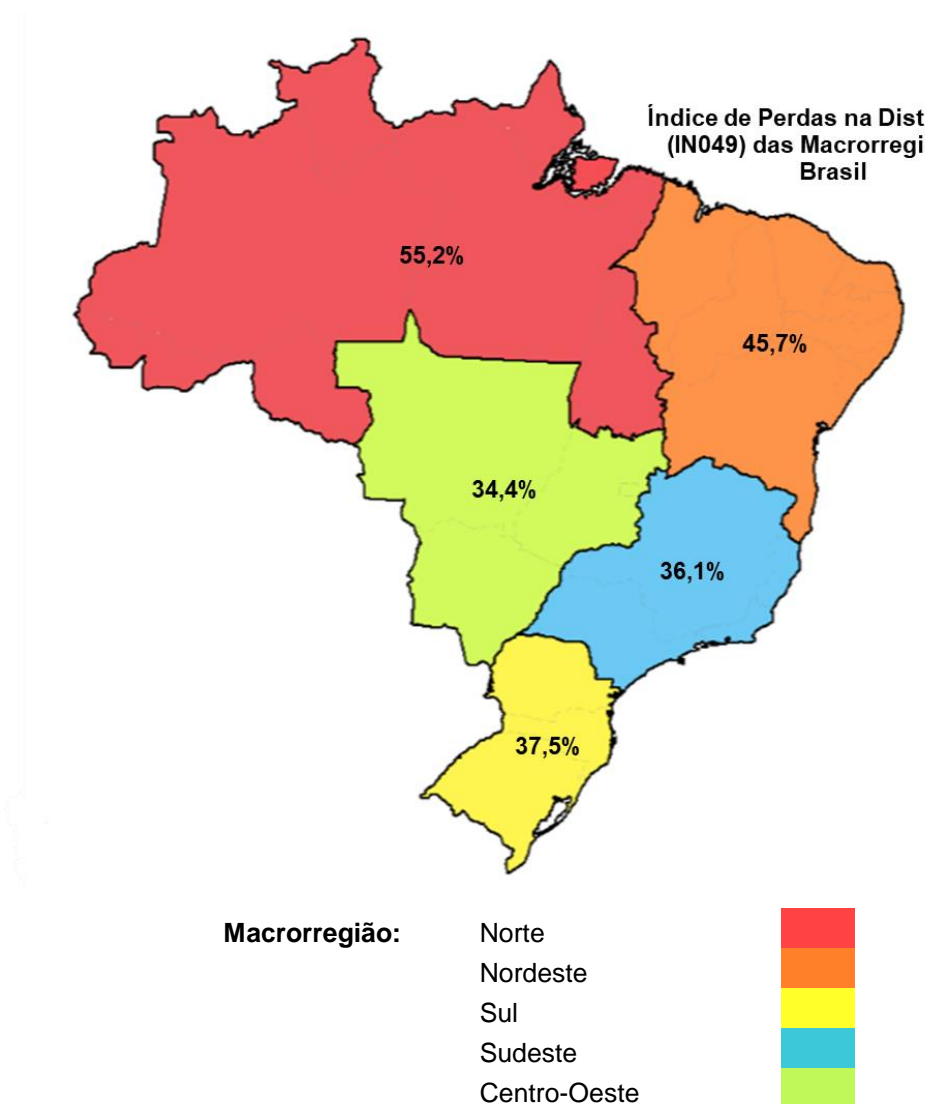


Figura 13. Índice de Perdas de Água na Distribuição, das macrorregiões geográficas do país em 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

As regiões Norte e Nordeste apresentam índices de perdas na distribuição superiores à média nacional, possuindo maiores ocorrências de vazamentos, falhas nos sistemas de medição e ligações clandestinas. Além disso, tais regiões possuem os menores índices de atendimento com rede de água.

Com base em todos os prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, com valores médios, a Figura 14 apresenta o Índice de Perdas na Distribuição (IN049) dos estados brasileiros e do Distrito Federal.

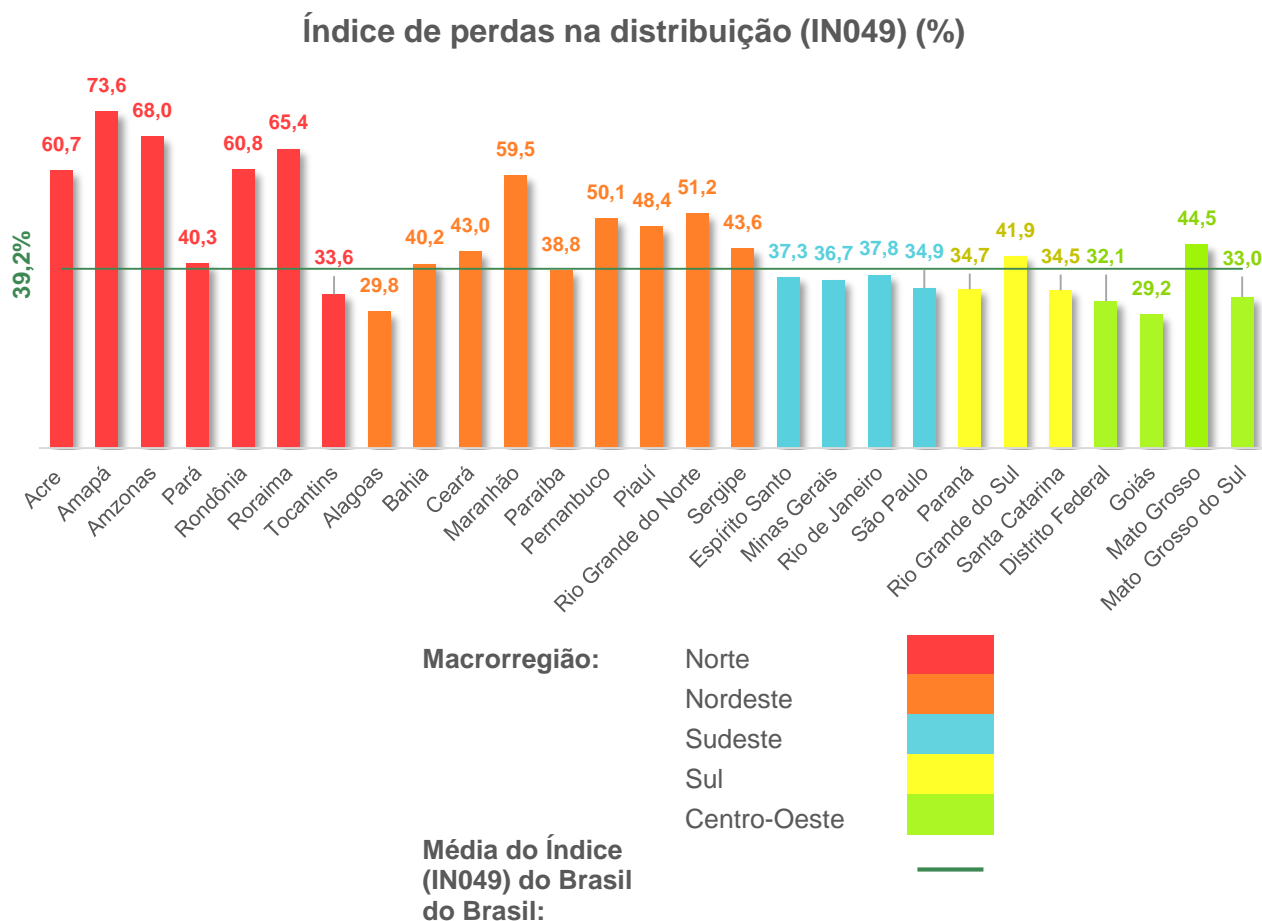


Figura 14. Índice de Perdas na Distribuição, segundo os Estados brasileiros em 2019.  
Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo o SNIS, dos 5570 municípios brasileiros, 379 não responderam ao levantamento, 14 municípios responderam ao formulário simplificado de água, ou seja, tais municípios não dispõem de rede pública de abastecimento de água. Além disso, houve municípios que não dispuseram de informações suficientes para o cálculo do Índice de Perdas na Distribuição (IN049), dos quais 23 informaram situações de colapso na produção de água e 1 não apresentou todas as informações ou informou dados inconsistentes para o cálculo do indicador (SNIS, 2020).

### 3.4.1 Avaliação Comparativa do Índice de Perdas de Faturamento Total (IPFT) do Brasil e de Outros Países

A média do Índice de Perdas de Faturamento Total (IPFT) do Brasil, no último ano de registro, e os valores do IPFT registrados em diversos

países, nos últimos anos, são apresentados na Figura 15, tendo como propósito apresentar a tendência geral de perdas.

É necessário considerar que pode haver distorções nos índices, visto que nos países estrangeiros não é comum o uso dos valores resultantes da diferença entre o volume de água consumido e o volume de água faturado do país (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020).

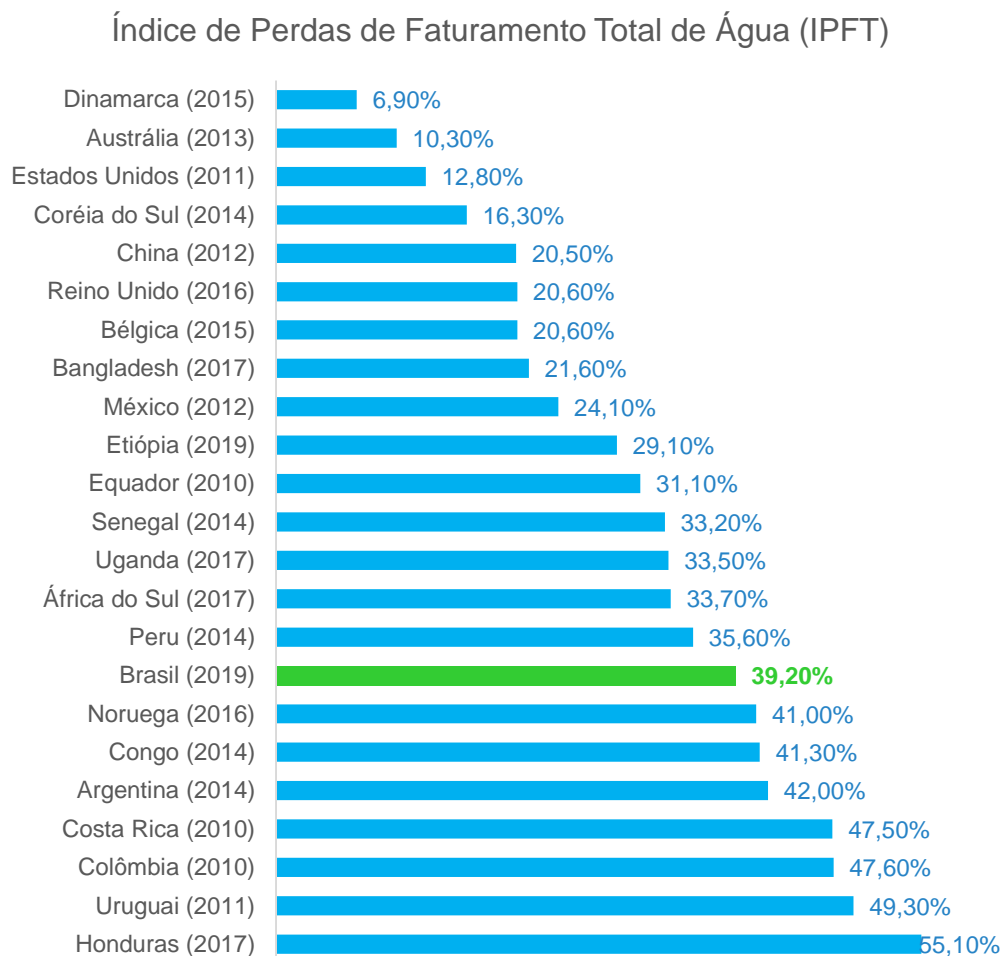


Figura 15. Índices de Perdas de Faturamento Total (IPFT) de variados países.  
Fonte: Adaptado do Instituto Trata Brasil (2020) apud IBNET [s.l.].

Ao se fazer comparações dos valores percentuais de perdas de faturamento de água a nível mundial, considerando as possíveis diferenças dos critérios para o levantamento, é constatado que o Brasil se encontra consideravelmente distante dos países mais avançados, isto é, dos que possuem níveis de IPFT inferiores a 20% (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).



### 3.5 Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE)

A Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) foi fundada em 1975 e é uma empresa estatal de sociedade de economia mista que, por atuar na área de abastecimento de água e esgotamento sanitário, algumas de suas principais atividades são: coleta, tratamento e destinação de esgotos sanitários; e captação, tratamento, adução e distribuição da água.

Os principais mananciais utilizados pela CEDAE para o abastecimento da população fluminense são corpos hídricos superficiais, correspondendo cerca de 99,5% das vazões captadas pela empresa (CEDAE, 2018).

A Companhia possui mais de 90 estações de Tratamento de Água e atua em 64 municípios, correspondendo a 70% da cobertura do estado do Rio de Janeiro em relação a esses serviços, conforme apresenta a Figura 16.

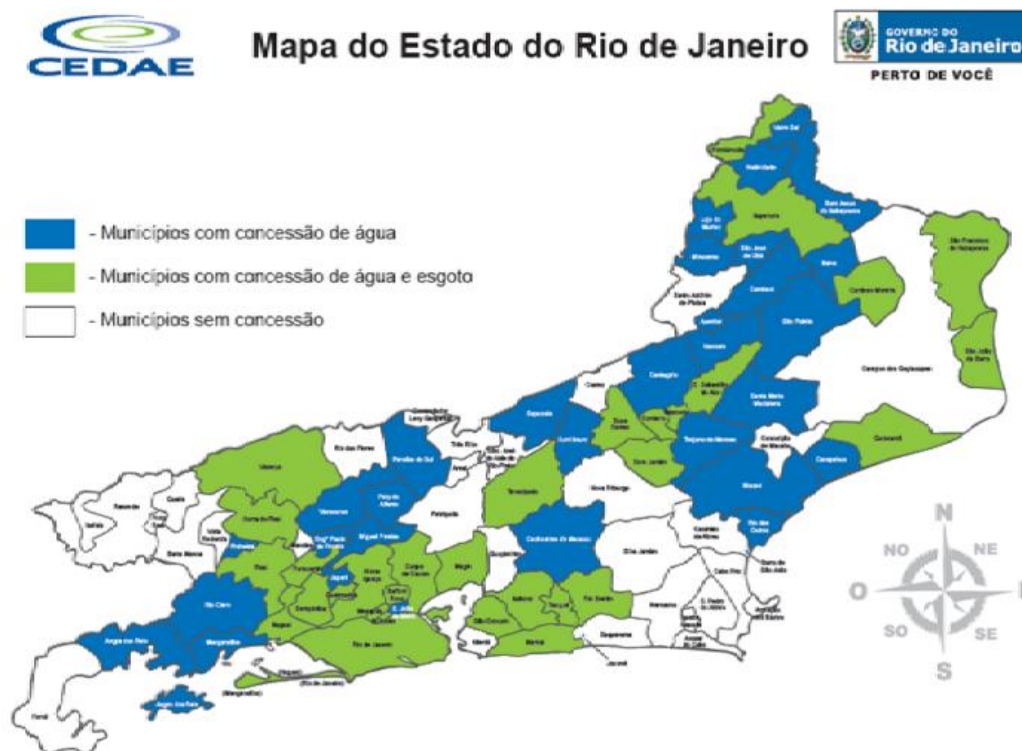


Figura 16. Municípios fluminenses atendidos pelos serviços da CEDAE.  
Fonte: CEDAE, 2018.

O Estado do Rio de Janeiro localiza-se na macrorregião Sudeste do Brasil é o 3º maior do país em termos populacionais (IBGE, 2021b). No horizonte da projeção, estima-se que a sua população atual seja de 17.444.737 pessoas e há perspectiva que em 2060 alcance 17.647.842 habitantes (IBGE, 2021a).

### **3.5.1 Medidas de Redução de Perdas de Água da Companhia**

Um dos grandes desafios do setor de distribuição da CEDAE é a redução de perdas de água. Em 2018, a Companhia implantou um sistema integrado de Gestão de Perdas denominado Sistema Único de Controle de Perdas Reais e Aparentes (SUPERA) (CEDAE, 2018).

Entre as funcionalidades do Sistema Único, há o módulo de planejamento de trocas de medidores, em que é possível a identificação, por exemplo, de aparelhos com desgaste e danificados. (CEDAE, 2018).

A CEDAE registrou em 2018, em municípios atendidos por seu serviço de abastecimento de água, a substituição de 97.574 hidrômetros e, por meio desta ação, constatou a redução de perdas por submedição dos hidrômetros e aumento da arrecadação, resultando em 151.200 m<sup>3</sup> de volume de água não-faturado e recuperação monetária de R\$ 6.899.227,31 aos cofres da Companhia (CEDAE, 2018).

### **3.6 Portaria do Ministério do Desenvolvimento Regional nº 490/2021**

Em conformidade com as diretrizes da Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) e do Decreto nº 10.588, de 24 de dezembro de 2020 (BRASIL, 2020a), a Portaria nº 490, de 22 de março de 2021 (BRASIL, 2021), determina a alocação de recursos públicos federais e de financiamentos com recursos da União ou, com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da União para o cumprimento das metas de índices de perdas de água na distribuição.

Para fins de comprovação do cumprimento do índice de perdas de água na distribuição, são adotados o Índice de Perdas na Distribuição de Água (IN049) [%] e o Índice de Perdas por Ligação (IN051) [litros/ligação/dia] do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2021).

Assim, a Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021) estabelece que em cada município a ser beneficiado pelos recursos financeiros da União, os valores dos indicadores (IN049 e IN051), que devem ser menores ou iguais à seguinte proporção do índice médio nacional da última atualização da base de dados do SNIS:

I - 100% nos anos de 2021 e 2022;

II - 95% nos anos de 2023 e 2024;

III - 90% nos anos de 2025 e 2026;

IV - 85% nos anos de 2027 e 2028;

V - 80% nos anos de 2029 e 2030;

VI - 75% nos anos de 2031 e 2032;

VII - 70% no ano de 2033; e

VIII - 65% a partir do ano de 2034.

Os valores previstos na Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021) ficam limitados aos índices mínimos de 25% para o Índice de Perdas na Distribuição (IN049) e de 216,0 l/lig./dia para o Índice de Perdas por Ligação (IN051).

## 4 Metodologia

Este trabalho analisou os 64 municípios fluminenses, cujos serviços de abastecimento de água são feitos pela CEDAE, em relação ao comportamento dos seus indicadores de Perdas na Distribuição (IN049), Perdas por Ligação (IN051) e os da Macromedição (IN011), apresentados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), entre 2014 e 2019, com foco na tendência de reduções das perdas.

Por conseguinte, são propostas, neste estudo, metas alternativas para o alcance dos valores mínimos dos indicadores de perdas, estabelecidos pela Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021), tanto na distribuição (IN049) como por ligação (IN051), para os próximos quatorze anos, em atendimento aos municípios que não declararam valores de perdas próximos aos das médias nacionais vigentes, como apresenta o Quadro 4.

Quadro 4. Descrição das Etapas do Objetivo e da Metodologia do Trabalho.

Objetivo	Metodologia
Análise dos municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE.	Através dos seguintes índices declarados pelo SNIS: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdas na Distribuição (IN049);</li> <li>• Perdas por Ligação (IN051) e</li> <li>• Macromedição (IN011).</li> </ul>
Verificar as condições estabelecidas pela Portaria nº 490/2021.	A Portaria define: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A alocação de recursos públicos federais à municípios condicionados ao cumprimento de índice de perda de água na distribuição;</li> <li>• Para fins de comprovação do cumprimento do índice de perda de água na distribuição, a Portaria nº 490/20201 adota os indicadores de perdas IN049 e IN051 do SNIS;</li> <li>• Para cada município a ser beneficiado com o recurso financeiro, os valores dos indicadores de perdas devem ser menores ou iguais à proporção do índice médio nacional da última atualização da base de dados do SNIS;</li> <li>• O alcance dos valores mínimos de 25% para o Índice de Perdas na Distribuição (IN049) e de 216,0 litros/ligação/dia para o Índice de Perdas por Ligação (IN051) até o ano de 2034.</li> </ul>

Objetivo	Metodologia
Examinar os índices de macromedição dos municípios em estudo.	Classificar os municípios cujos índices de macromedição se apresentam satisfatórios; e verificar se estes apresentam índices menores de perdas.
Cálculo da projeção dos indicadores IN049 e IN051 para um horizonte de quatorze anos.	Desenvolver projeções alternativas que promovam redução dos índices IN049 e IN051, para os municípios analisados, que não se enquadram na projeção definida pela Portaria n° 490/2021.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.1 Análise dos Índices

A partir da análise dos índices de perdas na Distribuição (IN049) e por Ligação (IN051), levantados e divulgados pelo SNIS entre os anos de 2014 e 2019, é observado as médias percentuais dos indicadores IN049 e IN051 dos municípios em estudo. Além disso, os 64 municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE são agrupados, de acordo com o histórico de seus respectivos valores, em faixas percentuais de redução de perdas para que as reduções percentuais de tais índices sejam idealizadas sob um planejamento contundente e viável.

Tendo como base a Metodologia para Avaliação dos Indicadores de Desempenho da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento de Santa Catarina (ARIS, 2017), foram considerados neste trabalho os índices de Macromedição (IN011) declarados pelo SNIS no ano de 2019, dos municípios em estudo. Dessa forma, é definido intervalos de referência deste indicador, para que, entre municípios em análise, sejam identificados quais apresentam macromedição satisfatória, regular, insatisfatória ou não declarada.

#### 4.2 Projeção para os Índices de Perdas a partir da Portaria n° 490/2021

A Portaria n° 490/2021 (BRASIL, 2021) prevê os limites mínimos de 25%, para o Índice de Perdas na Distribuição (IN049), e de 216,0 l/lig./dia, para o Índice de Perdas por Ligação (IN051), até o ano de 2034, para os

municípios que tenham valores proporcionais aos índices médios nacionais de perdas, de acordo com a última atualização de dados do SNIS.

Contudo, visto que a referida Portaria não traz em seu conteúdo os valores respectivos das médias nacionais dos indicadores (IN049 e IN051) e, também, não pontua o ano de referência destas médias, este estudo tomou como referência os dados do último ano de declaração, apresentados pelo SNIS, referentes a 2019.

Assim, os municípios objetos deste estudo foram divididos em categorias, entre os quais foram agrupados os que já tenham alcançado os índices mínimos de perdas estabelecidos pela Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021); os que possivelmente irão alcançar os valores de 25% e de 216 l/lig/dia até o ano de 2034, de acordo com as metas definidas por esta Portaria; e os municípios que poderão atingir os índices mínimos de acordo com a projeção desenvolvida neste estudo.

Foi considerado, também, para a análise neste trabalho, os municípios que declararam, como um nível de macromedição satisfatório, os valores do indicador IN011 equivalentes ou superiores a 90,0% (ARIS, 2017), pois quanto maior for o índice de macromedição no sistema de abastecimento de água destes municípios, maior será o controle sobre a gestão de perdas.

#### **4.2.1 Metas de Projeção do Índice de Perdas na Distribuição (IN049)**

De acordo com os dados registrados no 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do SNIS (2020), referentes ao ano de 2019, foi realizada uma projeção do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) para os municípios que são atendidos pelo serviço público de abastecimento de água da CEDAE de modo que os valores do indicador IN049 alcancem, até o ano de 2035, o valor mínimo de 25%, estabelecido pela Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021).

A Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021) define uma redução média de 2,5% ao ano, entre 2023 e 2032, e de 5% ao ano, entre 2033 e 2034, para o índice IN049. Contudo, para que haja um alcance efetivo do valor mínimo do indicador em análise no ano de projeção deste trabalho, foi antecipado, nesta projeção, o aumento das reduções percentuais de 2,5% para 5% em determinados períodos de anos.

A Figura 17 descreve a classificação realizada neste estudo, em atendimento aos municípios analisados, para os próximos quatorze anos.

Descrição	Conotação
<p>Município que apresentou, na última atualização de base de dados do SNIS, um valor do Índice de Perdas na Distribuição menor ou igual ao mínimo estabelecido pela Portaria nº490/2021:</p> <p style="text-align: center;"><b>IN049 ≤ 25%</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, antes de 2035, o valor mínimo do indicador IN049, segundo as metas estabelecidas pela Portaria nº 490/2021:</p> <p style="text-align: center;"><b>IN049 = 25% (em ano inferior a 2035)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN049, segundo as metas estabelecidas pela Portaria nº 490/2021.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN049 = 25%</b> <b>(em 2035, segundo a Portaria nº 490/2021)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN049, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2031.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN049 = 25%</b> <b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2031)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN049, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2029.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN049 = 25%</b> <b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2029)</b></p>	

Descrição	Conotação
Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN049, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2027. <p style="text-align: center;"><b>IN049 = 25%</b> <b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2027)</b></p>	
Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN049, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2025. <p style="text-align: center;"><b>IN049 = 25%</b> <b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2025)</b></p>	
Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN049, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2023. <p style="text-align: center;"><b>IN049 = 25%</b> <b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2023)</b></p>	

Figura 17. Descrição da classificação aplicada na Projeção do Índice de Perdas na Distribuição [%] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.2.2 Metas de Projeção do índice de Perdas por Ligação (IN051)

A partir dos dados registrados no 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do SNIS (2020), referentes ao ano de 2019, foi proposto uma projeção do Índice de Perdas por Ligação (IN051) para os municípios atendidos pelo serviço público de abastecimento de água da CEDAE, de modo que os valores do indicador IN051 alcancem, até ano de 2035, o valor mínimo de 216,0 l/lig./dia, estabelecido pela Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021).

A Portaria nº 490/2020 (BRASIL, 2021) define uma redução média de 2,5% ao ano, entre 2023 e 2032, e de 5% ao ano, entre 2033 e 2034, para o índice IN051. Contudo, para que haja um alcance efetivo do valor mínimo do indicador em análise até o ano de 2035, foi sugerido na projeção deste trabalho, aumentos gradativos de reduções percentuais em determinados períodos de anos. A Figura 18 descreve



a classificação realizada na projeção de perdas dos municípios analisados, para os próximos quatorze anos.

Descrição	Conotação
<p>Município que apresentou, na última atualização de base de dados do SNIS, um valor do Índice de Perdas por Ligação menor ou igual ao mínimo estabelecido pela Portaria nº490/2021:</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 ≤ 216,0 l/lig./dia</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, antes de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, segundo as metas estabelecidas pela Portaria nº 490/2021:</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia (em ano inferior a 2035)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, segundo as metas estabelecidas pela Portaria nº 490/2021.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia (em 2035, segundo a Portaria nº 490/2021)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2031.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia (com reduções anuais de 5% a partir de 2031)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2029.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia (com reduções anuais de 5% a partir de 2029)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2027.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia (com reduções anuais de 5% a partir de 2027)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2025.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia (com reduções anuais de 5% a partir de 2025)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2023.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia (com reduções anuais de 5% a partir de 2023)</b></p>	

Descrição	Conotação
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2023 e reduções anuais de 7,5% a partir de 2033.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia</b></p> <p style="text-align: center;"><b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2023 e de 7,5% a partir de 2033)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2023 e reduções anuais de 7,5% a partir de 2031.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia</b></p> <p style="text-align: center;"><b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2023 e de 7,5% a partir de 2031)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2023 e reduções anuais de 7,5% a partir de 2029.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia</b></p> <p style="text-align: center;"><b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2023 e de 7,5% a partir de 2029)</b></p>	
<p>Município que poderá alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por meio de reduções anuais de 5% a partir do ano de 2023, de 7,5% a partir de 2027 e reduções anuais de 15% a partir de 2034.</p> <p style="text-align: center;"><b>IN051 = 216,0 l/lig./dia</b></p> <p style="text-align: center;"><b>(com reduções anuais de 5% a partir de 2023, de 7,5% a partir de 2027 e de 15% a partir de 2034)</b></p>	

Figura 18. Descrição da classificação aplicada na Projeção do Índice de Perdas por Ligação [l/lig./dia] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.2.3 Classificação do Índice de Macromedição (IN011)

Tendo como referência a Metodologia para Avaliação dos Indicadores de Desempenho da ARIS (2017), e acordo com os dados declarados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, em sua última atualização, ocorrida no ano de 2019, é analisado neste trabalho o índice de Macromedição (IN011), em termos percentuais, dos 64 municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE.

Assim, é definido os seguintes intervalos de referência do indicador de macromedição para estes municípios (Figura 19):

	<p>Município que tenha alcançado um Índice de Macromedição satisfatório, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (2021):</p> $IN011 \geq 90\%$
	<p>Município que tenha alcançado um Índice de Macromedição regular, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (2021):</p> $70\% \leq IN011 < 90\%$
	<p>Município que tenha alcançado um Índice de Macromedição insatisfatório, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (2021):</p> $0 < IN011 < 70\%$
	<p>Município que não tenha registrado o Índice de Macromedição, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (2021):</p> $IN011 = 0$

Figura 19. Intervalos de referência do Índice de Macromedição (IN011) para os municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE.

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 Resultados

### 5.1 Análise dos Índices

Segundo o SNIS (2020), em 2019, a média atual brasileira do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) foi de 39,24% e 339,90 l/lig./dia do Índice de Perdas por Ligação (IN051). Por conseguinte, ao se fazer uma projeção de redução de perdas de água, para os próximos anos, os municípios brasileiros poderão ser beneficiados pelos recursos financeiros da União, desde que tenham por meta alcançar os valores dos indicadores IN049 e IN051 apresentados no Quadro 5. Essa projeção foi feita a partir dos dados trazidos pela Portaria nº 420/2021, conforme já descrito neste trabalho.

Quadro 5. Projeção dos indicadores IN049 [%] e IN051 [l/lig./dia] para municípios brasileiros com base nas médias nacionais registradas pelo SNIS em 2021.

Ano	Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]	Índice de Perdas por Ligação (IN051) [l/lig./dia]
2021	39,24	339,90
2022	39,24	339,90
2023	38,26	331,40
2024	37,28	322,91
2025	36,30	314,41
2026	35,32	305,91
2027	34,34	297,41
2028	33,35	288,92
2029	32,37	280,42
2030	31,39	271,92
2031	30,41	263,42
2032	29,43	254,93
2033	27,47	237,93
2034	25,51	220,94
2035	25,00	216,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar de as taxas nacionais de reduções percentuais dos indicadores IN049 e IN051 serem definidas até o ano de 2034, este trabalho verificou que os índices mínimos de 25% para o Índice de Perdas na Distribuição

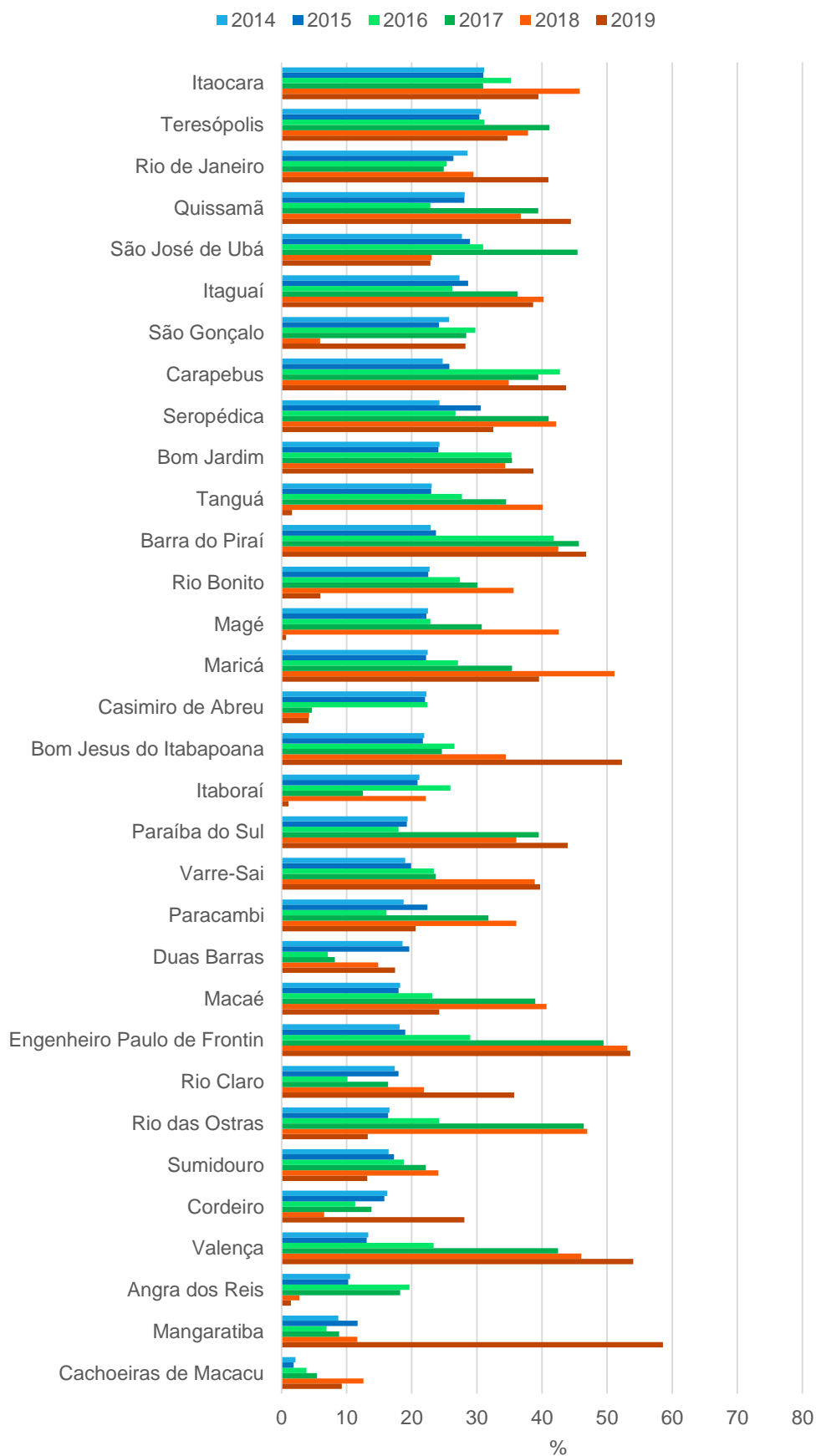
e de 216,0 litros/ligação/dia para o Índice de Perdas por Ligação sejam alcançados a partir de 2035, de acordo com a média atual brasileira dos referidos indicadores.

Desse modo, considerando as médias nacionais dos índices IN049 e IN051, declaradas na última atualização de dados do SNIS, referentes ao ano de 2019, a Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021) já não atende a sua própria projeção de redução dos índices de perdas analisados.

#### **5.1.1 Panorama do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]**

Segundo os últimos seis anos de informações registradas pelo SNIS (2021), a Figura 20 apresenta o Índice de Perdas na Distribuição (IN049) dos 64 municípios que recebem os serviços de abastecimento de água da Companhia Estadual de Águas e Esgotos.

### Índice de Perdas na Distribuição de Água [%] em Municípios Atendidos pela CEDAE



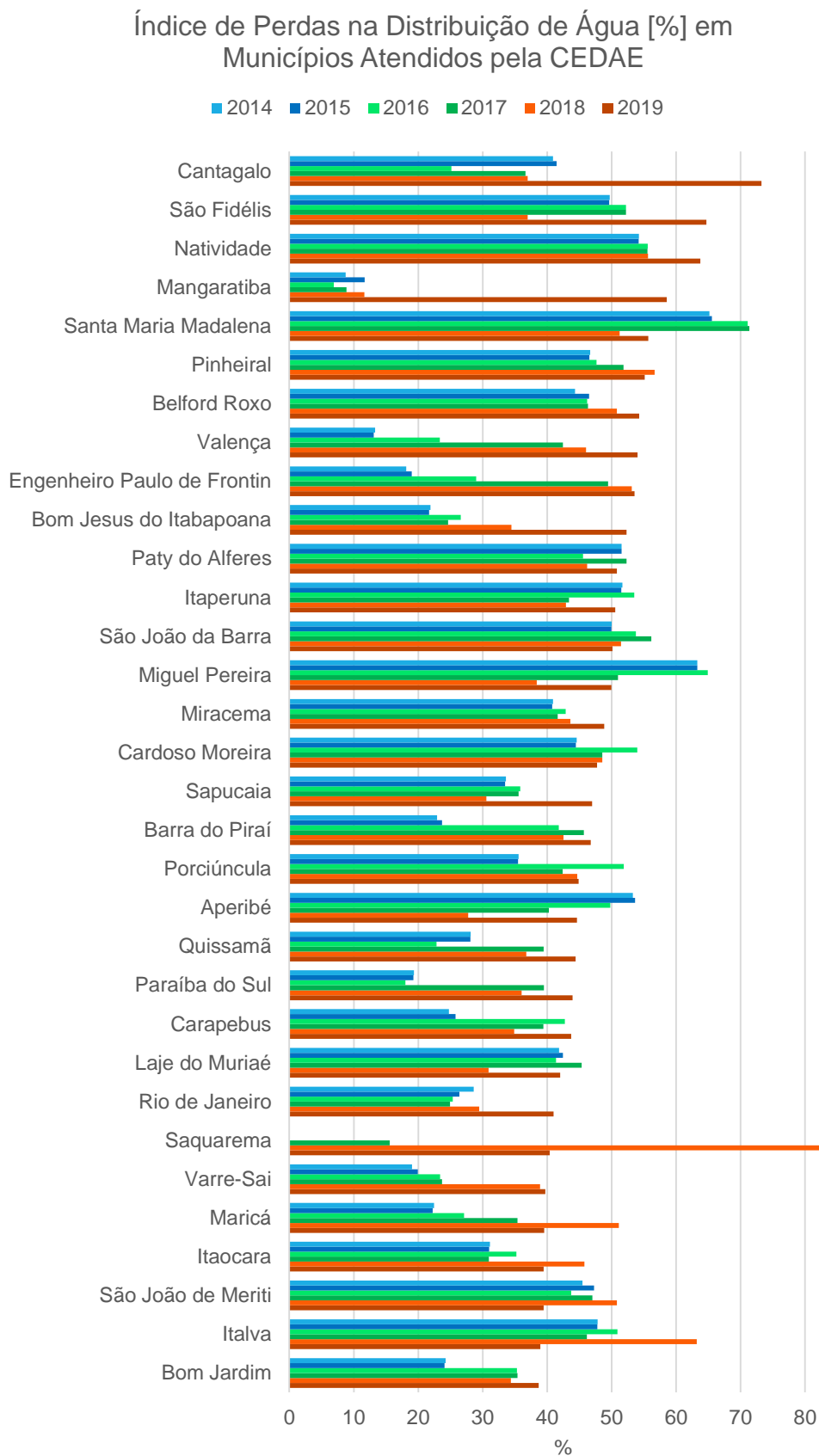


Figura 20. Índice de Perdas na Distribuição de Água (IN049) dos municípios atendidos pela CEDAE entre 2014 e 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os anos de 2014 e 2016 o município de Saquarema não forneceu ao SNIS os seus Índices de Perdas na Distribuição [%]. Já o município de Cardoso Moreira manteve o valor de 48,58% do IN049, entre os anos de 2017 e 2018.

Segundo a Figura 20, atualmente 30 municípios atendidos pelo serviço de água da Companhia ainda mantém valores do indicador de Perdas na Distribuição acima da média nacional, 39,24%

Em resumo aos valores do indicador de perdas apresentados anteriormente, a Figura 21 ilustra graficamente o comparativo entre as médias do Índice de Perdas na Distribuição dos 64 municípios atendidos pela CEDAE e média nacional entre os anos de 2014 e 2019, segundo os dados do SNIS (2021).

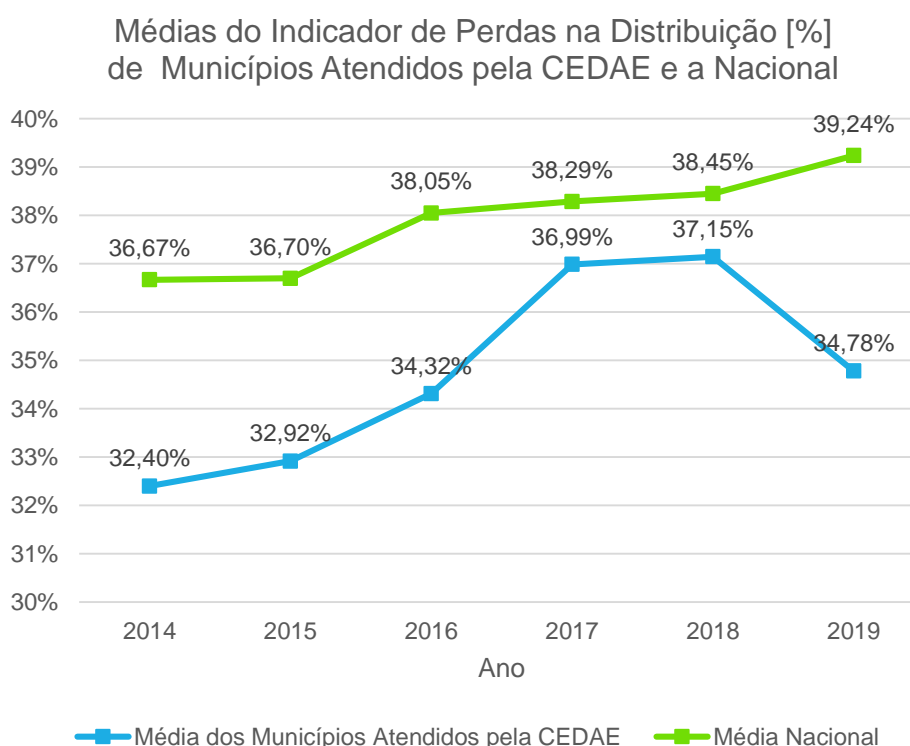


Figura 21. Médias do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE e a Nacional entre os anos de 2014 e 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os anos analisados, as médias do indicador IN049 dos 64 municípios se mantiveram abaixo da média nacional.



Considerando que a Portaria n° 490/2021 (BRASIL, 2021) estima para os municípios brasileiros reduções percentuais de 2,5% ao ano, nos primeiros dez anos de projeção do indicador IN049 (Quadro 5), as médias percentuais de redução dos Índices de Perdas na Distribuição (IN049) dos municípios atendidos pela CEDAE em períodos passados, em conformidade com dados do SNIS (2021), são apresentados na Figura 22.

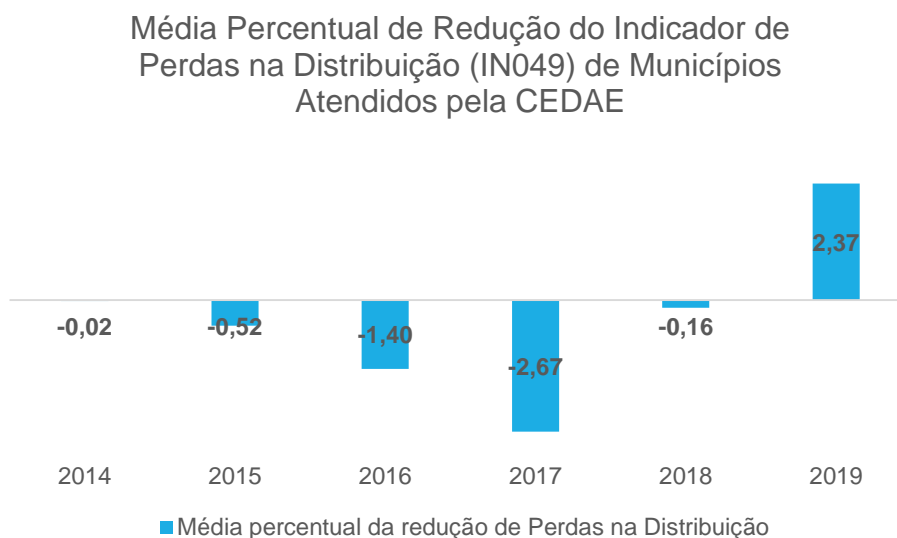
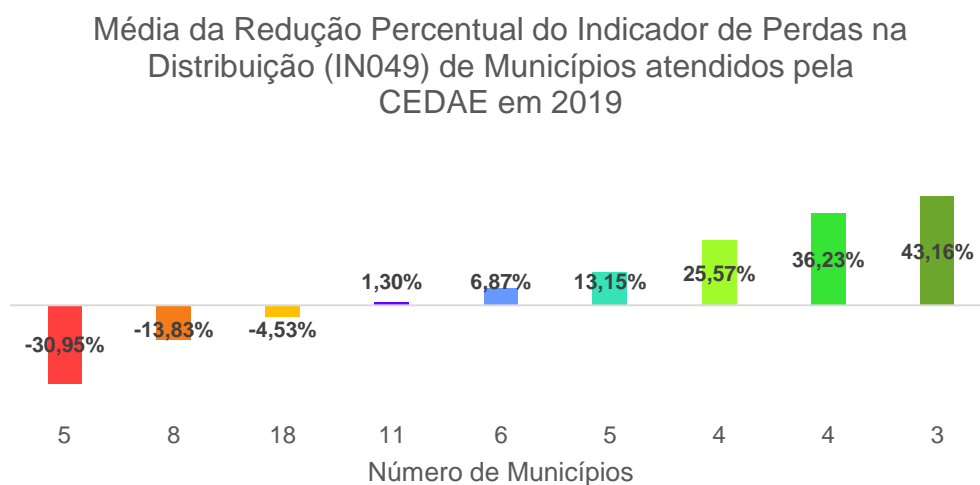


Figura 22. Média percentual da redução do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE entre os anos de 2014 e 2019. Fonte: Elaborado pela autora.

O gráfico da Figura 22 indica que as médias percentuais de redução do IN049 dos 64 municípios foram negativas entre os anos de 2014 e 2018. Ou seja, as médias foram de aumento do indicador entre estes anos. Porém, no ano de 2019 a média de redução do indicador para esses municípios alcançou o valor de 2,37%, próximo do valor estimado pela Portaria n° 490/2021, que é de 2,5% ao ano.

Detalhando a análise do indicador para o ano que apresenta os dados mais recentes registrados no SNIS (2021), os municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE foram agrupados em nove faixas percentuais de redução de perdas, de acordo com a proximidade de seus valores de perdas na distribuição. Dessa forma,

os resultados das médias das reduções do IN049 destes municípios são apresentados na Figura 23.



Intervalos de redução do indicador IN049	Conotação
média < -20%	Red
-20% < média < -10%	Orange
-5% < média < 0%	Yellow
0 < média < 5%	Purple
5% < média < 10%	Blue
10% < média < 20%	Cyan
20% < média < 30%	Light Green
30% < média < 40%	Green
média > 40%	Dark Green

Figura 23. Média da redução do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) dos municípios atendidos pela CEDAE em 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo as informações apresentadas na figura anterior, 31 dos municípios analisados tiveram aumento nos seus indicadores de perdas (IN049). Destes, cinco alcançaram um aumento médio de 30,95%, oito alcançaram o valor médio de 13,83% e dezoito atingiram um aumento médio de 4,53% do índice. Contudo, um maior

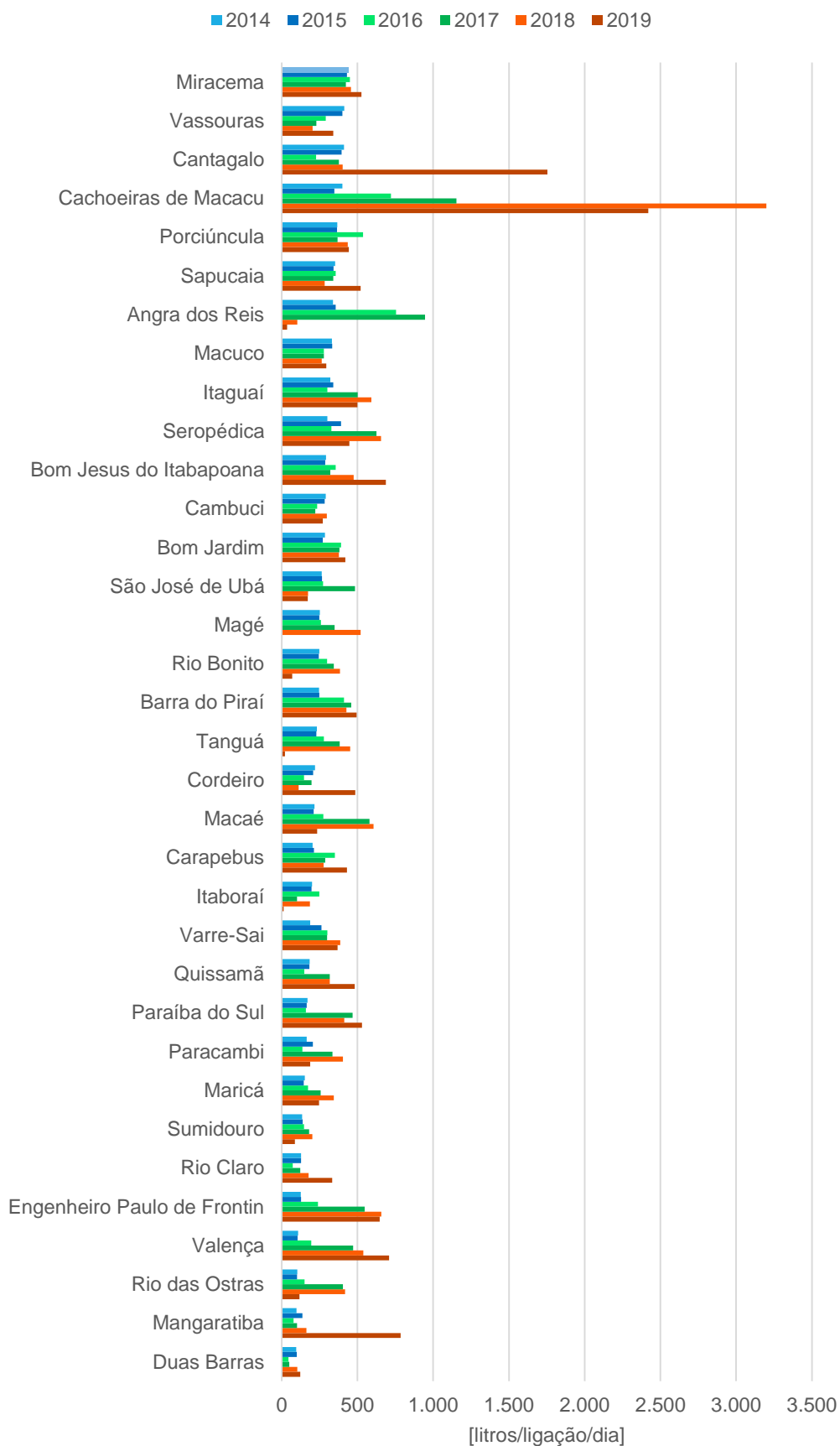
quantitativo de municípios (33 localidades, ao total) alcançaram reduções no indicador de Perdas na Distribuição.

Cabe neste trabalho a ressalva que, se o município que apresentou, no último ano de levantamento de dados do SNIS, um índice IN049 próximo do valor mínimo definido, este não necessita de consideráveis reduções em seus valores, e sim, de manter o valor de perda atingido. Logo, os municípios que tiveram poucas reduções em seus indicadores IN049 não, necessariamente, indicam ineficiências na gestão de seus SAAs.

### **5.1.2 Panorama do Índice de Perdas por Ligação (IN051) [litros/ligação/dia]**

De acordo com as informações registradas dos últimos seis anos, pelo SNIS (2021), a Figura 24 apresenta o Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos municípios atendidos pela CEDAE.

### Índice de Perdas por Ligação [l/lig./dia] em municípios atendidos pela CEDAE



### Índice de Perdas por Ligação [l/lig./dia] em municípios atendidos pela CEDAE

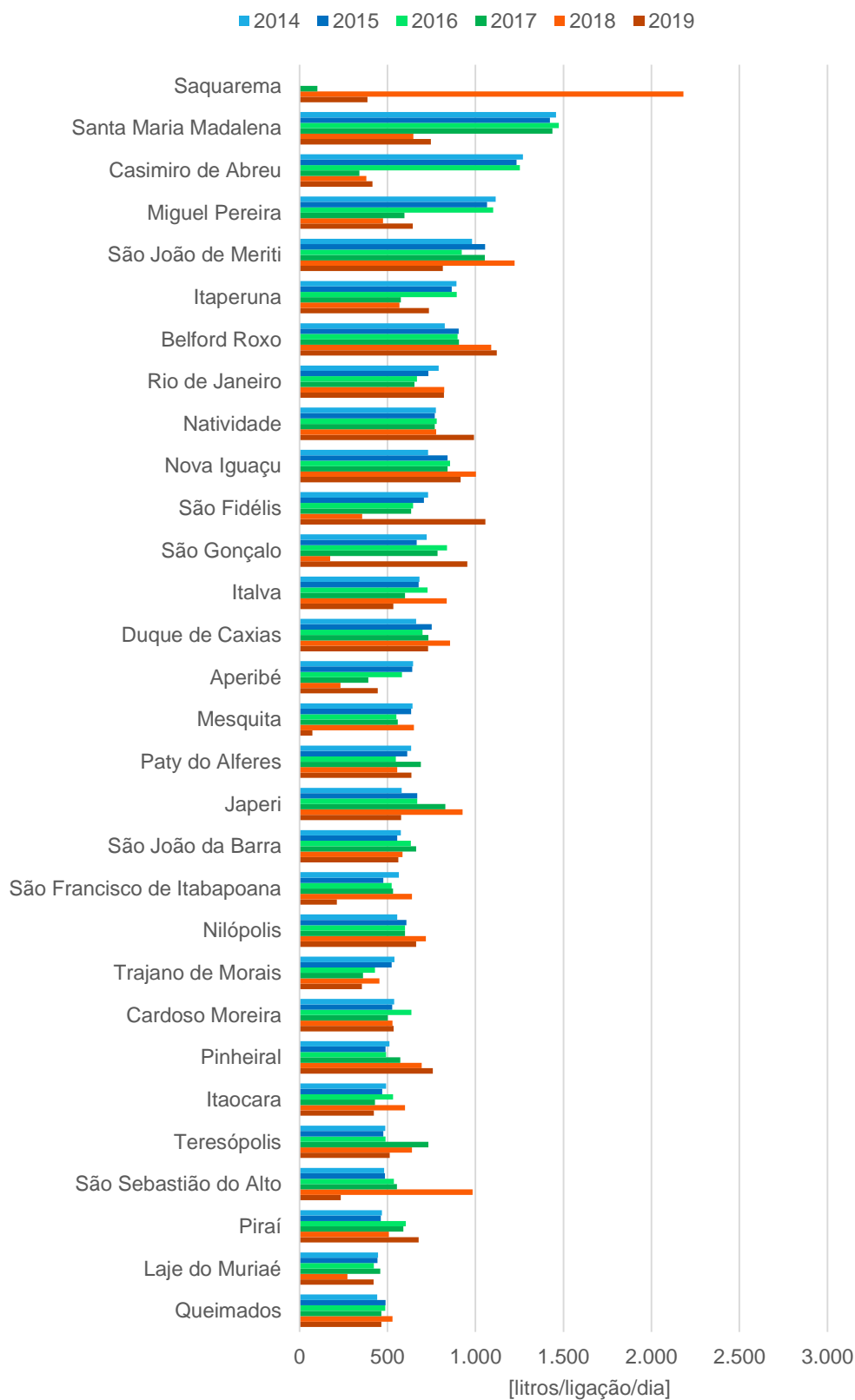


Figura 24. Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos municípios atendidos pela CEDAE entre 2014 e 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com as informações apresentadas na Figura 24, entre os anos de 2014 e 2016 o município de Saquarema não forneceu ao SNIS os seus Índices de Perdas por Ligação. E em 2019, 46 municípios tiveram seus respectivos indicadores de Perdas acima da média nacional de 339,9 [l/lig./dia].

As médias do Índice de Perdas por Ligação (IN051) de todos os municípios atendidos pela CEDAE entre os anos de 2014 e 2019, segundo os dados do SNIS (2021) são ilustrados na Figura 25, em comparação à média nacional.

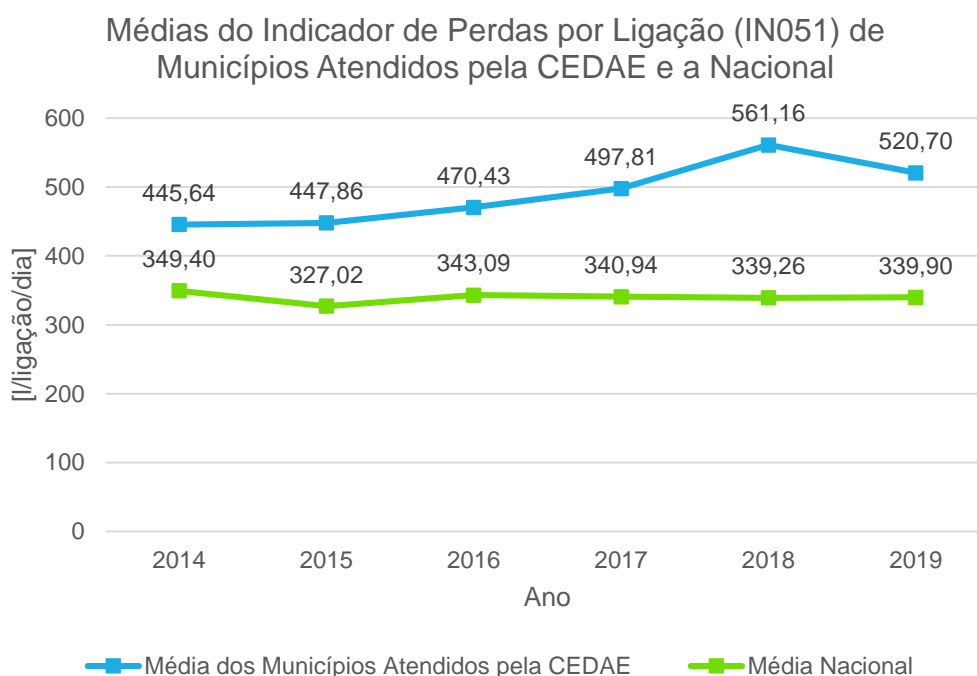


Figura 25. Média do Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE e a Nacional entre os anos de 2014 e 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os anos em análise, as médias do indicador de Perdas por Ligação desses municípios se mantiveram superiores às médias nacionais.

Considerando que a Portaria n° 490/2021 (BRASIL, 2021) estima para os municípios brasileiros reduções percentuais de 2,5% ao ano, nos primeiros dez anos de projeção, do indicador IN051 [l/lig./dia], valor este equivalente a 8,50 l/lig./dia ao ano, as médias de redução dos

Índices de Perdas por Ligação dos municípios atendidos pela CEDAE, entre 2014 e 2019, segundo o SNIS (2021), são apresentados na Figura 26.

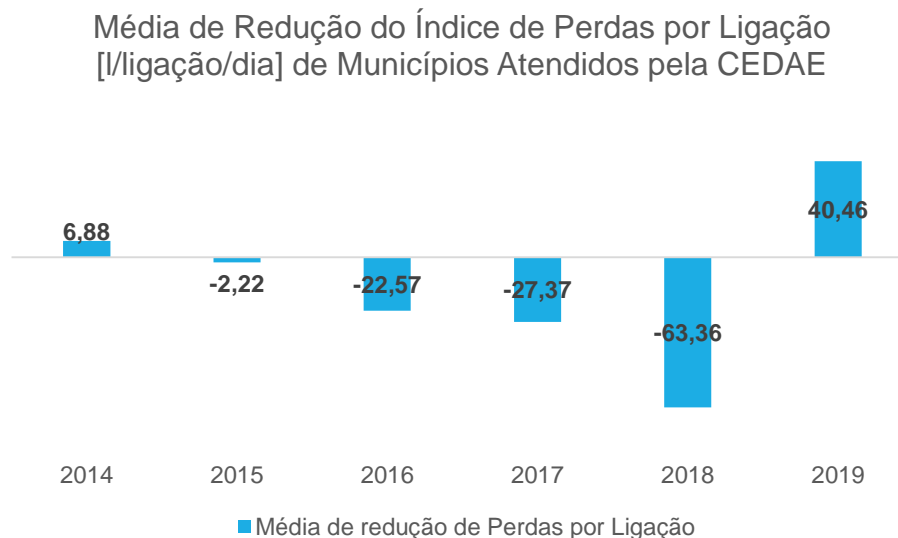
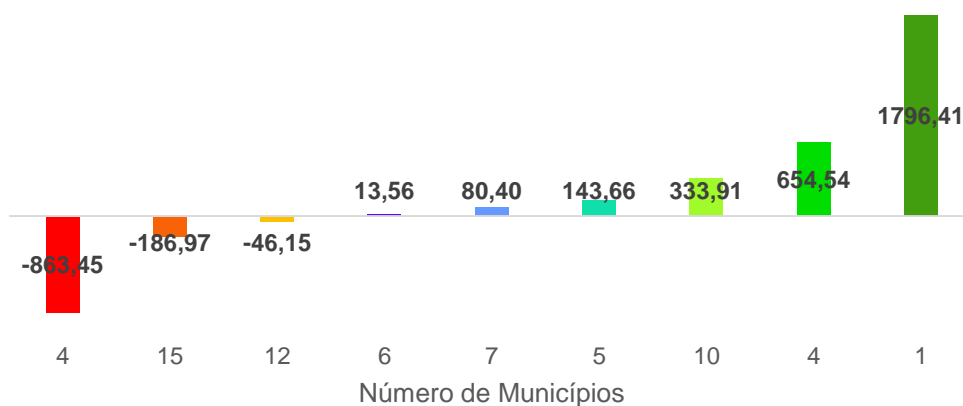


Figura 26. Média da redução do Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE entre os anos de 2014 e 2019.  
Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 26 mostra que as médias de redução do indicador IN051, dos municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da Companhia, alcançaram valores positivos de 6,88 l/ligação/dia no ano de 2014 (valor próximo ao estimado pela Portaria nº 490/2021, que é de 8,50 l/lig./dia ao ano) e 40,46 l/ligação/dia em 2019. Contudo, entre os anos de 2015 e 2018, as médias de redução dos índices de Perdas por Ligação de tais municípios sofreram significativos aumentos.

Detalhando a análise do indicador IN051, para o ano que apresenta os dados mais recentes declarados pelo SNIS (2021), os municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE foram agrupados em nove faixas de redução de perdas, de acordo com a proximidade de seus valores de perdas por ligação. Dessa forma, os resultados das médias das reduções do IN051 destes municípios são apresentados na Figura 27.

Média da redução de Perdas por Ligação [l/lig.dia] de Municípios atendidos pela CEDAE em 2019



Intervalos de redução do indicador IN051	Conotação
média < - 500 l/lig./dia	Vermelho
- 500 l/lig./dia < média < -100 l/lig./dia	Laranja
-100 l/lig./dia < média < 0	Amarelo
0 < média < 50 l/lig./dia	Púrpura
50 l/lig./dia < média < 100 l/lig./dia	Azul
100 l/lig./dia < média < 200 l/lig./dia	Ciano
200 l/lig./dia < média < 500 l/lig./dia	Verde claro
500 l/lig./dia < média < 1000 l/lig./dia	Verde médio
média > 1000 l/lig./dia	Verde escuro

Figura 27. Média da redução do Índice de Perdas por Ligação (IN051) dos municípios atendidos pela CEDAE em 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo as informações apresentadas na figura anterior, 31 dos municípios analisados tiveram aumento nos seus indicadores de perdas (IN051). Destes, quatro alcançaram um aumento médio de 863,45 [l/lig./dia], quinze alcançaram um aumento médio de 186,97 [l/lig./dia] e doze alcançaram um aumento médio de 46,15 [l/lig./dia] do índice.



Contudo, se o município que apresentou, no último ano de levantamento de dados do SNIS, um índice IN051 próximo do valor mínimo definido, este não necessita de consideráveis reduções em seus valores, e sim, de manter o valor de perda atingido. Logo, os municípios que tiveram poucas reduções em seus indicadores IN051 não, necessariamente, indicam ineficiências na gestão de seus SAAs.

De acordo com o SNIS (2021), o indicador IN051 do município de Saquarema apresentou o valor de 2.182,00 [l/lig./dia] em 2018 e 385,59 [l/lig./dia] em 2019 atingindo, assim, a redução de 1.796,41 [l/lig./dia] do Índice de Perdas por Ligação.

### **5.1.3 Panorama do Índice de Macromedição (IN011) [%]**

De acordo com o levantamento de dados apresentados pelo SNIS (2021), a respeito dos índices de macromedição (IN011) dos 64 municípios atendidos pela CEDAE, entre 2014 e 2016, o uso de macromedidores nos sistemas de abastecimento de água se manteve estável, tendo em média 13 municípios com macromedidores instalados. Já em 2017, houve um aumento na instalação do medidor, com 25 municípios usando este recurso. Em 2018, somente 3 municípios registraram o Índice de Macromedição de seus SAA e em 2019, foram 14 municípios, conforme apresentado na Figura 28.

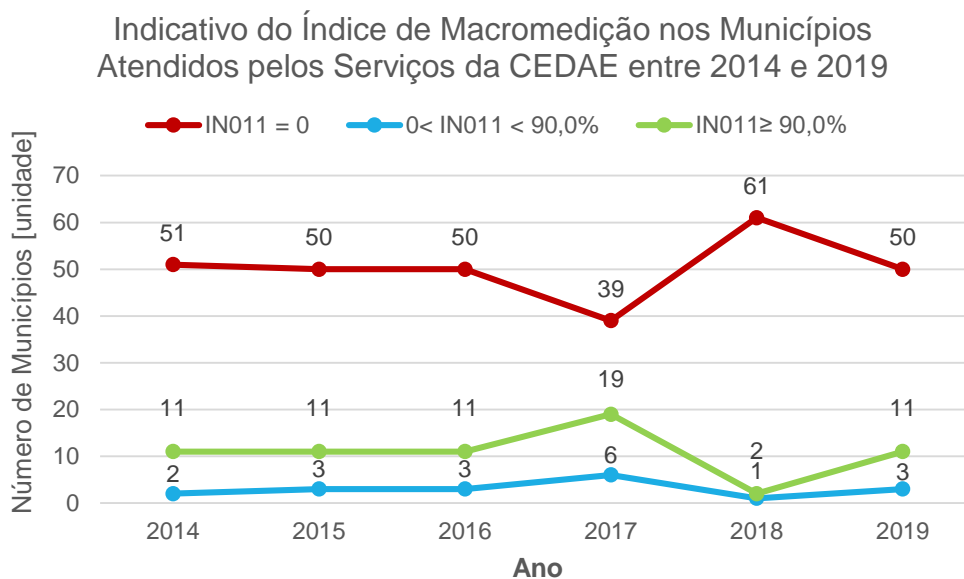


Figura 28. Comparativo do Índice de Macromedição (IN011) dos 64 municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE entre 2014 e 2019. Fonte: Elaborado pela autora.

É observado no histórico dos últimos anos, do indicador IN011, que a maioria dos municípios fluminenses analisados não faz uso de macromedidores em seus sistemas. Com destaque ao município de Saquarema que, em 2019, não declarou ao SNIS (2021) o índice de macromedição de seu SAA e apresentou valores discrepantes do indicador IN051 nos anos de 2018 e 2019, respectivamente, 2.182,00 [l/lig./dia] e 385,59 [l/lig./dia].

Assim, os indicadores de perdas analisados da maioria dos 64 municípios fluminenses apresentam menor controle de medição e, conseqüentemente, menor confiabilidade em seus dados apresentados.

Dessa forma, os resultados dos índices de Perdas na Distribuição (IN049) dos 64 municípios, declarados pelo SNIS (2020), indicam que, em 2019, dos 11 municípios que apresentaram índices de macromedição satisfatórios, ou seja, índices iguais ou superiores a 90,0%, 1 apresentou o índice de Perdas na Distribuição abaixo do índice mínimo determinado pela Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021), que é de 25%, 3 apresentaram índices de perdas (IN049) superiores

ao mínimo e inferiores da média nacional (39,24%) e 8 apresentaram valores superiores do indicador IN049 (Figura 29).

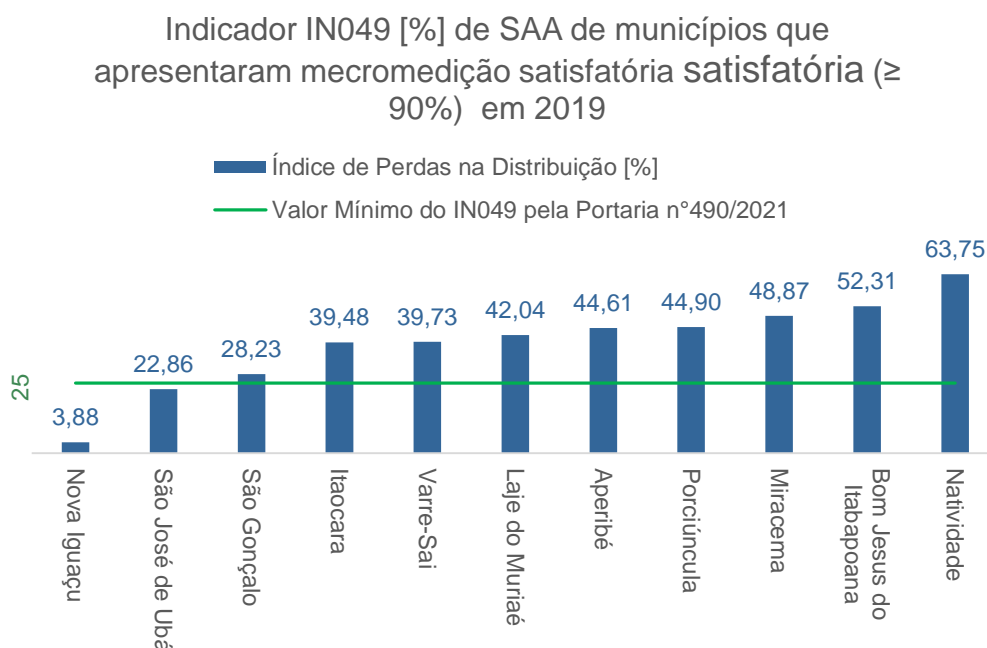


Figura 29. Índices de Perdas na Distribuição (IN049) de municípios atendidos pelos serviços da CEDAE que apresentaram índices de macromedição satisfatórios (≥ 90%) em 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao serem considerados os índices de Perdas por Ligação (IN051), do último ano de registro de dados do SNIS (2021), dos 11 municípios fluminenses que recebem o serviço de atendimento de água da CEDAE e que apresentaram índices de macromedição satisfatórios, somente 1 apresentou um índice de Perdas por Ligação abaixo da média nacional (339,9 l/lig./dia) e os demais apresentaram valores do indicador IN051 superiores a este (Figura 30).

Indicador IN051 [l/lig./dia] de SAA de municípios que apresentaram macromedição satisfatória ( $\geq 90\%$ ) em 2019

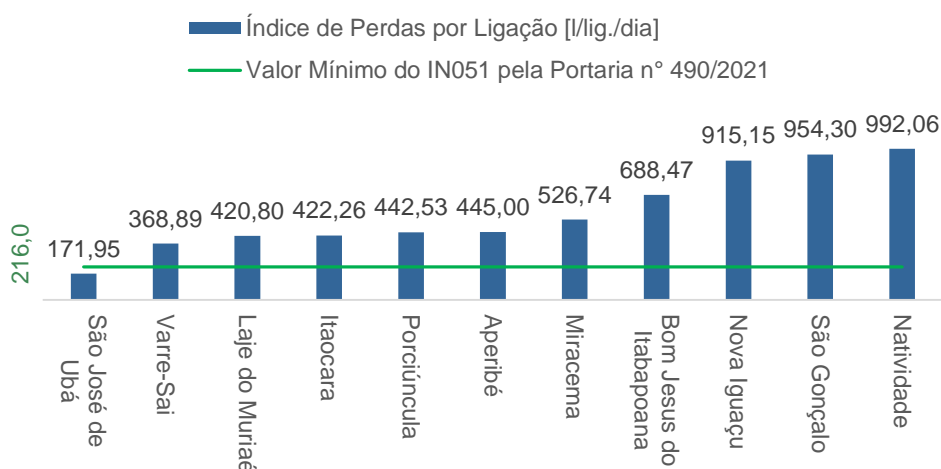


Figura 30. Índices de Perdas por Ligação (IN051) de municípios atendidos pelos serviços da CEDAE que apresentaram índices de macromedição satisfatórios ( $\geq 90\%$ ) em 2019.

Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar de a maioria dos 64 municípios, atendidos com o serviço de abastecimento de água da CEDAE, não apresentar índices iguais ou superiores a 90% na macromedição, a análise de perdas de água, que ocorrem nos sistemas de abastecimento, foi realizada para todos estes municípios fluminenses. Com destaque para as localidades que atingiram índices satisfatórios de macromedição na última atualização de base de dados do SNIS, dados estes referentes ao ano de 2019.

## 5.2 Projeção para os Índices de Perdas a Partir da Portaria nº 490/2021

Para os próximos quatorze anos são apresentados os resultados das propostas de projeções de redução dos Índices de Perdas na Distribuição (IN049) e por Ligação (IN051) dos 64 municípios atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE, para que haja o alcance dos valores mínimos de perdas de água definidos pela Portaria nº 490 (BRASIL, 2021). Além disso, é apresentado, também, o resultado da classificação do Índice de Macromedição (IN011) destes municípios, de acordo com o último diagnóstico do serviço de água do SNIS (2021).

### 5.2.1 Projeção do Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]

Em conformidade com as descrições feitas na Figura 17, a Figura 31 apresenta a projeção do Índice de Perdas na Distribuição [%] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE.

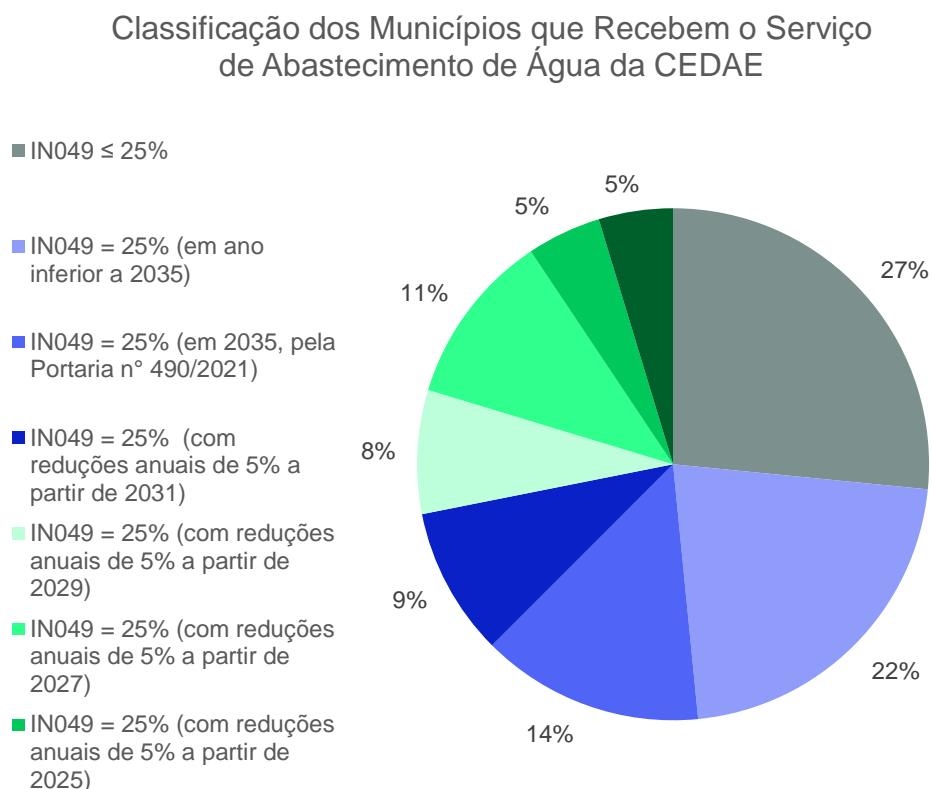


Figura 31. Resultado da Projeção Proposta para o Índice de Perdas na Distribuição [%] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE.  
Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados obtidos pela análise da Figura 31 são descritos, minuciosamente, a seguir, em um comparativo com o Quadro 7 (do Apêndice A). Estes apresentam os mesmos resultados de formas diferentes.

A maior faixa percentual apresentada na Figura 31 agrupa 17 municípios. Esta indica que, no último Diagnóstico do SNIS (2021), os respectivos valores do IN049 destes municípios foram inferiores ao mínimo estabelecido pela Portaria n° 490/2021 (BRASIL, 2021). Destes, os municípios Nova Iguaçu e São José de Ubá possuíram

macromedições satisfatórias (Apêndice A). Nesse contexto, os valores do Índice de Perdas na Distribuição de todos esses municípios não foram projetados para os próximos quatorze anos, pois muitos desses índices baixos de perdas de água não condizem com a realidade brasileira, e, talvez, nem com a realidade mundial atual. Essas discrepâncias nos valores do índice IN049, declarados pelo SNIS (2021), mostram que, de fato, não há uma boa gestão nos sistemas de abastecimento de água desses municípios.

A segunda maior faixa percentual, ilustrada na Figura 31, agrupa os 14 municípios (Quadro 7) que possivelmente alcançarão o valor mínimo de 25% do indicador IN049, antes do último ano da projeção feita neste trabalho, segundo as metas anuais da Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021). Além disso, a 2ª classificação do Quadro 7 (referente a esta faixa), indica que os municípios de Nilópolis e Trajano de Moraes, pela projeção da referida Portaria, poderão alcançar o valor mínimo do indicador de perdas na distribuição em 2034. O município de São Gonçalo foi o único deste grupo a apresentar macromedição acima de 90%, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (referentes aos dados de 2019).

A terceira maior faixa percentual (Figura 31) representa os municípios que poderão alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do Índice de Perdas na Distribuição, segundo as metas anuais da Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021). Dentre estes, os municípios de Itaocara e Varre-Sai apresentaram índices satisfatórios de macromedição (Quadro 7).

A quarta maior faixa percentual (Figura 31) ilustra os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do indicador IN049, por meio de reduções percentuais anuais de 5%, a partir do ano de 2031. Assim, nessa classificação as reduções percentuais anuais de 2,5% tendem a ocorrer do ano de 2023 a 2030. Entre os municípios que apresentaram índices satisfatórios de macromedição, de acordo a

última atualização de base de dados do SNIS (2021), na 4ª classificação (Quadro 7) estão Laje do Muriaé, Aperibé e Porciúncula.

Na quinta maior faixa percentual, da Figura 31, estão os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do Índice de Perdas na Distribuição, através de reduções percentuais anuais de 5%, a partir do ano de 2029. Logo, as reduções percentuais anuais de 2,5% destes municípios, possivelmente, ocorrerão do ano de 2023 a 2028. O município de Miracema foi o único desta classificação a apresentar índice satisfatório de macromedição (Quadro 7).

A sexta maior faixa percentual da projeção representa os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do Índice de Perdas na Distribuição, por meio de reduções percentuais anuais de 5%, a partir do ano de 2027. Dessa forma, as reduções percentuais anuais de 2,5% destes municípios tendem a ocorrer do ano de 2023 a 2026. Bom Jesus do Itabapoana foi o único município deste grupo a apresentar índice de macromedição satisfatório (Quadro 7).

Já na penúltima faixa percentual da projeção (com o valor de 5%) são representados os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do Índice de Perdas na Distribuição, através de reduções percentuais anuais de 5%, a partir do ano de 2025. Por conseguinte, as reduções percentuais anuais de 2,5% destes municípios tendem a ocorrer nos anos 2023 e 2024. Não houve municípios que tenham apresentado índices satisfatórios de macromedição neste grupo (Quadro 7).

Por fim, a última faixa percentual da projeção apresenta os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do indicador IN049, através de reduções percentuais anuais de 5%, já no ano de 2023, início da projeção. Destes municípios, somente Natividade apresentou índice de macromedição satisfatório, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (2021) (Quadro 7).

## 5.2.2 Projeção do Índice de Perdas por Ligação (IN051) [l/lig./dia]

Em conformidade às descrições feitas na Figura 18, a Figura 32 apresenta a projeção do Índice de Perdas por Ligação [l/lig./dia] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE.

### Classificação dos Municípios que Recebem o Serviço de Abastecimento de Água da CEDAE

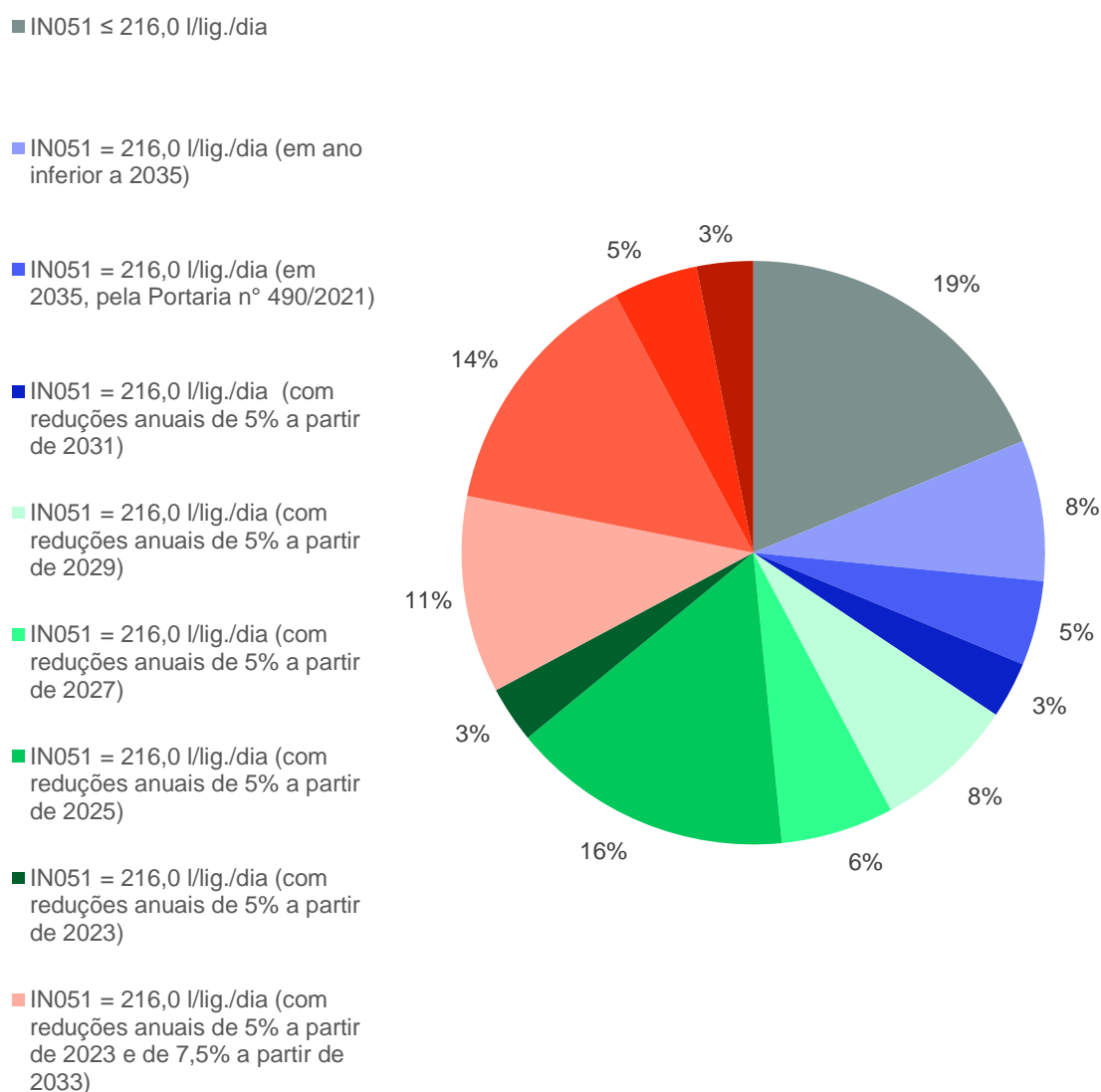


Figura 32. Resultado da Projeção Proposta para o Índice de Perdas por Ligação [l/lig./dia] dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da CEDAE.

Fonte: Elaborado para autora.



Os resultados obtidos pela análise da Figura 32 são descritos, detalhadamente, a seguir, em um comparativo com o Quadro 8 (do Apêndice B). Estes apresentam os mesmos resultados de formas diferentes.

A maior faixa percentual apresentada na Figura 32 agrupa os 12 municípios que, no último Diagnóstico do SNIS (2021), referente aos dados de 2019, registraram valores do IN051 inferiores ao mínimo estabelecido pela Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021). Dentre estes municípios, São José de Ubá foi a única localidade a apresentar índice satisfatório de macromedição (Quadro 8). Os valores do Índice de Perdas por Ligação de todos esses municípios não foram projetados para os próximos quatorze anos, pois muitos desses índices baixos de perdas não condizem com a realidade brasileira, e, talvez, nem com a realidade mundial atual. Essas discrepâncias nos valores dos índices IN051 declarados pelo SNIS (2021) mostram que, de fato, não há uma boa gestão nos sistemas de abastecimento de água desses municípios.

A 2ª classificação do Quadro 8 indica o agrupamento dos municípios que poderão alcançar o valor mínimo de 216 l/lig./dia, do indicador IN051, antes do último ano da projeção feita neste trabalho (Figura 32), segundo as metas anuais da Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021). Não houve municípios que apresentou índices satisfatórios de macromedição nesta divisão, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (2021).

A 3ª classificação da projeção (Quadro 8) representa os municípios que poderão alcançar, no ano de 2035, o valor mínimo do Índice de Perdas por Ligação, segundo as metas anuais da Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021), conforme ilustra a Figura 32. Dentre esses, nenhum município apresentou índices satisfatórios de macromedição.

A 4ª classificação da projeção (Quadro 8) inclui os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do indicador IN051, por

meio de reduções percentuais anuais de 5%, a partir do ano de 2031 (Figura 32). Logo, as reduções percentuais anuais de 2,5% possivelmente ocorrerão do ano de 2023 a 2030. O município de Varre-Sai foi o único a apresentar satisfatório índice de macromedição nesta classificação.

No 5ª agrupamento da projeção do Quadro 8 estão os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do Índice de Perdas por Ligação, através de reduções percentuais anuais de 5%, a partir do ano de 2029 (Figura 32). Assim, as reduções percentuais anuais de 2,5% destes municípios poderão ocorrer do ano de 2023 a 2028. Laje do Muriaé e Itaocara foram os municípios que apresentaram índices satisfatórios de macromedição nesta classificação.

Na 6ª distribuição da projeção do Quadro 8 são representados os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do indicador de Perdas por Ligação, através de reduções percentuais anuais de 5%, a partir do ano de 2027 (Figura 32). Dessa forma, as reduções percentuais anuais de 2,5% destes municípios tendem a ocorrer do ano de 2023 a 2026. Dentre esses municípios, Porciúncula e Aperibé apresentaram satisfatórios índices de macromedição.

A 7ª classificação, da projeção apresentada no Quadro 8, é representada na Figura 32 pelos municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do IN051, através de reduções percentuais anuais de 5%, a partir do ano de 2025. Por conseguinte, as reduções percentuais anuais de 2,5% destes municípios possivelmente ocorrerão nos anos 2023 e 2024. Neste agrupamento, o município de Miracema excepcionalmente apresentou índice satisfatório de macromedição, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (2021).

Na 8ª classificação do Quadro 8 os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do indicador IN051, poderão ter reduções percentuais anuais de 5%, já no ano de 2023, início da projeção,

conforme ilustra a Figura 32. Destes municípios, não houve algum que apresentou índice de macromedição satisfatório.

A 9ª classificação indicada no Quadro 8 representa os municípios que poderão atingir, no ano de 2035, o valor mínimo do Índice de Perdas por Ligação, por meio de reduções anuais de 5%, a partir do ano de 2023, e reduções anuais de 7,5%, a partir de 2033 (Figura 32). O município de Bom Jesus do Itabapoana, exclusivamente, apresentou um índice satisfatório de macromedição.

Já na 10ª classificação (Quadro 8) estão representados os municípios que poderão atingir, no ano de 2035, o valor mínimo do indicador de Perdas por Ligação, por meio de reduções anuais de 5%, a partir do ano de 2023 e reduções anuais de 7,5%, a partir de 2031 (Figura 32). Nova Iguaçu e São Gonçalo foram os municípios que apresentaram índices de macromedição satisfatórios.

A 11ª classificação da projeção do Quadro 8 representa os municípios que poderão alcançar, em 2035, o valor mínimo do índice IN051, por meio de reduções anuais de 5%, a partir do ano de 2023, e reduções anuais de 7,5%, a partir de 2029 (Figura 32). Nesta classificação, o município de Natividade apresentou unicamente um índice satisfatório de macromedição.

Por fim, na 12ª classificação (Quadro 8), são apresentados os municípios que poderão atingir, em 2035, o valor mínimo do índice de Perdas por Ligação, por intermédio de reduções anuais de 5%, a partir do ano de 2023, de 7,5%, a partir de 2027, e reduções anuais de 15%, a partir de 2034 (Figura 32). Neste agrupamento, não houve municípios que apresentaram índices satisfatórios de macromedição, de acordo a última atualização de base de dados do SNIS (2021).

### 5.2.3 Classificação do Índice de Macromedição (IN011) [%]

De acordo com os intervalos de referência do índice IN011 definidos neste estudo, e com base nos dados declarados pelo SNIS no ano de 2019, o Quadro 6 apresenta o resultado da análise do Índice de Macromedição [%] dos municípios fluminenses atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE.

Quadro 6. Resultado dos valores do IN011 [%], declarados pelo SNIS em 2019, para os Municípios que recebem o serviço de abastecimento de Água da CEDAE.

Faixa	Intervalo	Nº de Municípios	Nome dos Municípios	Média dos valores do IN011
	$IN011 \geq 90\%$	11	Nova Iguaçu, Aperibé, Itaocara, Bom Jesus do Itabapoana, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, São Gonçalo, São José de Ubá, Varre-Sai	98,82%
	$70\% \leq IN011 < 90\%$	1	Cambuci	84,72%
	$0 < IN011 < 70\%$	2	Sapucaia, Duque de Caxias	23,63%
	$IN011 = 0$	50	Angra dos Reis, Barra do Piraí, Belford Roxo, Bom Jardim, Cachoeiras de Macacu, Carapebus, Cantagalo, Cardoso Moreira, Casimiro de Abreu, Cordeiro, Duas Barras, Engenheiro Paulo de Frontin, Itaboraí, Itaguaí, Italva, Itaperuna, Japeri, Macaé, Macuco, Mangaratiba, Maricá, Mesquita, Miguel Pereira, Nilópolis, Paracambi, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Pinheiral, Piraí, Queimados, Quissamã, Rio Bonito, Rio Claro, Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Santa Maria Madalena, São Francisco de Itabapoana, São Fidélis, São João da Barra, São João de Meriti, São Sebastião do Alto, Saquarema, Saquarema, Sumidouro, Tanguá,	0%

Faixa	Intervalo	N° de Municípios	Nome dos Municípios	Média dos valores do IN011
			Teresópolis, Trajano de Moraes, Valença, Vassouras	

Fonte: Elaborado pela autora.

O intervalo satisfatório do índice IN011 para a análise das perdas que dos SAAs dos municípios fluminenses estudados, por si só, não é um fator que garante o exercício de uma boa gestão nos sistemas de abastecimento destes municípios. Ou seja, visto que o SNIS declara as informações dos indicadores dos serviços de saneamento apresentados pelos municípios brasileiros, os dados classificados por macromedição satisfatória, do IN011, dentre os 64 municípios analisados neste estudo, não garantem que realmente tais municípios tenham uma gestão boa em seus SAAs, mas, sim que o SNIS declarou valores iguais ou superiores a 90% para esses municípios.

Em contrapartida, dentre os municípios que apresentaram macromedição satisfatória, no 25º diagnóstico dos serviços de água do SNIS (2020), houve os que apresentaram índices de perdas (IN049 e IN051) significativamente baixos.

## 6 Conclusões

Apesar da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) ter implantado, nos últimos anos, ações que promovam redução de perdas em seus diversos SAAs, os indicadores de perdas declarados pelo SNIS, considerando a última atualização de dados, dos municípios que recebem o serviço de abastecimento de água da Companhia, indicam que ainda há demanda de mecanismos que contribuam de forma assertiva para as reduções das perdas de água.

O levantamento e a análise dos índices de perdas na Distribuição (IN049) [%] e por Ligação (IN051) [l/lig./dia], coletados e registrados pelo SNIS, foram feitos tendo como meta 25% para o IN049 e 216,0 l/lig./dia para o IN051. Em conjunto, foram verificados os índices de macromedição (IN011 [%]) dos municípios em estudo e ponderado quais destes apresentaram índices satisfatórios de medição ( $\geq 90\%$ ).

Com base nos indicadores de perdas e de macromedição, analisados, e a referência da última atualização de base de dados do SNIS, dos 64 municípios fluminenses atendidos com o serviço de abastecimento de água da CEDAE, o trabalho chegou a valores, como:

- 17% dos municípios analisado apresentaram índices satisfatórios de macromedição. Dessa forma, um pequeno número de municípios apresenta maior confiabilidade na declaração de seus indicadores IN049 e IN051;
- 17 municípios declararam que alcançaram, em 2019, valores de Perdas na Distribuição (IN049) inferiores a 25%. Destes, apenas 2 (Nova Iguaçu e São José de Ubá) indicaram macromedição satisfatória em seus sistemas de abastecimento;
- 12 municípios declararam que atingiram, em 2019, valores inferiores ao de 216,0 l/lig./dia (IN051). Dentre esses, somente 1 município (São José de Ubá) declarou satisfatório índice de macromedição (IN011  $\geq 90\%$ ).

Os municípios que fazem o uso de macromedidores em seus sistemas de abastecimento tendem a possuir um maior controle das perdas de água, em relação aos que não possuem ou que não têm uma macromedição satisfatória. Entretanto, a adoção exclusiva, de valores iguais ou superiores a 90%, do índice IN011 para a análise dos índices de perdas, dos municípios fluminenses estudados, possivelmente, exclui municípios que fazem uma boa gestão em seus sistemas de abastecimento de água e que, por hora, não tenham alcançado índices satisfatórios de macromedição no ano observado, de acordo com os dados declarados pelo SNIS. Assim, os municípios que não apresentaram índices de macromedição iguais ou superiores a 90% não foram desconsiderados neste estudo.

Por conseguinte, a projeção desenvolvida neste estudo, de acordo com a última atualização de dados do SNIS (2021), dos municípios fluminenses atendidos com o serviço de abastecimento de água da CEDAE, apresentou que:

- 38% dos municípios analisados não se adequam à projeção definida na Portaria n° 490/2021 (BRASIL, 2021), para alcance dos valores mínimos dos indicadores IN049 e 69% não se adequam para o caso do IN051;
- as projeções de reduções percentuais dos índices de perdas de água, propostas neste trabalho, viabilizam as metas de alcance dos valores mínimos dos indicadores IN049 e IN051, de todos os municípios abastecidos com água potável pela CEDAE, em um horizonte de quatorze anos (até 2035).

Os valores mínimos dos indicadores de perdas estimados pela Portaria n° 490/2021 (BRASIL, 2021) são valores que, possivelmente, atendem ao nível econômico de perdas dos sistemas de abastecimento de água da CEDAE, pois quanto maior for a redução das perdas de água, melhor será para a prestadora do serviço de abastecimento.

Concomitante à projeção desenvolvida neste estudo, é importante o desenvolvimento de um programa de combate às perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água da CEDAE, tendo em vista:

- o levantamento do diagnóstico real das perdas de água que ocorrem nos municípios analisados;
- a análise dos fatores que influenciam os índices de perdas estudados;
- a identificação das melhores medidas a serem adotadas para o controle e a redução das perdas dos sistemas de abastecimento (ex.: treinamento de capacitação para os operadores do sistema de abastecimento, redução da periodicidade das vistorias nas redes, automatização dos controles de perdas, gerenciamento contínuo nos cadastros comerciais, dentre outros); e
- a aplicação e o monitoramento das ações planejadas.

A redução e o controle de perdas de água são inerentes ao gerenciamento contínuo nas áreas operacionais (no controle das perdas reais) e comerciais (na gestão das perdas aparentes) dos sistemas de abastecimento de água.



## 7 Referências Bibliográficas

ANA. Agência Nacional de Águas (BRASIL). Conjuntura de recursos hídricos no Brasil 2019: Informe anual. Brasília, DF: ANA, 2019. Download disponível em: [http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_anual\\_2019-versao\\_web-0212-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf). Acesso em: 12 jun. 2021.

ARIS. Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento. Metodologia para avaliação dos indicadores de desempenho. Florianópolis, 2017. Download disponível em: [https://www.aris.sc.gov.br/uploads/legislacao/5936/u-PQ3uWgPYYF5NouKomgu9gAKtd\\_CS03.pdf](https://www.aris.sc.gov.br/uploads/legislacao/5936/u-PQ3uWgPYYF5NouKomgu9gAKtd_CS03.pdf). Acesso em: 21 jun. 2021.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Projeto Concessões Regionalizadas do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do ERJ. Rio de Janeiro, 2020. Download disponível em: [http://www.rj.gov.br/consultapublica/documentos/Grupo\\_8\\_-\\_Slides\\_do\\_projeto/Audiencia\\_Publica\\_CEDAE\\_BNDES.pdf](http://www.rj.gov.br/consultapublica/documentos/Grupo_8_-_Slides_do_projeto/Audiencia_Publica_CEDAE_BNDES.pdf). Acesso em 18 jun. 2021.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 31 mar. 2021.

BRASIL. Decreto nº 8.141, de 20 de novembro de 2013. Dispõe sobre o Plano Nacional de Saneamento Básico – PNSB. Brasília, DF, 2013. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Decreto/D8141.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D8141.htm). Acesso em 27 abr. 2021.

BRASIL. Decreto nº 10.588, de 24 de dezembro de 2020. Dispõe sobre o apoio técnico e financeiro de que trata o art. 13 da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, sobre a alocação de recursos públicos federais e os

financiamentos com recursos da União ou geridos ou operados por órgãos ou entidades da União de que trata o art. 50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Brasília, DF 2020a. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10588.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10588.htm). Acesso em 06 mai. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Brasília, DF 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm). Acesso em: 02 fev. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, DF 2020b. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm). Acesso em: 02 fev. 2021.

BRASIL, MCidades. Ministério das Cidades. Portaria Interministerial nº 571, de 5 de dezembro de 2013. Brasília – DF: MCidades, 2013. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=176&data=06/12/2013>. Acesso em 27 abr. 2021.

BRASIL, MDR. Ministério do Desenvolvimento Regional. Plano Nacional de Saneamento Básico, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab>. Acesso em 09 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. 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 nº 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. Diário Oficial da União, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-490-de-22-de-marco-de-2021-309988760#:~:text=de%202020%2C%20resolve%3A-,Art.,distribui%C3%A7%C3%A3o%2C%20nos%20termos%20desta%20Portaria..> Acesso em 16 abr. 2021.

BEZERRA & CHEUNG, S. T. M.; CHEUNG, P. B. Perdas de água. Tecnologias de Controle. João Pessoa, 2013

CAMATTA A. F. Proteção Ambiental: atenção permanente do estado na execução de serviços públicos essenciais, 2018. Download disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/dhrevistadedireito/article/view/1432>. Acesso em 30 mar. 2021.

CARVALHO, F. S.; PEPLAU G. R.; CARVALO G. S.; PEDROSA V. A. Estudos sobre perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Maceió, 2004. Download disponível em: <https://ctec.ufal.br/professor/vap/perdassistemadeabastecimento.pdf>. Acesso em 19 mar. 2021.

CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Estado do Rio de Janeiro. Relatório de Sustentabilidade. Rio de Janeiro, 2018. Download disponível em: <https://www.cedae.com.br/portals/0/governanca/Relatorio%20de%20Sustentabilidade%202018.pdf>. Acesso em 06 mai. 2021.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. Brasília, 2014. Download disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp->

content/files\_mf/reducao\_de\_perdas\_em\_saa74.pdf. Acesso em 09 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada: Rio de Janeiro, 2021a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/pesquisa/48/48980?tipo=ranking&indicador=48985>. Acesso em 06 mai. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação, 2021b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em 11 fev. 2021.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. Rio de Janeiro, 2018. 464 p. Download disponível em: [http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro\\_Atlas-dos-Mananciais-de-Abastecimento-do-Estado-do-Rio-de-Janeiro.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro_Atlas-dos-Mananciais-de-Abastecimento-do-Estado-do-Rio-de-Janeiro.pdf). Acesso em: 06 mai. 2021.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Brasil). Ministério das Cidades e a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano. [s.l.], 2006. Download disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4508/1/bps\\_n.12\\_ensaio2\\_ministerio12.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4508/1/bps_n.12_ensaio2_ministerio12.pdf). Acesso em 31 mar. 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Perdas de água 2018 (SNIS 2016): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. [s.l.], 2018. Download disponível em: [https://wateractionhub.org/media/files/2018/07/04/Press\\_Release\\_-\\_Estudo\\_de\\_Perdas\\_2018.pdf](https://wateractionhub.org/media/files/2018/07/04/Press_Release_-_Estudo_de_Perdas_2018.pdf). Acesso em 13 abr. 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Perdas de água 2020 (SNIS 2018): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico.

São Paulo, 2020. Download disponível em:

[http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Relat%C3%B3rio\\_Final\\_-\\_Estudo\\_de\\_Perdas\\_2020\\_-\\_JUNHO\\_2020.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Relat%C3%B3rio_Final_-_Estudo_de_Perdas_2020_-_JUNHO_2020.pdf). Acesso em 07 abr. 2021.

MCidades. Ministério das Cidades. Perdas Aparentes: ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica, 2018a. Download disponível em:

<http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/perdas/Vol.4-Perdas-Aparentes.pdf>. Acesso em 22 jul. 2021.

MCidades. Ministério das Cidades. Perdas Reais: ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica, 2018b. Download disponível em:

[https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/interaguas/commaisagua/at2-perdas\\_reais.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/interaguas/commaisagua/at2-perdas_reais.pdf). Acesso em 22 jul. 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil).

Diagnóstico anual de água e esgotos, 2021. Disponível em:

<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos>. Acesso em 24 abr. 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25°

Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2019. Brasília, 2020.

Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em 22 jan. 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil).

Perguntas frequentes sobre o SNIS, 2019. Disponível em:

<http://www.snis.gov.br/perguntas-frequentes#:~:text=Em%201994%2C%20o%20Governo%20Federal,municipais%20de%20C3%81gua%20e%20Esgotos>. Acesso em 17 mar. 2021.

TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. In: TSUTIYA, M. T. (Ed.). Abastecimento de água. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. cap. 10, p.457-525.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.



		Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]																
	Município	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
2ª Classificação	São Sebastião do Alto	26,06	26,06	26,06	26,06	25,41	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
	Cordeiro	28,08	28,08	28,08	28,08	27,38	26,68	25,97	25,27	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
	São Gonçalo	28,23	28,23	28,23	28,23	27,52	26,82	26,11	25,41	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
	Macuco	31,07	31,07	31,07	31,07	30,29	29,52	28,74	27,96	27,19	26,41	25,63	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
	Cambuci	32,43	32,43	32,43	32,43	31,62	30,81	30,00	29,19	28,38	27,57	26,75	25,94	25,13	25,00	25,00	25,00	25,00
	Seropédica	32,53	32,53	32,53	32,53	31,72	30,90	30,09	29,28	28,46	27,65	26,84	26,02	25,21	25,00	25,00	25,00	25,00
	Queimados	33,46	33,46	33,46	33,46	32,62	31,79	30,95	30,11	29,28	28,44	27,60	26,77	25,93	25,10	25,00	25,00	25,00
	Japeri	33,72	33,72	33,72	33,72	32,88	32,03	31,19	30,35	29,51	28,66	27,82	26,98	26,13	25,29	25,00	25,00	25,00
	Vassouras	33,91	33,91	33,91	33,91	33,06	32,21	31,37	30,52	29,67	28,82	27,98	27,13	26,28	25,43	25,00	25,00	25,00
	Teresópolis	34,72	34,72	34,72	34,72	33,85	32,98	32,12	31,25	30,38	29,51	28,64	27,78	26,91	26,04	25,00	25,00	25,00
	Duque de Caxias	35,43	35,43	35,43	35,43	34,54	33,66	32,77	31,89	31,00	30,12	29,23	28,34	27,46	26,57	25,00	25,00	25,00
	Rio Claro	35,72	35,72	35,72	35,72	34,83	33,93	33,04	32,15	31,26	30,36	29,47	28,58	27,68	26,79	25,00	25,00	25,00
	Nilópolis	36,43	36,43	36,43	36,43	35,52	34,61	33,70	32,79	31,88	30,97	30,05	29,14	28,23	27,32	25,50	25,00	25,00
	Trajano de Moraes	37,65	37,65	37,65	37,65	36,71	35,77	34,83	33,89	32,94	32,00	31,06	30,12	29,18	28,24	26,36	25,00	25,00
3ª Classificação	Itaguaí	38,65	38,65	38,65	38,65	37,68	36,72	35,75	34,79	33,82	32,85	31,89	30,92	29,95	28,99	27,06	25,12	25,00
	Bom Jardim	38,68	38,68	38,68	38,68	37,71	36,75	35,78	34,81	33,85	32,88	31,91	30,94	29,98	29,01	27,08	25,14	25,00
	Italva	38,93	38,93	38,93	38,93	37,96	36,98	36,01	35,04	34,06	33,09	32,12	31,14	30,17	29,20	27,25	25,30	25,00
	São João de Meriti	39,45	39,45	39,45	39,45	38,46	37,48	36,49	35,51	34,52	33,53	32,55	31,56	30,57	29,59	27,62	25,64	25,00
	Itaocara	39,48	39,48	39,48	39,48	38,49	37,51	36,52	35,53	34,55	33,56	32,57	31,58	30,60	29,61	27,64	25,66	25,00
	Maricá	39,56	39,56	39,56	39,56	38,57	37,58	36,59	35,60	34,62	33,63	32,64	31,65	30,66	29,67	27,69	25,71	25,00
	Varre-Sai	39,73	39,73	39,73	39,73	38,74	37,74	36,75	35,76	34,76	33,77	32,78	31,78	30,79	29,80	27,81	25,82	25,00
	Saquarema	40,41	40,41	40,41	40,41	39,40	38,39	37,38	36,37	35,36	34,35	33,34	32,33	31,32	30,31	28,29	26,27	25,00



		Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]																
	Município	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	Rio de Janeiro	40,99	40,99	40,99	40,99	39,97	38,94	37,92	36,89	35,87	34,84	33,82	32,79	31,77	30,74	28,69	26,64	25,00
4ª Classificação	Laje do Muriaé	42,04	42,04	42,04	42,04	40,99	39,94	38,89	37,84	36,79	35,73	34,68	33,63	31,53	29,43	27,33	25,22	25,00
	Carapebus	43,72	43,72	43,72	43,72	42,63	41,53	40,44	39,35	38,26	37,16	36,07	34,98	32,79	30,60	28,42	26,23	25,00
	Paraíba do Sul	43,94	43,94	43,94	43,94	42,84	41,74	40,64	39,55	38,45	37,35	36,25	35,15	32,96	30,76	28,56	26,36	25,00
	Quissamã	44,42	44,42	44,42	44,42	43,31	42,20	41,09	39,98	38,87	37,76	36,65	35,54	33,32	31,09	28,87	26,65	25,00
	Aperibé	44,61	44,61	44,61	44,61	43,49	42,38	41,26	40,15	39,03	37,92	36,80	35,69	33,46	31,23	29,00	26,77	25,00
	Porciúncula	44,90	44,90	44,90	44,90	43,78	42,66	41,53	40,41	39,29	38,17	37,04	35,92	33,68	31,43	29,19	26,94	25,00
5ª Classificação	Barra do Pirai	46,77	46,77	46,77	46,77	45,60	44,43	43,26	42,09	40,92	39,75	37,42	35,08	32,74	30,40	28,06	25,72	25,00
	Sapucaia	47,00	47,00	47,00	47,00	45,83	44,65	43,48	42,30	41,13	39,95	37,60	35,25	32,90	30,55	28,20	25,85	25,00
	Cardoso Moreira	47,74	47,74	47,74	47,74	46,55	45,35	44,16	42,97	41,77	40,58	38,19	35,81	33,42	31,03	28,64	26,26	25,00
	Miracema	48,87	48,87	48,87	48,87	47,65	46,43	45,20	43,98	42,76	41,54	39,10	36,65	34,21	31,77	29,32	26,88	25,00
	Miguel Pereira	49,98	49,98	49,98	49,98	48,73	47,48	46,23	44,98	43,73	42,48	39,98	37,49	34,99	32,49	29,99	27,49	25,00
6ª Classificação	São João da Barra	50,12	50,12	50,12	50,12	48,87	47,61	46,36	45,11	42,60	40,10	37,59	35,08	32,58	30,07	27,57	25,06	25,00
	Itaperuna	50,55	50,55	50,55	53,57	49,29	48,02	46,76	45,50	42,97	40,44	37,91	35,39	32,86	30,33	27,80	25,28	25,00
	Paty do Alferes	50,81	50,81	50,81	50,81	49,54	48,27	47,00	45,73	43,19	40,65	38,11	35,57	33,03	30,49	27,95	25,41	25,00
	Bom Jesus do Itabapoana	52,31	52,31	52,31	52,31	51,00	49,69	48,39	47,08	44,46	41,85	39,23	36,62	34,00	31,39	28,77	26,16	25,00
	Engenheiro Paulo de Frontin	53,57	53,57	53,57	53,57	52,23	50,89	49,55	48,21	45,53	42,86	40,18	37,50	34,82	32,14	29,46	26,79	25,00
	Valença	54,02	54,02	54,02	54,02	52,67	51,32	49,97	48,62	45,92	43,22	40,52	37,81	35,11	32,41	29,71	27,01	25,00
	Belford Roxo	54,29	54,29	54,29	54,29	52,93	51,58	50,22	48,86	46,15	43,43	40,72	38,00	35,29	32,57	29,86	27,15	25,00
7ª Classificação	Pinheiral	55,16	55,16	55,16	55,16	53,78	52,40	49,64	46,89	44,13	41,37	38,61	35,85	33,10	30,34	27,58	24,82	25,00

		Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]																
	Município	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
8ª Classificação	Santa Maria Madalena	55,69	55,69	55,69	55,69	54,30	52,91	50,12	47,34	44,55	41,77	38,98	36,20	33,41	30,63	27,85	25,06	25,00
	Mangaratiba	58,57	58,57	58,57	58,57	57,11	55,64	52,71	49,78	46,86	43,93	41,00	38,07	35,14	32,21	29,29	26,36	25,00
	Natividade	63,75	63,75	63,75	63,75	60,56	57,38	54,19	51,00	47,81	44,63	41,44	38,25	35,06	31,88	28,69	25,50	25,00
	São Fidélis	64,69	64,69	64,69	64,69	61,46	58,22	54,99	51,75	48,52	45,28	42,05	38,81	35,58	32,35	29,11	25,88	25,00
	Cantagalo	73,26	73,26	73,26	73,26	69,60	65,93	62,27	58,61	54,95	51,28	47,62	43,96	40,29	36,63	32,97	29,30	25,00

Fonte: Elaborado pela autora.



Índice de Perdas por Ligação (IN051) [l/lig./dia]																		
	Município	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	Cambuci	271,11	271,11	271,11	271,11	264,33	257,55	250,78	244,00	237,22	230,44	223,67	216,89	216,00	216,00	216,00	216,00	216,00
	Macuco	293,94	293,94	293,94	293,94	286,59	279,24	271,89	264,55	257,20	249,85	242,50	235,15	227,80	220,46	216,00	216,00	216,00
3ª Classificação	Rio Claro	333,41	333,41	333,41	333,41	325,07	316,74	308,40	300,07	291,73	283,40	275,06	266,73	258,39	250,06	233,39	216,72	216,00
	Vassouras	340,10	340,10	340,10	340,10	331,60	323,10	314,59	306,09	297,59	289,09	280,58	272,08	263,58	255,08	238,07	221,07	216,00
	Trajano de Moraes	354,07	354,07	354,07	354,07	345,22	336,37	327,51	318,66	309,81	300,96	292,11	283,26	274,40	265,55	247,85	230,15	216,00
4ª Classificação	Varre-Sai	368,89	368,89	368,89	368,89	359,67	350,45	341,22	332,00	322,78	313,56	304,33	295,11	276,67	258,22	239,78	221,33	216,00
	Saquarama	385,59	385,59	385,59	385,59	375,95	366,31	356,67	347,03	337,39	327,75	318,11	308,47	289,19	269,91	250,63	231,35	216,00
5ª Classificação	Casimiro de Abreu	414,33	414,33	414,33	414,33	403,97	393,61	383,26	372,90	362,54	352,18	331,46	310,75	290,03	290,03	248,60	227,88	216,00
	Laje do Muriaé	420,80	420,80	420,80	420,80	410,28	399,76	389,24	378,72	368,20	357,68	336,64	315,60	294,56	294,56	252,48	231,44	216,00
	Bom Jardim	420,94	420,94	420,94	420,94	410,42	399,89	389,37	378,85	368,32	357,80	336,75	315,71	294,66	273,61	252,56	231,52	216,00
	Itaocara	422,26	422,26	422,26	422,26	411,70	401,15	390,59	380,03	369,48	358,92	337,81	316,70	295,58	274,47	253,36	232,24	216,00
	Carapebus	430,13	430,13	430,13	430,13	419,38	408,62	397,87	387,12	376,36	365,61	344,10	322,60	301,09	279,58	258,08	236,57	216,00
6ª Classificação	Porciúncula	442,53	442,53	442,53	442,53	431,47	420,40	409,34	398,28	376,15	354,02	331,90	309,77	287,64	265,52	243,39	221,27	216,00
	Aperibé	445,00	445,00	445,00	445,00	433,88	422,75	411,63	400,50	378,25	356,00	333,75	311,50	289,25	267,00	244,75	222,50	216,00
	Seropédica	446,15	446,15	446,15	446,15	435,00	423,84	412,69	401,54	379,23	356,92	334,61	312,31	290,00	267,69	245,38	223,08	216,00

		Índice de Perdas por Ligação (IN051) [l/lig./dia]																
	Município	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	Queimados	465,62	465,62	465,62	465,62	453,98	442,34	430,70	419,06	395,78	372,50	349,22	325,93	302,65	279,37	256,09	232,81	216,00
7ª Classificação	Quissamã	481,53	481,53	481,53	481,53	469,49	457,45	433,38	409,30	385,22	361,15	337,07	312,99	288,92	264,84	240,77	216,69	216,00
	Cordeiro	486,51	486,51	486,51	486,51	474,35	462,18	437,86	413,53	389,21	364,88	340,56	316,23	291,91	267,58	243,26	218,93	216,00
	Barra do Pirai	495,13	495,13	495,13	495,13	482,75	470,37	445,62	420,86	396,10	371,35	346,59	321,83	297,08	272,32	247,57	222,81	216,00
	Itaguaí	500,56	500,56	500,56	500,56	488,05	475,53	450,50	425,48	400,45	375,42	350,39	325,36	300,34	275,31	250,28	225,25	216,00
	Teresópolis	511,87	511,87	511,87	511,87	499,07	486,28	460,68	435,09	409,50	383,90	358,31	332,72	307,12	281,53	255,94	230,34	216,00
	Sapucaia	520,71	520,71	520,71	520,71	507,69	494,67	468,64	442,60	416,57	390,53	364,50	338,46	312,43	286,39	260,36	234,32	216,00
	Miracema	526,74	526,74	526,74	526,74	513,57	500,40	474,07	447,73	421,39	395,06	368,72	342,38	316,04	289,71	263,37	237,03	216,00
	Paraíba do Sul	529,67	529,67	529,67	529,67	516,43	503,19	476,70	450,22	423,74	397,25	370,77	344,29	317,80	291,32	264,84	238,35	216,00
	Italva	532,46	532,46	532,46	532,46	519,15	505,84	479,21	452,59	425,97	399,35	372,72	346,10	319,48	292,85	266,23	239,61	216,00
	Cardoso Moreira	535,04	535,04	535,04	535,04	521,66	508,29	481,54	454,78	428,03	401,28	374,53	347,78	321,02	294,27	267,52	240,77	216,00
8ª Classificação	São João da Barra	562,10	562,10	562,10	562,10	534,00	505,89	477,79	449,68	421,58	393,47	365,37	337,26	309,16	281,05	252,95	224,84	216,00
	Japeri	576,69	576,69	576,69	576,69	547,86	519,02	490,19	461,35	432,52	403,68	374,85	346,01	317,18	288,35	259,51	230,68	216,00
9ª Classificação	Paty do Alferes	636,58	636,58	636,58	636,58	604,75	572,92	541,09	509,26	477,44	445,61	413,78	381,95	350,12	318,29	270,55	222,80	216,00
	Miguel Pereira	643,23	643,23	643,23	643,23	611,07	578,91	546,75	514,58	482,42	450,26	418,10	385,94	353,78	321,62	273,37	225,13	216,00
	Engenheiro Paulo de Frontin	646,30	646,30	646,30	646,30	613,99	581,67	549,36	517,04	484,73	452,41	420,10	387,78	355,47	323,15	274,68	226,21	216,00
	Nilópolis	663,39	663,39	663,39	663,39	630,22	597,05	563,88	530,71	497,54	464,37	431,20	398,03	364,86	331,70	281,94	232,19	216,00
	Pirai	677,50	677,50	677,50	677,50	643,63	609,75	575,88	542,00	508,13	474,25	440,38	406,50	372,63	338,75	287,94	237,13	216,00

		Índice de Perdas por Ligação (IN051) [l/lig./dia]																
	Município	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	Bom Jesus do Itabapoana	688,47	688,47	688,47	688,47	654,05	619,62	585,20	550,78	516,35	481,93	447,51	413,08	378,66	344,24	292,60	240,96	216,00
	Valença	709,38	709,38	709,38	709,38	673,91	638,44	602,97	567,50	532,04	496,57	461,10	425,63	390,16	354,69	301,49	248,28	216,00
10ª Classificação	Duque de Caxias	730,43	730,43	730,43	730,43	693,91	657,39	620,87	584,34	547,82	511,30	474,78	438,26	383,48	328,69	273,91	219,13	216,00
	Itaperuna	735,86	735,86	735,86	735,86	699,07	662,27	625,48	588,69	551,90	515,10	478,31	441,52	386,33	331,14	275,95	220,76	216,00
	Santa Maria Madalena	746,66	746,66	746,66	746,66	709,33	671,99	634,66	597,33	560,00	522,66	485,33	448,00	392,00	336,00	280,00	224,00	216,00
	Pinheiral	758,13	758,13	758,13	758,13	720,22	682,32	644,41	606,50	568,60	530,69	492,78	454,88	398,02	341,16	284,30	227,44	216,00
	Mangaratiba	785,24	785,24	785,24	785,24	745,98	706,72	667,45	628,19	588,93	549,67	510,41	471,14	412,25	353,36	294,47	235,57	216,00
	São João de Meriti	813,73	813,73	813,73	813,73	773,04	732,36	691,67	650,98	610,30	569,61	528,92	488,24	427,21	366,18	305,15	244,12	216,00
	Rio de Janeiro	821,39	821,39	821,39	821,39	780,32	739,25	698,18	657,11	616,04	574,97	533,90	492,83	431,23	369,63	308,02	246,42	216,00
	Nova Iguaçu	915,15	915,15	915,15	915,15	869,39	823,64	777,88	732,12	686,36	640,61	594,85	549,09	480,45	411,82	343,18	274,55	216,00
	São Gonçalo	954,30	954,30	954,30	954,30	906,59	858,87	811,16	763,44	715,73	668,01	620,30	572,58	501,01	429,44	357,86	286,29	216,00
	11ª Classificação	Natividade	992,06	992,06	992,06	992,06	942,46	892,85	843,25	793,65	744,05	694,44	620,04	545,63	471,23	396,82	322,42	248,02
São Fidélis		1.055,61	1.055,61	1.055,61	1.055,61	1002,83	950,05	897,27	844,49	791,71	738,93	659,76	580,59	501,41	422,24	343,07	263,90	216,00
Belford Roxo		1.120,50	1.120,50	1.120,50	1.120,50	1064,48	1008,45	952,43	896,40	840,38	784,35	700,31	616,28	532,24	448,20	364,16	280,13	216,00
12ª Cia	Cantagalo	1.754,84	1.754,84	1.754,84	1.754,84	1667,10	1579,36	1491,61	1403,87	1272,26	1140,65	1009,03	877,42	745,81	614,19	482,58	219,36	216,00

		Índice de Perdas por Ligação (IN051) [l/lig./dia]																
	Município	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	Cachoeiras de Macacu	2.420,83	2.420,83	2.420,83	2.420,83	2299,79	2178,75	2057,71	1936,66	1755,10	1573,54	1391,98	1210,42	1028,85	847,29	665,73	302,60	216,00

Fonte: Elaborado pela auto

## Anexo A

### Cálculo dos Indicadores

- **Índice de Macromedição (IN011) [%]**

$$\frac{AG012 - AG019}{AG006 + AG018 - AG019} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

AG012: Volume de água macromedido – corresponde à soma dos volumes anuais de água medidos por meio de macromedidores permanentes, nas saídas de ETA(s), Unidades de Tratamento Simplificadas (UTS(s)), e dos poços, além do(s) ponto(s) de entrada de água tratada importada, se existirem;

AG019: Volume de água tratada exportado – corresponde ao volume anual de água potável, previamente tratada em ETA(s) ou em UTS(s), transferido para outros agentes distribuidores;

AG006: Volume de água produzido – corresponde ao volume de água anual disponível para consumo (é a soma da água captada pelo prestador do serviço e da água importada);

AG018: Volume de água tratada importado – corresponde ao volume anual de água potável, previamente tratada, em ETA(s) ou em UTS(s), recebido de outros agentes fornecedores.

- **Índice de Perdas na Distribuição (IN049) [%]**

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



Em que:

AG006: Volume de água produzido;

AG018: Volume de água tratada importado;

AG010: Volume de água consumido – corresponde ao volume anual de água consumido por todos os usuários, incluindo o volume micromedido e o estimado para as ligações que não fazem uso do hidrômetro, além do volume de água tratada exportado;

AG024: Volume de serviço – corresponde ao volume total anual de água usado para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado neste período.

- **Índice de Perdas por Ligação (IN051) [litros/ligação/dia]**

$$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002} \times \frac{1000}{365} \quad (3)$$

Em que:

AG006: Volume de água produzido;

AG018: Volume de água tratada importado;

AG010: Volume de água consumido;

AG024: Volume de serviço;

AG002: Quantidade de ligações ativas de água – sendo estas ligadas à rede pública (providas ou não de hidrômetro). Utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

- **Índice de Perdas de Faturamento Total (IPFT) [%]**

$$IPFT = 1 - \left( \frac{AG011}{AG006 + AG018} \right) \quad (4)$$

Em que:

AG011: Volume de água faturado – corresponde ao volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento;

AG006: Volume de água produzido;

AG018: Volume de água tratada importado.