

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
CAMPUS DO SERTÃO  
EIXO DA TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**RAIRA SILVA BARBOSA**

**ANÁLISE DAS PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA  
CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA – ALAGOAS CONSIDERANDO DADOS DE  
2018, 2019, E 2020**

**DELMIRO GOUVEIA – AL  
2021**

**RAIRA SILVA BARBOSA**

**ANÁLISE DAS PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE  
DE DELMIRO GOUVEIA – ALAGOAS CONSIDERANDO DADOS DE 2018, 2019, E  
2020**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus Sertão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr.Odair Barbosa de Moraes

**DELMIRO GOUVEIA - AL  
2021**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus Sertão**  
**Sede Delmiro Gouveia**

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

Barbosa, Raira Silva

Análise das perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Delmiro Gouveia – Alagoas, considerando dados de 2018, 2019 e 2020 / Raira Silva Barbosa. – 2021.

90 f. : il.

Orientação: Odair Barbosa de Moraes.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2021.

1. Recursos hídricos. 2. Água potável. 3. Abastecimento de água. 4. Delmiro Gouveia – Alagoas. 5. Perdas. I. Moraes, Odair Barbosa de. II. Título.

CDU: 626.812:556.38

## FOLHA DE APROVAÇÃO

RAIRA SILVA BARBOSA

### ANÁLISE DAS PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA – ALAGOAS CONSIDERANDO DADOS DE 2018, 2019, E 2020

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus Sertão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil e aprovado em 04 de outubro de 2021.



---

Prof. Dr. Odair Barbosa de Moraes – (Orientador)

#### Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente  
Antonio Pedro de Oliveira Netto  
Data: 07/10/2021 09:38:36-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto – (Examinador Interno)



---

Engenheiro Civil e Ambiental Wanderson da Silva - (Examinador Enterno)



---

Prof. Dr. Odair Barbosa de Moraes – (Orientador)

## DEDICATÓRIA

*A minha amada família, que tanto admiro, dedico o resultado do esforço realizado ao longo deste percurso, em especial ao meu avô Rui Barbosa dos Santos (in memoria).*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Professor Dr. Odair Barbosa de Moraes, por toda ajuda, apoio, paciência, e pelo incentivo durante a realização do presente trabalho. Mais uma vez muito obrigada por tudo.

Ao Professor Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto, por toda ajuda e todos os ensinamentos transmitidos ao longo do curso, e agora pela pronta disponibilidade em participar da banca.

Aos profissionais da CASAL, em especial ao Engenheiro Civil e Ambiental Wanderson da Silva, por sempre repassar seus conhecimentos, pela confiança que sempre depositou em mim, por todas as dicas, artigos enviados, pela importante colaboração, por me deixar mais apaixonada ainda pela área, e também pela pronta disponibilidade em participar da banca. Ao Coordenador de Produção e Distribuição José Maceliano Texeira da Silva, pelas experiências compartilhadas, por todo conhecimento prático adquirido, pela realização dos levantamentos de dados, e principalmente também pela enorme confiança que sempre depôs em mim. E ao Engenheiro Civil Lucas da Silva Texeira, Supervisor de Cadastro Comercial pelos levantamentos internos e pelos subsídios fornecidos para o desenvolvimento deste estudo.

Aos meus colegas e amigos da UFAL, por acompanhar toda minha jornada até aqui, pelo companheirismo, e pelos momentos descontraídos que tornaram esses anos mais leves.

Aos meus amigos e irmãos da vida, que sempre estiveram comigo em todos os momentos, seja comemorando e compartilhando as conquistas de cada um ou sendo o ombro amigo nas fases difíceis.

A minha família, meu alicerce, minha base, meus maiores apoiadores, em especial minha mãe Ronise Silva Barbosa, minha avó Carmem Lúcia Silva Barbosa, e ao meu avô falecido Rui Barbosa dos Santos.

A todos do dia-a-dia que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho. E sempre a Deus, pela vida!

## RESUMO

A água é um elemento natural, e essencial para a existência e sobrevivência das diferentes formas de vida, fato esse, que torna o acesso a água potável um dos recursos fundamentais à existência humana, além de ser um bem de domínio público. Porém é um recurso limitado, e que está cada vez mais escasso. Partindo desta concepção, sabendo-se que o abastecimento de água de qualidade deve ser prioritário, e que o alto índice de perdas reais de água tem sido um agravante dentro das companhias de saneamento é de fundamental importância um programa interno de gerenciamento e combate às perdas, na qual se obtenha a preservação dos mananciais e o controle da qualidade da água para consumo. Dentro deste contexto, o presente trabalho estuda as perdas de água no sistema de abastecimento do município de Delmiro Gouveia, situada no sertão Alagoano, por meio da análise dos indicadores de perdas de água em redes de abastecimento público usados pela prestadora de serviço CASAL nos anos de 2018, 2019, e 2020. Os índices de perdas apresentaram valores altos, e um significativo aumento entre os anos, contudo, cabe ressaltar que este aumento, não indica, necessariamente que haviam menos perdas nos anos anteriores, uma vez que na abordagem do cálculo das perdas de 2018 para 2020, ocorreram mudanças na forma de mensuração dos dados levados em consideração no cálculo dos volumes, por consequência no cálculo das perdas. Estas mudanças representam, de certa forma, uma melhoria no gerenciamento e maior controle em relação ao valor real das perdas.

**PALAVRAS CHAVES:** Água potável, abastecimento de água, gerenciamento e combate às perdas, indicadores de perdas.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF LOSSES IN THE WATER SUPPLY SYSTEM IN THE CITY OF DELMIRO GOUVEIA – ALAGOAS CONSIDERING DATA FROM 2018, 2019, AND 2020**

Water is an abundant natural element on the planet, and essential for the existence and survival different forms of life, a fact that makes access to safe drinking water one of the fundamental resources for human existence, in addition to being a good in the public domain. However, it is a limited resource, and one that is increasingly scarce. Based on this concept, knowing that the supply of quality water must be a priority, and that the high rate of real water losses has been an aggravating factor within sanitation companies, an internal program to manage and combat losses is of fundamental importance in which the preservation of water sources and the control of the quality of water for consumption are obtained. Within this context, the present work studies water losses in the supply system of the municipality of Delmiro Gouveia, located in the Alagoano sertão, through the analysis of indicators of water losses in public supply networks used by the service provider CASAL in the years 2018, 2019, and 2020. The losses presented rates of high values, and a significant increase between years, however, it is noteworthy that this increase does not necessarily indicate fewer losses in the previous years, since in the approach from the calculation of losses from 2018 to 2020, changes occurred in the way of measuring the data taken into account in the calculation of volumes, consequently on calculating the losses. These changes represent, in a way, an improvement in management and greater control in relation to the real value of losses.

**KEYWORDS:** Drinking water, water supply, management and combating losses, loss indicators.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema simples de abastecimento de água. ....	22
Figura 2: Sistema de abastecimento de água com captação superficial e subterrâneo. ....	22
Figura 3: Classificação dos vazamentos. ....	24
Figura 4: Mapa do índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, distribuído por faixas percentuais, segundo estado e Distrito Federal.....	40
Figura 5: Mapa de localização de Delmiro Gouveia AL. ....	44
Figura 6: Esquema abastecimento setores. ....	46

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do SNIS em 2018 e 2019, segundo prestador de serviços .....	38
Gráfico 2: Índices de perdas por ligação e na distribuição dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do SNIS em 2019. ....	39
Gráfico 3: Média anual da quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2018. ....	50
Gráfico 4: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019 .....	50
Gráfico 5: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020. ....	51
Gráfico 6: Comparação da média anual da quantidade de ligações nos anos de 2018, 2019, e 2020. ....	51
Gráfico 7: Média anual de economias na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019. ....	53
Gráfico 8: Média anual de economias na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020. ....	54
Gráfico 9: Comparação da média anual da quantidade de economias nos anos 2019, e 2020. ....	54
Gráfico 10: Índices de perdas por ligação e na distribuição em 2018. ....	61
Gráfico 11: Índices de perdas por ligação e na distribuição em 2019 .....	63
Gráfico 12: Índices de perdas por ligação e na distribuição em 2020. ....	65
Gráfico 13: Índice de perdas na distribuição anual. ....	67
Gráfico 14: Índice de perdas por ligação .....	67
Gráfico 15: Índices de Perdas por Ligação e na Distribuição Comparativo Anual. ....	68
Gráfico 16: Índice de Perdas por Ligação Volume Anual. ....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, segundo tipo de prestador de serviços, macrorregião geográfica e Brasil. ....	36
Tabela 2: Índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo tipo de prestador de serviços, macrorregião geográfica e Brasil. ....	37
Tabela 3: : Índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo estado, macrorregião e Brasil.....	41
Tabela 4: Metas estabelecidas.....	42
Tabela 5: Índices reais. ....	42
Tabela 6: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2018.....	47
Tabela 7: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019.....	48
Tabela 8: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020.....	49
Tabela 9: Quantitativo de economias na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019. ....	52
Tabela 10: Quantitativo de economias na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020. ....	53
Tabela 11: Volumes de água na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2018.....	56
Tabela 12: Volumes de água na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019.....	57
Tabela 13: Volumes de água na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020.....	58
Tabela 14: Perdas, índice de perdas na distribuição, índice de perda por ligação, e índice de perda por economia em 2018.....	60
Tabela 15: Perdas, índice de perdas na distribuição, índice de perda por ligação, e índice de perda por economia em 2019.....	62
Tabela 16: Perdas, índice de perdas na distribuição, índice de perda por ligação, e índice de perda por economia em 2020.....	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Caracterização geral das perdas de água em sistemas de abastecimento de água. .....	25
Quadro 2: Perdas físicas em sistemas de abastecimento de água nas etapas, origem e magnitude.....	25
Quadro 3: Benefícios da redução de perdas.....	26
Quadro 4: Componentes do balanço hídrico.....	30
Quadro 5: Índice de perdas faturamento (IN013).....	33
Quadro 6: Índice de perdas na distribuição (IN049). ....	33
Quadro 7: Índice bruto de perdas lineares. ....	34
Quadro 8: Índice de perdas por ligação (IN051). ....	34
Quadro 9: Classificação dos sistemas. ....	35
Quadro 10: Classificação IPL e IPE .....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
ABRH	Associação Brasileira de Recursos Hídricos
AESBE	Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais
BDEW	German Association of Energy and Water IndustriesDMA - District Meteres
IBNET	International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities
ID	Indicadores de Desempenho
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IWA	International Water Association
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Planos Municipais de Saneamento Básico
PNCDA	Programa Nacional para o combate ao desperdício de água
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
OMS	Organização Mundial Da Saúde
SEPLAG	Secretaria de Planejamento, Gestão e Patrimônio
CASAL	Companhia de Abastecimento de Água e Saneamento de Alagoas
ETA	Estação de tratamento de água
IPD	Índice de perdas na distribuição
IPL	Índice de perdas por ligação
VMI	Volume Micromedido
VEST	Volume Estimado
VCONS	Volume Consumido
VREC	Volume Recuperado
VOPE	Volume Operacional
VESP	Volume Especial
VU	Volume Utilizado
VD	Volume Disponibilizado ou Distribuído
VN	Volume Necessário
IAS	Instituto Água e Saneamento

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	16
<b>1.1.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>17</b>
1.1.1.	Objetivo geral .....	17
1.1.2.	Objetivos específicos.....	18
<b>1.2.</b>	<b>Procedimentos Metodológicos .....</b>	<b>18</b>
1.2.1.	Revisão de literatura.....	18
1.2.2.	Seleção de indicadores e definição de base dados .....	18
1.2.3.	Descrição e análise de resultados .....	19
<b>1.3.</b>	<b>Estrutura do trabalho .....</b>	<b>17</b>
2.	REVISÃO DE LITERATURA .....	20
<b>2.1.</b>	<b>Abastecimento de água .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.</b>	<b>Componentes de um sistema de abastecimento de água .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.</b>	<b>Perdas nos sistemas de abastecimento de água .....</b>	<b>23</b>
2.3.1.	Perdas reais .....	23
2.3.2.	Perdas aparentes .....	26
2.3.3.	Macromedição, micromedição e gestão comercial. ....	27
<b>2.4.</b>	<b>Balanco Hídrico .....</b>	<b>29</b>
<b>2.5.</b>	<b>Indicadores de perdas .....</b>	<b>31</b>
2.5.1.	Indicadores de perdas no Brasil (SNIS) .....	33
<b>2.6.</b>	<b>Avaliação de perdas de água no Brasil com ênfase em Alagoas .....</b>	<b>35</b>
2.6.1.	As perdas de águas no Plano nacional saneamento básico ( PLANSAB) .....	42
3.	ANÁLISE DAS PERDAS DE ÁGUA NA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA/AL.....	43
<b>3.1.</b>	<b>O sistema de abastecimento de água .....</b>	<b>44</b>
3.1.1.	Setorização do sistema .....	45
<b>3.2.</b>	<b>Quantitativo de ligações e economias .....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.</b>	<b>Volumes de água do sistema .....</b>	<b>55</b>
<b>3.4.</b>	<b>Indicadores de perdas .....</b>	<b>59</b>
<b>3.5.</b>	<b>O gerenciamento de perdas na CASAL: o Sigmetro. ....</b>	<b>69</b>
4.	CONCLUSÃO .....	70
	REFERENCIAS .....	74
ANEXO 1 .....		80
Planta Esquemática Setorização de Delmiro Gouveia .....		80
ANEXO 2 .....		82
Planta Esquemática Setor 10 de Delmiro Gouveia .....		82
ANEXO 3 .....		84
Planta Estação de Tratamento de Água do Sistema Coletivo do Sertão (ETA 03) .....		84

ANEXO 4 .....	86
Planta Estação de Tratamento de Água do Alto Sertão (ETA Alto Sertão).....	86
ANEXO 5 .....	88
Localização ETA 03, ETA Alto Sertão e Reservatório Guirro .....	88
.....	89

## 1. INTRODUÇÃO

As perdas de água constituem-se em um problema mundial, sendo uma das questões mais frágeis em um sistema de saneamento. Acontecem perdas de água em qualquer sistema de abastecimento através das redes de distribuição utilizadas no processo, podem ser decorrentes de falhas em tubulações e conexões de redes e ramais, na hidrometria, por fraudes, etc. E geram baixas performances à grande maioria dos sistemas, tornando imprescindível a importância do controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água.

Carvalho et al (2004) afirmam que em todo o mundo acontece o não aproveitamento e/ou não faturamento pelo uso da água devido à ineficiência do sistema, citando o caso de Jacarta e Manila, quem em 2000 e 2002 respectivamente tiveram índice de perdas chegando a 70%.

Conforme dados do estudo *“Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica – 2015”* do Instituto Trata Brasil, a soma do volume de água perdida por ano nos sistemas de distribuição das cidades seria suficiente para encher seis sistemas Cantareira, sistema esse que é o maior dos sistemas administrados pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.) destinado a captação e tratamento de água para a Grande São Paulo e um dos maiores do mundo.

As perdas se dividem em aparentes e reais, e a distinção delas é importante, pois as ferramentas para a gestão e para o combate a cada uma das tipologias diferem substancialmente. As perdas aparentes, estão relacionadas ao volume de água que foi efetivamente consumido pelo usuário, mas que, por algum motivo, possui erros de medição, não foi medido ou contabilizado, gerando perda de faturamento ao prestador de serviços. Já as perdas reais, são aquelas verificadas entre o início do sistema de distribuição e os hidrômetros dos usuários, referem-se a toda água disponibilizada para distribuição que não chega aos consumidores (SNIS, 2019).

Para que haja a efetiva mensuração das perdas é necessário que não só os volumes macromedidos sejam consistentes, mas também os volumes micromedidos sejam compatibilizados. Aparentemente tarefa simples, mas de difícil efetivação dadas as características de carga de trabalho e enfoque das áreas comercial e operacional (TARDELLI FILHO, J. 2004).

“A complexidade de um sistema de abastecimento d’água é alta em termos de possibilidade de perda de rendimento e faturamento, reduzir as perdas a zero seria supostamente impossível e demasiadamente dispendioso” (STEPHENS, 2002). Em todo o mundo acontece o não aproveitamento e/ou não faturamento pelo uso do recurso devido à ineficiência do sistema.

O Brasil, segundo a OMS (Organização Mundial Da Saúde), é um país privilegiado em termos de recursos hídricos, pois possui cerca de 12% de toda a água doce que escorre na superfície do mundo. Porém, a distribuição dessa água nas regiões deixa muito a desejar. A região Nordeste sofre com essa irregularidade de distribuição, possuindo apenas 3% de toda essa água, na qual 2/3 ficam localizados na bacia do rio São Francisco. Esse contexto, faz com que a maioria das cidades nordestinas sofram problemas graves de abastecimento, tornando problemático o estado de funcionamento causado pelas perdas, contribuindo decisivamente para o desempenho negativo das empresas de saneamento.

A questão das perdas abrange nuances ambientais, sociais e econômicas, sendo assim fundamentais a implementação de ações estruturantes e programas de avaliação, controle e redução de perdas que sejam contínuos e efetivos.

Portanto esse documento tratará de um estudo realizado sobre perdas no sistema principal de abastecimento de água da cidade de Delmiro Gouveia, onde o órgão responsável pela administração do abastecimento de água é a Companhia de Abastecimento de Água e Saneamento de Alagoas – CASAL – Unidade Sertão, obtendo dados de operação onde sejam possível a análise do índice de perdas, assim como métodos para minimizá-las.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Analisar, por meio de dados secundários, o quantitativo aproximado de perdas através do índice de perdas na distribuição (IPD), e do índice de perdas por ligação (IPL) do sistema que compõe o abastecimento na cidade de Delmiro Gouveia, Alagoas.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Obter dados de operação onde seja possível a análise do índice de perdas.
- Quantificar o volume das perdas que ocorrem no sistema de abastecimento.
- Verificar os índices de perdas na distribuição, e índice de perdas por ligação, com base na classificação de desempenho dos indicadores.
- Explorar soluções para a problemática das perdas nos sistemas de abastecimento de água.

## 1.2. Procedimentos Metodológicos

### 1.2.1. Revisão de literatura

A presente pesquisa desenvolveu-se no âmbito de trazer uma sinopse sobre a situação operacional do sistema de abastecimento da cidade de Delmiro Gouveia, em referência, no que diz respeito à análise sobre as perdas de água enfrentadas pela prestadora de serviço da região, a Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL – Unidade Sertão. A revisão bibliográfica possui ênfase especial no sistema de abastecimento de água, e as perdas dentro do sistema, visto que, a perda de água é considerada como um dos principais indicadores de desempenho operacional das prestadoras de serviços de saneamento em todo mundo.

### 1.2.2. Seleção de indicadores e definição de base de dados

Na aplicação dos indicadores, trabalhou-se com dados secundários, referentes aos anos de 2018, 2019, e 2020. Os mesmos foram extraídos dos bancos de dados armazenados e utilizados rotineiramente pela CASAL e estavam disponíveis através de consulta interna (in loco), no entanto, a fase de coleta dos dados, para assegurar um retorno que realmente correspondesse a um ano de operação, ocorreu no primeiro semestre de 2021.

Os dados coletados foram usados para análises e verificações com o intuito de apontar o quantitativo aproximado de perdas. Serão apresentados os indicadores em

percentual (Índice de perda de distribuição), e em litros por ligação por dia (índice de perdas por ligação), visto que, são os indicadores usados pela CASAL.

### 1.2.3. Descrição e análise de resultados

Os dados foram apresentados de forma tabelada, e através das tabelas foram construídos gráficos. A análise dos dados foi feita, sempre que possível, de forma comparativa, com o objetivo de mostrar e entender as variações ao longo dos três anos (2018, 2019, 2010) estudados no presente trabalho, permitindo verificar a evolução dos volumes perdidos, e abordar ações de controle.

## 1.3. Estrutura do trabalho

Além da presente Introdução, capítulo 1, este estudo é constituído de 4 capítulos. O capítulo 2, Revisão de literatura, apresenta itens relacionados ao gerenciamento e controle de perdas de água, como o sistema de abastecimento de água, seus componentes, dando ênfase às perdas (reais e aparentes), e aos indicadores de perdas, e explora soluções para a problemática das perdas.

No capítulo 3, Análise das perdas de água na cidade de Delmiro Gouveia/AL, aborda-se a caracterização da região estudada, a setorização e funcionamento do sistema de distribuição da área de estudo, o quantitativo de ligações e economias, e mensuração dos volumes de água. Em seguida, desenvolve-se a análise dos indicadores (índice de perdas na distribuição, índice de perdas por ligação), por fim, programas de controle das perdas aplicado pela unidade prestadora de serviço.

Finalmente, o Capítulo 4 detalha as conclusões gerais da pesquisa.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

O gerenciamento de perdas está presente como uma das diversas atividades adequadas para uma devida gestão dos sistemas de abastecimento. Combater e controlar as perdas, em um cenário na qual há escassez de água, conflitos pelo uso, e volumes consideráveis de água não faturadas, são questões fundamentais. Assim, se torna imprescindível para implementação de ações de combate, identificar e quantificar as perdas.

### **2.1. Abastecimento de água**

Visto que a necessidade de água de qualidade e em quantidade suficiente é de essencial importância para a manutenção da saúde da população bem como, de modo geral para o atendimento industrial, o sistema de abastecimento de água trata-se de uma das prioridades do meio urbano. Assim, diante da importância que um sistema adequado e de qualidade de abastecimento tem perante a qualidade de vida da população, são cada vez maiores os esforços para se alcançar um elevado padrão nos sistemas. Um exemplo disso é o PLANSAB, Plano Nacional de Saneamento Básico - aprovado pelo Governo Federal em dezembro de 2013, que juntamente com a lei de saneamento nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 buscam a universalização dos serviços de saneamento no país (ABES, 2013).

No Brasil, os serviços de água e esgoto podem ser realizados por diferentes tipos de prestadores, de abrangência Regional, Microrregional ou Local. O acompanhamento dos serviços de saneamento no país é realizado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional por meio do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. O SNIS consiste de um banco de dados administrado na esfera federal e contém informações sobre a prestação de serviços de água e esgotos, de caráter operacional, gerencial, financeiro, de balanço e sobre a qualidade dos serviços prestados. Desde 1995, essas informações são atualizadas anualmente para todos prestadores existentes no Brasil.

As informações e indicadores disponibilizados pelo SNIS servem a múltiplos propósitos. No âmbito federal, elas destinam-se ao planejamento e à execução das

políticas públicas, visando orientar a aplicação de investimentos, a construção de estratégias de ação e o acompanhamento de programas, bem como a avaliação do desempenho dos serviços. Nas esferas estadual e municipal esses dados fornecem importantes insumos para a melhoria dos níveis de eficiência e eficácia da gestão das instituições prestadoras dos serviços, uma vez que eles proporcionam uma gama de possibilidades em análises do setor.

Por exemplo, quando avaliado o desempenho ambiental dos prestadores, considera-se, no caso do abastecimento de água e do esgotamento sanitário, a capacidade do prestador de atuar no sentido no desenvolvimento do uso racional da água e da preservação dos recursos hídricos. No que condiz ao uso racional da água, o controle das perdas, permite postergar investimentos em ampliação dos sistemas de produção e melhor equacionar investimentos para a generalização do acesso aos serviços (BRITTO, 2011).

## **2.2. Componentes de um sistema de abastecimento de água**

A percepção da proporção do problema das perdas de água passa por uma visão das principais fases de um sistema de abastecimento de água. Um sistema de abastecimento de água pode ser entendido como o conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços com objetivo de distribuir água potável para o consumo, Segundo Tsutiya (2006), o objetivo principal do sistema de abastecimento de água é fornecer ao usuário água de boa qualidade para seu uso, em quantidade adequada e pressão suficiente. Ele é formado por diversas unidades, sendo elas: Manancial, captação, adução, tratamento, reservatório, rede de distribuição e ramal domiciliar (Figuras 1 e 2).

Manancial – é a fonte, local, onde se retira a água para abastecimento da região, na qual deve dotar vazão suficiente para atender a demanda de água no período do projeto. Os mananciais podem ser superficiais, definidos como os que escoam ou acumulam-se na superfície, tais como rios, lagos, represas e córregos; ou ainda, mananciais subterrâneos, que são aqueles encontrados nas camadas profundas do subsolo. Em ambos os tipos, o manancial deve seguir as diretrizes da legislação específica para o uso da água de acordo com seu padrão de qualidade (SIRHSC, 2013).

**Captação** – consiste nos equipamentos e instalações que retiram a água do manancial e a jogam no sistema de abastecimento;

**Adução** – é a tubulação que liga a captação ao tratamento e/ou do tratamento à rede de distribuição.

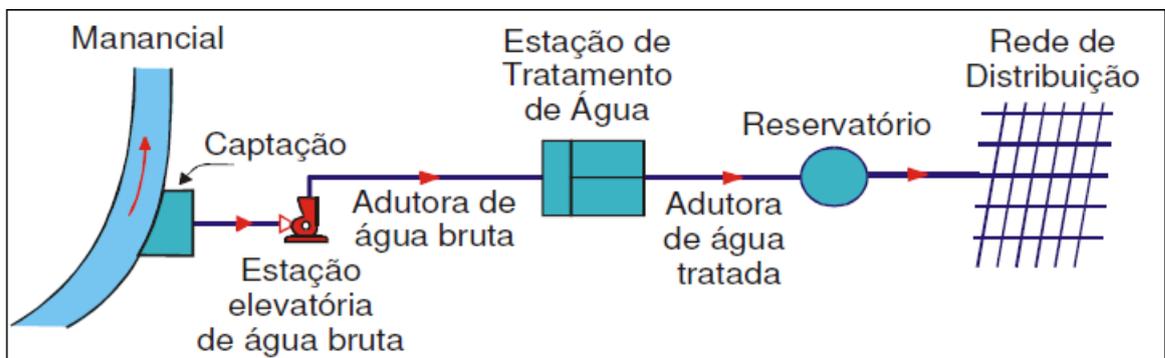
**Tratamento** – é realizado em uma estação de tratamento da água (ETA), e não possui uma regra específica, pois depende da qualidade da água captada. Entretanto, todos os sistemas existentes possuem no mínimo o tratamento com cloro e flúor.

**Reservatório** – tem a finalidade de armazenar a água. Seu objetivo é atender as demandas de emergência, manter uma pressão constante na rede e atender a variação de consumo. A variação acontece de acordo com os hábitos da comunidade na qual o sistema atenderá, o clima e até mesmo a qualidade da água.

**Rede de distribuição** – é a unidade do sistema que transporta a água do reservatório para os consumidores.

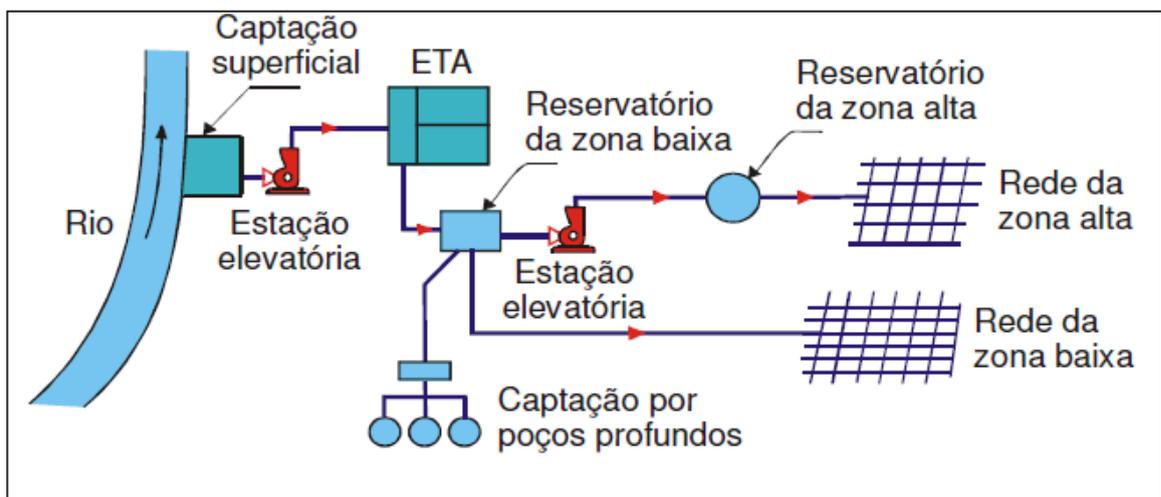
**Ramal domiciliar** – é a ligação feita da rua para a residência.

Figura 1: Sistema simples de abastecimento de água.



Fonte: TSUTIYA (2004).

Figura 2: Sistema de abastecimento de água com captação superficial e subterrâneo.



Fonte: ORSINI (1996).

Um sistema de distribuição deve ser planejado para atender a área de projeto por meio de setores de abastecimento, com demarcações bem definidas. Os setores de abastecimento por sua vez, devem ser subdivididos por zonas de pressão em função da topografia e das pressões estática e dinâmica, que obedecem a limites preestabelecidos, como capacidade de reservação, pressões máximas e mínimas, diâmetro da rede de abastecimento, entre outros. E cada zona de pressão, pode ser subdividida em setores de medição que devem ser delimitados e isolados, com pontos de monitoramento para acompanhamento da evolução do consumo e para a identificação e avaliação das perdas de água na rede. O controle desses pontos permite construir o balanço de águas, uma das ferramentas indispensáveis ao gerenciamento das perdas.

### **2.3. Perdas nos sistemas de abastecimento de água**

A perda de água é apontada como um dos mais relevantes indicadores de desempenho operacional das unidades gestoras de serviços de saneamento. As perdas ocorrem desde a captação até a distribuição, contudo, a magnitude dessas perdas depende de cada unidade. A estimativa dessas perdas de água em sistemas de abastecimento engloba o cálculo das perdas totais, que se dá por comparação entre o volume de água que entra sai do reservatório, medido por macromedidores e o volume medido nos hidrômetros dos imóveis consumidores, assim sendo, divididas em perdas reais (físicas) que representam a parcela não consumida e não registrada, e as perdas aparentes (não-físicas) que correspondem à água consumida e não registrada. O Quadro 1, mostra as características principais das perdas de água em sistemas de abastecimento.

#### **2.3.1. Perdas reais**

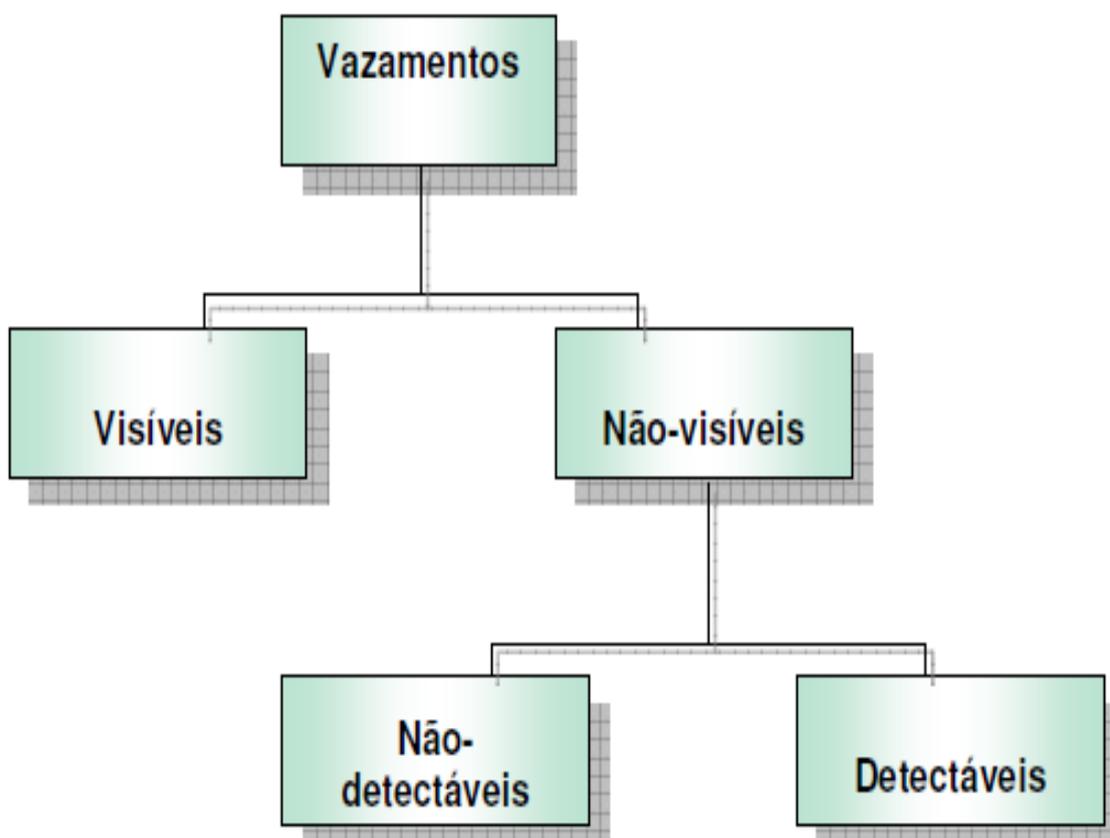
As perdas reais (físicas) representam todo volume de água disponibilizado para distribuição que não foi consumido ou registrado, por ser perdido através de vazamentos em seu percurso, desde as estações de tratamento de água até os pontos de entrega nos imóveis dos clientes. Os vazamentos são classificados em três tipos:

- Vazamentos visíveis – são os vazamentos aflorantes à superfície, geralmente apresentação altas vazões, porém curta duração, pois em maioria são comunicados pela população ou detectados pela empresa concessionária;
- Vazamentos não-visíveis – são os vazamentos não-aflorantes à superfície, e cuja localização e duração depende da realização de ações de varredura nas redes e ramais para sua localização. Apresentam geralmente vazões moderadas;
- Vazamentos inerentes – são os vazamentos não aflorantes, não detectáveis, baixas vazões, geralmente de longa duração.

As perdas reais foram consideradas pela AWWA – *American Water Works Association* como o principal tipo de perdas no manual de práticas de abastecimento de água – M36 (AWWA, 2009).

A Figura 3 apresenta de forma resumida uma classificação dos vazamentos, enquanto o Quadro 2 mostra um sumário das perdas físicas que ocorrem em sistemas de abastecimento de água, considerando as etapas (subsistemas), origem e magnitude da perda.

Figura 3: Classificação dos vazamentos.



Fonte: TARDELLI FILHO (2004).

Quadro 1: Caracterização geral das perdas de água em sistemas de abastecimento de água.

<b>ITENS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
	<b>Perda Física</b>	<b>Perda Não Física</b>
Tipo de ocorrência mas comum	Vazamento	Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção de água tratada	Valor cobrado no varejo ao consumidor
Efeito ambiental	Desperdício de recursos naturais; Necessidade de maior exploração de mananciais	Pouco relevante
Efeito na saúde pública	Risco de contaminação da água	Pouco relevante
Visão empresarial	Perda de produto “industrializado”	Perda elevada de receita
Visão do consumidor	Imagem da empresa associada ao desperdício e ineficiência	Não possui relevância imediata
Efeito sobre o consumidor	Repasse de custos à tarifa; Não incentivo ao uso racional da água;	Repasse de custos à tarifa; Incentivo ao roubo e à fraude;

**Fonte:** TARDELLI FILHO (2004). (Adaptado pelo autor)

Quadro 2: Perdas físicas em sistemas de abastecimento de água nas etapas, origem e magnitude.

<b>Etapas do sistema de abastecimento de água</b>	<b>Origem da perda</b>	<b>Magnitude</b>
<b>Adução de água bruta</b>	Vazamentos nas tubulações; Limpeza do poço de sucção;	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
<b>Tratamento de água</b>	Vazamentos estruturais; Lavagem de filtros; Descarga de lodo;	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
<b>Reservação</b>	Vazamentos estruturais; Extravasamentos; Limpeza de reservatórios;	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
<b>Adução de água tratada</b>	Vazamentos nas tubulações; Limpeza do poço de sucção; Descargas;	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
<b>Distribuição (rede)</b>	Vazamentos na rede; Vazamentos em ramais; Descargas;	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das Pressões

**Fonte:** SILVA et al. (2004). (Adaptado pelo autor)

### 2.3.2. Perdas aparentes

As perdas aparentes são as perdas provocadas por volumes não faturados, correspondem aos volumes de água que são consumidos pela população, mas não são contabilizados pela empresa, principalmente devido às irregularidades causadas por ligações clandestinas ou irregulares, ligações sem hidrômetro, hidrômetros avariados ou dimensionados incorretamente e por fraudes. Assim, a parcela de perdas não físicas ou aparentes representam, basicamente, perda de faturamento da empresa, não equivalendo à perda física do recurso hídrico. As perdas aparentes ocorrem na macromedição e/ou micromedição e ainda, na gestão comercial ineficaz.

Pode-se verificar que o nível de perdas de água nos sistemas de abastecimento está diretamente ligado às condições da infraestrutura instalada e à eficiência operacional e comercial. A redução dessas perdas provoca benefícios e contribui para o aumento da receita tarifária, melhorando o desempenho nos serviços prestados. O quadro 3, apresenta os benefícios da redução dos níveis de perdas.

Quadro 3: Benefícios da redução de perdas.

	<i><b>Perdas Reais</b></i>	<i><b>Perdas aparentes</b></i>
<b>Benefícios</b>	<p>Redução de custos e postergação de investimentos;</p> <p>Menor custos com produtos químicos, energia e outros insumos;</p> <p>Atendimento de maior número de pessoas com a mesma quantidade de água produzida.</p>	<p>Aumento da receita</p> <p>Aumento do consumo medido faturado</p>
<b>Ações envolvidas</b>	<p>Melhora do controle da pressão na rede;</p> <p>Melhora no controle e detecção de vazamentos;</p> <p>Melhoria e troca de tubulações, ligações, válvulas.</p> <p>Qualificação da mão de obra e melhoria dos Materiais;</p>	<p>Troca de hidrômetros e medidores;</p> <p>Corte nas ligações fraudulentas;</p> <p>Medição efetiva de todas as economias (domiciliares, comercial e públicas);</p> <p>Melhora no cadastro;</p>

Fonte: ABES (2013). (Adaptado pelo autor)

### 2.3.3. Macromedição, micromedição e gestão comercial.

Entende-se por macromedição e micromedição de perdas de água em um sistema de abastecimento, a quantificação das perdas através de números confiáveis. Para que ocorra uma efetiva aferição das perdas é fundamental que não só os volumes macromedidos sejam assíduos, como também, os volumes micromedidos sejam compatibilizados. Uma tarefa de difícil execução devido as características de carga de trabalho, e aspectos das áreas operacinal e comercial. Logo, esses processos de medição se tornan um instrumento indispensável à operação de sistemas públicos de distribuição de água, sendo ferramentas essenciais para o aumento da eficiência da operação e distribuição.

Entende-se por micromedição a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado cliente, independentemente de sua categoria ou faixa de consumo. Equivale ao volume de água registrado nos hidrômetros, incluindo o volume de água exportado, e contabilizado pela empresa.

A macromedição tem por objetivo oferecer ferramentas necessárias à avaliação dos volumes de água fornecidos pelos sistemas de abastecimento, ou seja, é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água. Nesse conjunto estão incluídos medidores de água bruta, medidores na entrada de setores de distribuição ou medidores de água tratada distribuída por atacado a outros sistemas públicos.

Conforme já descrito aqui, os macromedidores de vazão precisam estar corretamente aferidos para maior precisão nos dados. E nesse contexto, temos a pitometria uma técnica usada na aferição de macromedidores de vazão nos sistemas de abastecimento de água municipais.

A pitometria é feita através de um tubo Pitot que é um instrumento de medição que calcula a velocidade de vazão de fluídos como água e ar. Ela nada mais é que uma técnica usada para medir a pressão em condutos forçados. É empregada na vazão dos condutos forçados, que é o fluído que escoa sob pressão, e mede a diferença entre pressão de estagnação e pressão dinâmica. Através das Estações Pitométricas (EP) é possível obter as informações que fornecem subsídios importantes para tomada de decisão no sistema de abastecimento de água, tais como:

- Combate a vazamentos de maneira mais eficiente, porque a técnica fornece dados sobre vazão, pressão e velocidade do fluido;
- Indicação da necessidade de troca ou limpeza de tubulações que estão provocando perdas de cargas acima do previsto, diminuindo a pressão a jusante da rede e gastando-se mais energia elétrica;
- Troca ou manutenção de bombas hidráulicas que podem estar com o seu ponto de trabalho com rendimento bem inferior ao de melhor custo benefício;
- Obtenção de dados de vazão que servem para calibrar macromedidores de vazão a serem instalados bem como as calhas Parshall existentes nas entradas das ETAs.

Conforme descrito, a macromedição de vazão é uma etapa indispensável para o combate às perdas de água em um município. No entanto os macromedidores de vazão devem estar devidamente aferidos para que haja confiabilidade nos dados monitorados.

Algumas causas das perdas estão relacionadas com o gerenciamento global dos consumidores e ligações domiciliares, ou seja, refere-se ao registro dos consumidores que apresenta erro, quando não há cadastramento de novas ligações, quando ligações são reativadas sem o conhecimento da companhia (ligações clandestinas), fraudes, confiabilidade da micromedição (aferição e manutenção), confiabilidade das estimativas de consumo, e etc.

Inúmeros são os trabalhos realizados no Brasil para o controle e detecção de perdas, e boa parte desses estudos é apresentada em congressos realizados no Brasil pela ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, e são essenciais para se solucionar o problema, já que, para solucioná-lo é preciso conhecer esse problema, o que no caso das perdas é essencial a aferida coleta de dados, processamento das informações e a correta interpretação das mesmas.

Dados do estudo de Silva (2005), “*Perda de água em sistemas públicos de abastecimento no Ceará*”, por exemplo, que investigou a perda de água em 642 sistemas de abastecimento de água no Ceará, mostraram que as perdas de água em sistemas públicos de abastecimento do estado foram de cerca de 36%. Oliveira (2009) descreveu a importância da setorização como um fator para a redução de perdas em estudo realizado na cidade de Poços de Caldas - MG, na qual o índice de perdas físicas foi reduzido de 44,58% para 41,80% com a instalação de macromedidores

monitorados por telemetria. Outro estudo, de Carvalho et. Al. (2004) mostrou que para a cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas, segundo dados do SNIS (2000) possuía um Índice de Perdas de Faturamento que chegava a 57,8 % o que vem a ser um índice muito alto e que deixava Maceió como a segunda em perdas a nível estadual, ficando atrás apenas da cidade de Delmiro Gouveia que chegava a 67.7%. Estudos como esses mostram como o problema das perdas afetam o sistema, assim como a importância de planos de combate às perdas de água que visam a redução dessas perdas, maior controle, e aumento da eficiência do sistema de abastecimento.

A seguir discutiremos sobre os principais métodos de avaliação das perdas de água, o balanço hídrico, que consiste em avaliar as perdas pelo volume que entra no sistema menos o volume de água consumido, de modo que, neste método as perdas calculadas são as perdas totais resultantes das várias partes da infraestrutura. E os indicadores de perdas, que quantificam as perdas reais e aparentes, permitindo gerenciar a evolução dos volumes perdidos, redirecionar ações de controle e comparar sistemas de abastecimento de água distintos.

#### **2.4. Balanço Hídrico**

A avaliação das perdas de água era feita de forma individual por cada país durante muito tempo, fato esse que ocasionava alguns impasses para a comparação dos sistemas e para a discussão de termos e indicadores. Afim de solucionar essa problemática a IWA – *International Water Association*, reuniu especialistas de todo o mundo, e conseguiu publicar uma terminologia padrão, o manual de boas práticas (*Performance Indicator for Water Supply Services*), com a finalidade de produzir um padrão internacional de cálculo do balanço hídrico, padronizando o entendimento dos componentes dos usos da água em um sistema de abastecimento através do Balanço Hídrico.

Na matriz de balanço hídrico (Quadro 4) os dois tipos de perdas são inseridos, o conjunto de perdas aparentes e o de perdas reais, apresenta como parâmetro inicial o volume de água produzido que entra no sistema, e que pode ser classificado durante o processo de distribuição como consumo autorizado ou perdas. O consumo autorizado faz referência ao recurso hídrico fornecido aos clientes autorizados (medidos ou não), enquanto as perdas correspondem à diferença entre o volume de entrada e o consumo autorizado.

Quadro 4: Componentes do balanço hídrico

Água entrada no sistema [m <sup>3</sup> /ano]	Consumo autorizado (m <sup>3</sup> /ano)	Consumo autorizado faturado (m <sup>3</sup> /ano)	Consumo faturado medido (m <sup>3</sup> /ano)	Água Faturada (m <sup>3</sup> /ano)
			Consumo faturado não medido (m <sup>3</sup> /ano)	
		Perdas de água (m <sup>3</sup> /ano)	Consumo autorizado não faturado (m <sup>3</sup> /ano)	Consumo não faturado medido (m <sup>3</sup> /ano)
	Consumo não faturado não medido (m <sup>3</sup> /ano)			
	Perda aparente (m <sup>3</sup> /ano)		Uso não autorizado (m <sup>3</sup> /ano)	
		Erros de medição (m <sup>3</sup> /ano)		
Perda real (m <sup>3</sup> /ano)		Vazamentos (m <sup>3</sup> /ano)		

Fonte: ALEGRE *et al.*, (2004). (Adaptado pelo Autor)

O cálculo do balanço hídrico deverá ser realizado antes de se calcular qualquer indicador de desempenho, e para facilitar seu entendimento, são necessárias algumas definições sobre a tabela de balanço hídrico:

- Consumo autorizado, medido e faturado: É o volume devidamente medido pelo sistema de micromedição, equivale ao volume de água registrado nos hidrômetros, incluindo o volume de água exportado, e contabilizado pela empresa;
- Consumo autorizado, não medido e faturado (estimado): Corresponde ao volume contabilizado utilizando os consumos médios históricos ou, nos casos onde

não existe hidrômetro ou há falhas no seu funcionamento, o volume mínimo de faturamento;

- Consumo autorizado, medido e não faturado: Água utilizada pela empresa para atividades operacionais especiais, usos internos (limpeza de áreas e lavagem de filtros por exemplo). Corresponde também ao volume de extravios de contas por problemas no cadastro comercial e ao não pagamento das contas por parte dos consumidores;

- Consumo autorizado, não medido e não faturado: Trata-se ao volume destinando a usos de caráter social, como as atividades do corpo de bombeiros, sem incluir as perdas geradas em áreas irregulares;

- Consumo não autorizado, perdas aparentes: representado pelas fraudes nos hidrômetros, e os conhecidos como “gatos” nos ramais prediais;

- Consumo não autorizado, erros nos medidores: problemas de calibração e de instalação dos medidores;

- Consumo não autorizado, perdas reais: Vazamentos no sistema de distribuição.

## **2.5. Indicadores de perdas**

Os indicadores de desempenho podem ser classificados em três níveis, segundo o grau de complexidade, sendo que os de alto nível (nível 3) envolvem o uso de dados de difícil obtenção por parte dos prestadores de serviços (ALEGRE, et al., 2000; OLIVEIRA, et al., 2015).

- Nível 1: são indicadores básicos que fornecem visão geral da eficiência e eficácia da entidade gestora;

- Nível 2: são indicadores com maior grau técnico, que fornece um panorama mais preciso sobre os aspectos de gestão;

- Nível 3: são indicadores detalhados de alto padrão técnico que fornecem uma visão detalhada sobre a gestão da entidade gestora e demandam dados específicos, muitas vezes de difícil obtenção.

No contexto das perdas de água é importante destacar que para calcular os indicadores de nível 2 e 3 é necessário diferenciar os volumes de perdas reais e aparentes do volume não faturado, porém, o estágio atual dos processos e tecnologias

de controle de perdas dos sistemas brasileiros dificulta a obtenção destes volumes separadamente (OLIVEIRA, et al., 2015).

Segundo Liemberger (2002), existem quatro indicadores de desempenho que são usados tradicionalmente, sendo eles:

- Por economia por dia;
- Por km de tubulações por dia;
- Perdas de água e perdas reais como um percentual do volume de entrada do sistema;
- Por ligação por dia.

Perdas de água como percentuais do volume de entrada do sistema, são fáceis de serem calculadas e são constantemente citadas, logo, como consequência acabam como os indicadores mais comuns. Com as várias definições existentes para perdas, a ideia de água não faturada em países em desenvolvimento também é frequentemente usado, e devido aos altos níveis de consumo não autorizados, conhecidos como gatos, conexões ilegais, o indicador acaba não sendo significativo.

O manual IWA - *International Water Association* – Alegre et al. (2000), sugere seu uso apenas como indicador de desempenho financeiro e ainda alega ser inapropriado para avaliar a eficiência da administração dos sistemas de distribuição.

Em relação a variação de consumo, os indicadores demonstrados em percentual de água distribuída possuem deficiências. Por exemplo, no caso de um sistema com abastecimento intermitente de 12 horas por dia, pode ocorrer perdas reais de apenas 30%, porém em um sistema de abastecimento de 24h, um sistema ininterrupto, essas perdas dobrariam.

Segundo a IWA, isto deixa uma dúvida sobre qual dos indicadores que restam é mais apropriado. Um estudo dos vazamentos nos sistemas de distribuição de água, mostrou que as maiores quantidades de perdas reais ao redor do mundo ocorrem nas conexões. Isso, aplica-se a sistemas com densidade de conexão acima de 20 conexões por quilometro de tubulação.

A maioria dos estudos sugerem alternativamente ou complementarmente aos indicadores em percentual, o uso de fatores de escala, que correlacionam volumes perdidos de água com a extensão da rede de distribuição e com a quantidade de economias ou de ligações de água, na unidade de tempo. Podem ser em metros cúbicos por quilometro de rede ao dia, metros cúbicos por economia ao dia, metros

cúbicos por ligação ao dia, ou ainda adotar outras unidades de tempo, de acordo com o objetivo da análise.

### 2.5.1. Indicadores de perdas no Brasil (SNIS)

No Brasil, anualmente, o SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento) reúne, estrutura, e disponibiliza, através de Diagnósticos (Água e Esgotos, Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas), informações coletadas de dados dos municípios e dos prestadores de serviços de saneamento.

O cálculo de indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água segundo os diagnósticos repassados, são apresentados em conformidade com as seguintes unidades (Quadros 5, 6, 7, e 8):

➤ Em percentual:

Quadro 5: Índice de perdas faturamento (IN013).

Indicador	Cálculo	Variáveis	Unidade
IN013 = índice de perdas faturamento	$\frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} * 100$	AG006 = Volume de água produzida; AG011 = Volume de água faturado; AG018 = Volume de água tratada importado; AG024 = Volume de serviço.	(%)

Fonte: SNIS 2019 (Adaptado pelo autor).

Quadro 6: Índice de perdas na distribuição (IN049).

Indicador	Cálculo	Variáveis	Unidade
IN049 = índice de perdas na distribuição	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} * 100$	AG006 = Volume de água produzida; AG010 = Volume de água consumido; AG018 = Volume de água tratada importado; AG024 = Volume de serviço.	(%)

Fonte: SNIS 2019 (Adaptado pelo autor).

- Em metros cúbicos por quilômetro de rede ao dia.

Quadro 7: Índice bruto de perdas lineares.

Indicador	Cálculo	Variáveis	Unidade
IN050 = índice bruto de perdas lineares	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG005*} * \frac{1000}{365}$	AG005* = Extensão de rede de água; AG006 = Volume de água produzida; AG010 = Volume de água consumido; AG018 = Volume de água tratada importado. AG024 = Volume de serviço.	(m³/dia/Km)

Fonte: SNIS 2019 (Adaptado pelo autor).

- Em litros por ligação ao dia.

Quadro 8: Índice de perdas por ligação (IN051).

Indicador	Cálculo	Variáveis	Unidade
IN051 = índice de perdas por ligação	$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002} * \frac{10^6}{365}$	AG002 = Quantidade de ligações ativas de água; AG006 = Volume de água produzida; AG010 = Volume de água consumido; AG018 = Volume de água tratada importado. AG024 = Volume de serviço.	(L/dia/lig.)

Fonte: SNIS 2019 (Adaptado pelo autor).

O SNIS dá prioridade a sínteses sobre perdas nos âmbitos nacional, macrorregionais e estaduais, em razão da dimensão territorial do Brasil e da disponibilidade de informação.

Tendo em vista que o papel dos indicadores de perdas de distribuição (IN049) e perdas por ligações (IN051) seja dar informações, subsídios, à avaliação de perdas de água em sistemas de distribuição, o índice de perdas por ligações, está mais

correlacionado com o desempenho do prestador de serviço e, por esse fato, mais próximo de medir um regime de eficiência. Em contrapartida, o índice de perdas de distribuição, por tratar de perdas de água de maneira estadual, macrorregional, e nacional, sendo assim um âmbito mais amplo, faz com que possua a vantagem da melhor comunicação com o público menos especializado.

O Quadro 9, mostra uma classificação dos sistemas de abastecimento de água em relação às perdas, são classificados em três campos de qualidade, e serve como referência da ordem de grandeza percentuais geralmente encontrados.

Quadro 9: Classificação dos sistemas.

Índice Total de Perdas (%)	Classificação do Sistema
Menor do que 25	Bom
Entre 25 e 40	Regular
Maior do que 40	Ruim

Fonte: TSUTIYA, 2006. (Adaptado pelo Autor)

## 2.6 Avaliação de perdas de água no Brasil com ênfase em Alagoas

Conforme mostrado anteriormente, o índice de perdas de distribuição e índice de perdas por ligação, são usados para avaliar o mesmo tema, porém possuem abordagens diferentes, implicando em uma distinta aplicação para cada agrupamento de dados.

O índice de perdas avalia em termos percentuais do volume de água produzido quanto é efetivamente consumido no sistema de abastecimento, sendo assim, um indicador volumétrico da água na distribuição perdida, em relação à água produzida. Seu cálculo se dá pela diferença entre o volume de água produzido e o volume de água consumido, dividido pelo volume de água produzido. Nessa equação é descontado do volume de água produzido o volume usado para atividades operacionais e especiais, volume de serviço, e somado o volume de água tratada importado, tanto no numerador quanto no denominador.

Já o índice de perdas por ligação, avalia o volume de água perdida em termos unitários, ou seja, por número de ligações ativas de água, o que confere ao indicador melhores condições de medir a eficiência operacional dos prestadores de serviços,

uma vez que as perdas de longa duração ocorrem principalmente nos ramais de distribuição, sejam reais ou aparentes. O cálculo desse indicador se dá pela diferença entre o volume de água produzido e o de água consumido, somado ao volume de água tratada importado e descontado o volume de serviços, dividido pela média da quantidade de ligações ativas de água do ano atual e anterior ao ano de referência.

Com esses indicadores é possível avaliar as perdas de água no país em diferentes níveis de agregação, desde o próprio prestador de serviços até agrupamentos por tipo de prestador e sua unidade jurídica, além de recortes para as macrorregiões geográficas e a totalização nacional. As tabelas 1 e 2 apresentam o índice de perdas na distribuição, em valores médios, segundo tipo de prestador de serviços, macrorregião geográfica e média do país para os participantes do SNIS em 2018 e 2018 para que sejam feitas algumas análises.

Tabela 1: Índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, segundo tipo de prestador de serviços, macrorregião geográfica e Brasil.

Macrorregião	Tipo de prestador de serviços					Total (%)
	Regional	Microrregional	Local Direito Público	Local Direito Privado	Local empresa privada	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
<b>Norte</b>	55,3	43,2	39,7	-	73,1	55,5
<b>Nordeste</b>	46,5	-	37,5	34,3	61,0	46,0
<b>Sudeste</b>	33,5	34,7	37,6	28,1	33,4	34,4
<b>Sul</b>	39,1	26,0	31,4	45,9	36,4	37,1
<b>Centro-Oeste</b>	33,1	49,7	40,7	-	39,8	35,7
<b>Brasil</b>	38,3	35,4	36,6	32,4	49,3	38,5

Fonte: SNIS (2018). (Adaptado pelo autor).

Tabela 2: Índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo tipo de prestador de serviços, macrorregião geográfica e Brasil.

Macrorregião	Tipo de prestador de serviços					Total (%)
	Regional	Microrregional	Local Direito Público	Local Direito Privado	Local empresa privada	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
<b>Norte</b>	55,7	30,6	35,2	-	69,8	55,2
<b>Nordeste</b>	46,5	-	39,2	13,0	55,1	45,7
<b>Sudeste</b>	36,3	21,8	37,1	29,8	32,4	36,1
<b>Sul</b>	38,2	23,4	35,4	44,2	34,1	37,5
<b>Centro-Oeste</b>	31,7	36,4	39,2	-	39,0	34,4
<b>Brasil</b>	39,6	23,4	37,1	30,9	46,4	39,2

Fonte: SNIS (2019). (Adaptado pelo autor).

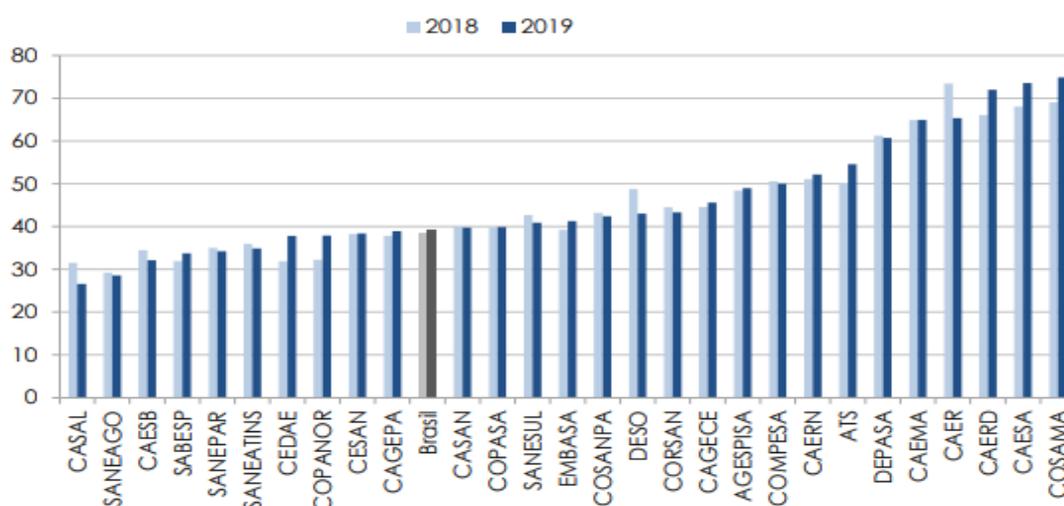
Pode-se notar que as macrorregiões Norte e Centro-Oeste não têm prestadores de serviços de abrangência Local (Local Direito Privado), e a macrorregião Nordeste não tem prestadores de serviços de abrangência Microrregional. Pode-se observar também, que o índice de perdas na distribuição em 2018 foi de 38,5%, e que 2019 possuiu um índice de 39,2%, apresentando um valor de 0,7 ponto percentual superior ao ano anterior (2018), esse é o percentual do volume de água disponibilizado que não foi contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas. Aumento esse que vem sendo verificado desde o ano de 2016, onde o índice foi de 38,1% e 1,4 ponto percentual mais alto do que ano anterior (2015). É importante ressaltar entre os anos de 2012 a 2015 houve uma constância de queda no índice, e que o aumento verificado de 2016 até os diagnósticos mais atuais, podem ter tido início tanto na qualidade dos dados informados para o cálculo do indicador, quanto no efetivo aumento do volume de perdas por alguma ineficiência por parte dos prestadores de serviços.

Ainda pode-se observar, e vale destacar, o valor do índice de perdas de distribuição dos prestadores de serviços microrregionais, que possuiu uma queda de 12 ponto percentual de 2018 (35,8%) para 2019 (23,4%). A comparação desse indicador no ano de 2018 com o de 2019 se torna difícil pela grande mudança ocorrida na amostra, com o aumento no número de municípios atendidos por BRK Ambiental

Araguaia, que foi de 5 para 7, e, principalmente, Hidro Forte Administração e Operação Ltda., que foi de 13 para 32. Assim, o total de municípios da amostra microrregional foi de 35 para 56, representando um aumento de 60%. (SNIS, 2019).

A CASAL (Companhia de Saneamento do Estado de Alagoas) é a empresa de abastecimento de água e saneamento básico do estado de Alagoas com sede em Maceió, fundada em dezembro de 1962, cuja constituição foi autorizada através da Lei Estadual nº. 2.491, de 1º de dezembro de 1962. Tornou-se uma Sociedade de Economia Mista Estadual, vinculada à Secretaria de Estado da Infraestrutura, conforme Lei Delegada nº 43 de 28 de junho de 2007, de duração indeterminada, de capital fechado. Atua em 77 municípios do Estado, responsável pelo abastecimento de água tratada, coleta e destinação final do esgoto nestes municípios. Dentre as atribuições da Casal, em sua principal atividade econômica enquadram-se: Captação, Tratamento e Distribuição de Água. Logo ela é o prestador de serviço responsável pelo controle de perdas de água em Alagoas. Como um prestador de serviço de abrangência regional, o Gráfico 1 mostra o índice médio de perdas na distribuição dos prestadores de serviços de abrangência regional para os anos de 2018 e 2019 e as médias do Brasil, destacadas em cinza.

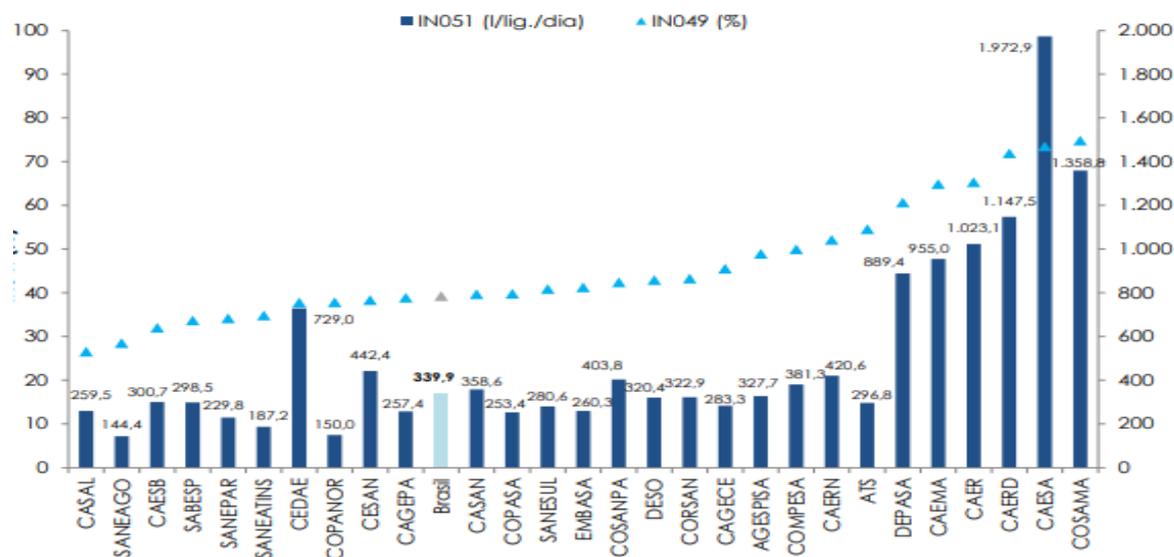
Gráfico 1: Índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do SNIS em 2018 e 2019, segundo prestador de serviços



Fonte: SNIS (2019).

Pode se observar que em 2019 apenas dois prestadores apresentam índice inferior a 30%, e que entre eles está a CASAL/AL com 26,6%, apresentando menor índice segundo SNIS (2019). Porém, sabe-se que o índice de perdas na distribuição (%) possui limitações na caracterização do sistema de perdas de água do prestador de serviço. Já o índice de perdas por ligação, ao considerar o número de ligações no cálculo, mais se assemelha aos indicadores sugeridos pela International Water Association (IWA) e, portanto, está mais próximo de retratar o regime de eficiência dos sistemas de abastecimento de água. Por conseguinte, considerando a importância da análise conjunta dos indicadores desses indicadores na avaliação das perdas de água no âmbito do prestador de serviço o Gráfico 2 apresenta os valores de ambos os indicadores para os prestadores de abrangência regional participantes do SNIS em 2019.

Gráfico 2: Índices de perdas por ligação e na distribuição dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do SNIS em 2019.



Fonte: SNIS (2019).

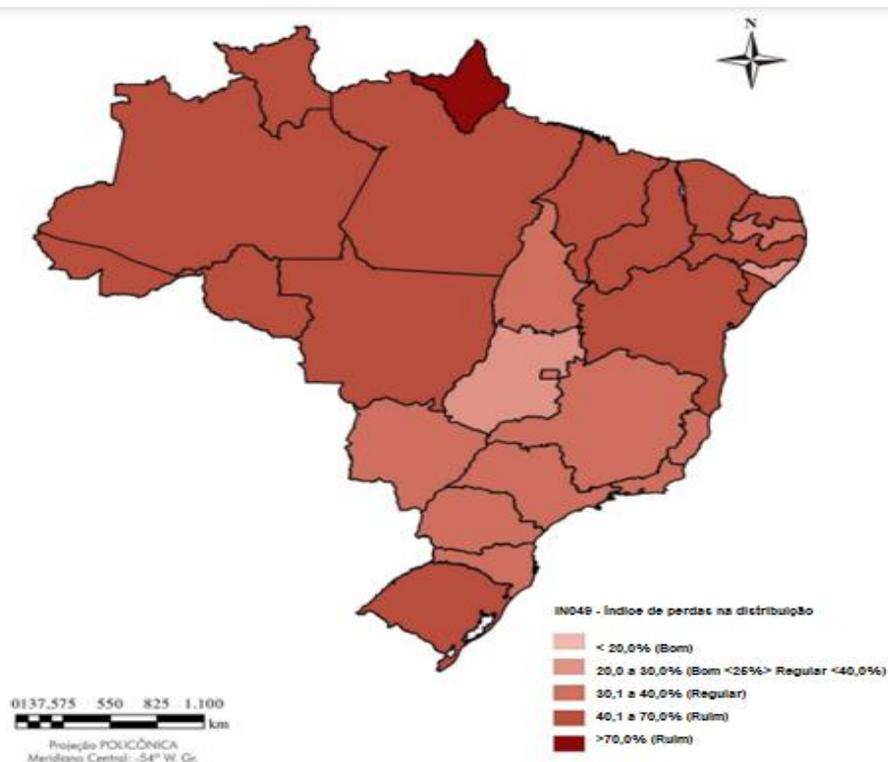
Pode-se observar que o índice de perdas por ligação, não possui o mesmo comportamento que o índice de perdas na distribuição, mostrado no gráfico passado, o que possui o melhor desempenho de acordo com o primeiro indicador não necessariamente apresenta o menor índice de perdas por ligação, e vice-versa. Observe que de acordo com esse indicador a CASAL, que possuía o menor índice de

perdas na distribuição, apresenta agora um índice de perdas por ligação de 259,5 L/lig./dia, ficando em sétimo entre os prestadores regionais.

Desse modo, fica notório a influência e importância da quantidade de ligações ativas de água nessa diferença de comportamento, já que se tratam de dois indicadores das perdas de água, que possuem abordagem diferentes para a análise do mesmo item. Além disso, dada evidência, sustenta ainda mais a importância da análise conjunta dos indicadores na discussão sobre perdas de água no âmbito dos prestadores de serviços. (SNIS, 2019).

Para o conjunto dos estados brasileiros e Distrito Federal, a tabela 3 apresenta o Índice de perdas na distribuição calculado com base em todos os prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, com valores médios. A Figura 3 apresenta o mapa do mesmo conjunto de análise, distribuído por faixas percentuais.

Figura 4: Mapa do índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, distribuído por faixas percentuais, segundo estado e Distrito Federal.



Fonte: Malha municipal digital do Brasil. Base de informações Municipais 4, IBGE, 2003. Dados: SNIS, 2019. (Adaptado pelo autor).

Tabela 3: : Índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo estado, macrorregião e Brasil.

Estado/ Macrorregião	Índice de perdas na distribuição (%)
Acre	60,7
Amapá	73,6
Amazonas	68,0
Pará	40,3
Rondônia	60,8
Roraima	65,4
Tocantins	33,6
<b>Norte</b>	55,2
Alagoas	29,8
Bahia	40,2
Ceara	43,0
Maranhão	59,5
Paraíba	38,8
Pernambuco	50,1
Piauí	48,4
Rio Grande do Norte	51,2
Sergipe	43,6
<b>Nordeste</b>	45,7
Espírito Santo	37,3
Minas Gerais	36,7
Rio de Janeiro	37,8
São Paulo	34,9
<b>Sudeste</b>	36,1
Paraná	34,7
Rio Grande do Sul	41,9
Santa Catarina	34,5
<b>Sul</b>	37,5
Distrito Federal	32,1
Goiás	29,2
Mato Grosso	44,5
Mato Grosso do Sul	33,0
<b>Centro-Oeste</b>	34,4
<b>Brasil</b>	39,2

Fonte: SNIS (2019). (Adaptado pelo Autor).

Apesar de ainda apresentar uma situação em modo geral de alto grau de perdas de água tratada, o estado de Alagoas apresentou em 2018 o quarto menor índice de perdas na distribuição de água tratada do Brasil, segundo os dados do SNIS, com uma taxa de 33,9%, ficando abaixo do índice do valor nacional (38,5%). A taxa

do Estado segundo estudo mais atual é de 29,8 (SNIS, 2019), o segundo menor índice de perdas na distribuição de água tratada do Brasil, e ainda abaixo do índice do valor nacional (39,2%), o que representa uma melhora significativa no desperdício de toda a água tratada que foi distribuída para a população. No Nordeste, Alagoas aparece em primeiro lugar com menor índice de perdas na distribuição.

#### 2.6.1. As perdas de águas no Plano nacional saneamento básico - PLANSAB

O Plano Nacional de Saneamento Básico consiste no planejamento integrado do saneamento básico, incluindo os quatro componentes: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas, e possui o horizonte de 20 anos, período 2014 a 2033. Elaborado segundo a Lei 11.445/2007 estabelece dentre outras metas para a federação, o controle de perdas físicas de água, a Tabela 4 e Tabela 5 apresentam os números estabelecidos, e os números reais incluindo os mais atuais com destaque para região Nordeste.

Tabela 4: Metas estabelecidas no PLANSAB.

<b>A6. Índice de perdas na distribuição de água(%)</b>				
<b>Região/Ano</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>	<b>2023</b>	<b>2033</b>
<b>Brasil</b>	39	36	34	<b>31</b>
<b>N</b>	51	45	41	<b>33</b>
<b>NE</b>	51	44	41	<b>33</b>
<b>SE</b>	34	33	32	<b>29</b>
<b>S</b>	35	33	32	<b>29</b>
<b>CO</b>	34	32	31	<b>29</b>

Fonte: Lei 11.445/2007 (Adaptado pelo Autor)

Tabela 5: Índices reais do SNIS.

<b>A6. Índice de perdas na distribuição de água(%)</b>									
<b>Região/ Ano</b>	<b>2010</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2023</b>	<b>2033</b>
<b>Brasil</b>	39	36,7	36,7	38,1	38,3	38,5	39,2	34	31
<b>N</b>	51	47,9	46,3	47,3	55,1	55,5	55,2	41	33
<b>NE</b>	50,8	46,9	45,7	46,3	46,3	46,0	45,7	41	33
<b>SE</b>	34	32,6	32,9	34,7	34,4	34,4	36,1	32	29
<b>S</b>	35	33,4	33,7	36,3	36,5	37,1	37,5	32	29
<b>CO</b>	34	34,2	35,5	35,0	34,1	35,7	34,4	31	29

Fonte: SNIS 2018 e 2019 (Adaptado pelo autor).

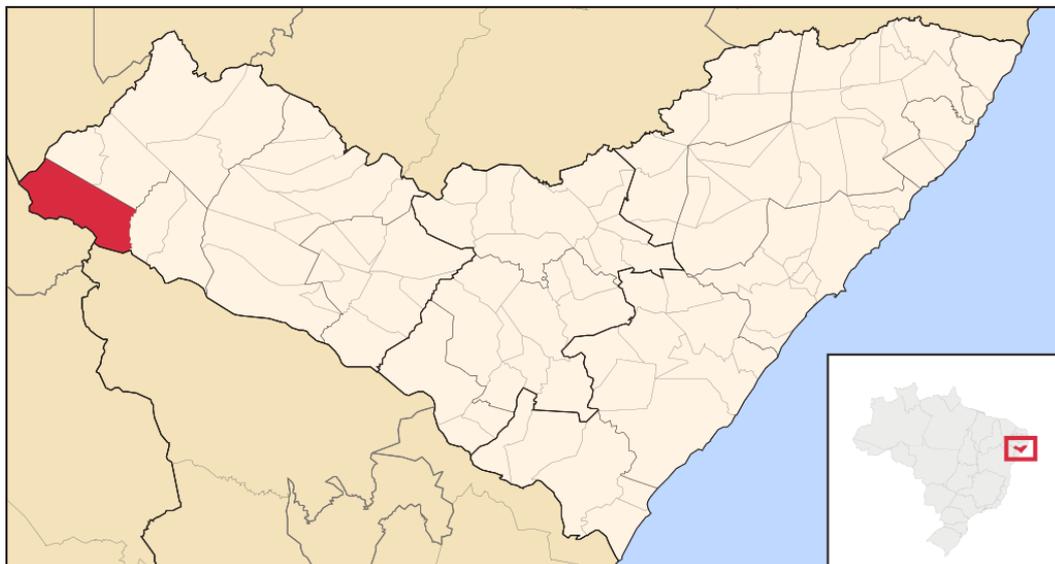
O índice de perdas de água na distribuição, engloba tanto aspectos da qualidade da gestão quanto também da infraestrutura. Os índices de perdas na distribuição usados pelo PLANSAB são os publicados pelo SNIS anualmente através do aplicativo Série Histórica. Como pode ser observado no quadro 12 o comportamento do índice a partir de 2016 apresentam, em relação aos anos anteriores na qual vinha existindo uma queda constante no ponto percentual, um aumento e tendência de não cumprimento da meta prevista para 2023, assim como não ocorreu em 2018. Em 2019, de cerca de 16,1 bilhões de m<sup>3</sup> de água produzidos, 6,3 bilhões de m<sup>3</sup> (39,2%) não foram contabilizados ou não chegaram a ser consumidos. Enfatizando a importância e necessidade de mais ações voltadas para a redução e controle de perdas por parte do setor saneamento.

Por outro lado, a macrorregião Nordeste, onde fica o estado de Alagoas, e a cidade alagoana de Delmiro Gouveia, área de estudo do atual trabalho, vem apresentando um comportamento diferente da maioria das outras macrorregiões, onde desde 2017 vem apresentando uma diminuição no ponto percentual do indicador, com um índice não muito distante da meta prevista para 2023.

### **3. ANÁLISE DAS PERDAS DE ÁGUA NA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA/AL**

Delmiro Gouveia é um dos 102 municípios do estado de Alagoas, na região Nordeste do país. O município possui 52.262 habitantes, 72,47% localizados em área urbana e 27,53% em área rural, segundo dados do IBGE (2020). Sua área é de 628,545 km<sup>2</sup>, com densidade demográfica de 79,13 hab/km<sup>2</sup>. Faz divisa com os estados da Bahia, Pernambuco e Sergipe. O município está inserido no bioma Caatinga, e na Região Hidrográfica São Francisco.

Figura 5: Mapa de localização de Delmiro Gouveia AL.



Fonte: Wikipédia, a enciclopédia livre. (2021).

Segundo o IAS (Instituto Água e Saneamento), Delmiro Gouveia é uma cidade que já possui política municipal de Saneamento, está em fase elaboração do plano municipal de saneamento, porém não possui nem conselho, e nem fundo municipal. Vale ainda ressaltar que 99,37% da população é atendida com abastecimento de água, frente a média de 75,41% do estado e 83,71% do país.

### **3.1. O sistema de abastecimento de água**

A companhia responsável pelo tratamento e abastecimento de água na cidade de Delmiro Gouveia, como já apresentado no presente trabalho, é a Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), cuja a Unidade de Negócio do Sertão é encarregada pelo abastecimento de água tratada, coleta e destinação final do esgoto de oito municípios, dentre eles Delmiro Gouveia. Delmiro Gouveia, possui dois pontos de captação, ambos com água do Rio São Francisco, um levando água para a Estação de Tratamento de Água do Sistema Coletivo do Sertão (ETA – 03)( ANEXO 03), estação que fica dentro da cidade, localizada no bairro novo, e que é uma estação compacta, com um vazão diária de aproximadamente 160 L/s operando 24h por dia, com uma produção média de 13.824 m<sup>3</sup>/dia. E o segundo ponto de captação sendo na ETA Alto Sertão (ANEXO 04), captação feito através do canal do Sertão, localizada no município de Pariconha – AL, onde bombeia água para os reservatórios da ETA 03, inserindo uma vazão média de 153 L/s. Até julho de 2016, apenas a ETA 03

distribuiu água para sete municípios e para Delmiro Gouveia. Em julho de 2016 foi inaugurada a ETA Alto Sertão, ajudando no tratamento e abastecimento.

### 3.1.1. Setorização do sistema

O sistema de abastecimento na cidade de Delmiro Gouveia é subdividido em setores (ANEXO 1, 2, e 5), são oito setores, divididos de maneira com que haja maior efetividade nas divisões de trabalhos comerciais e operacionais da unidade gestora.

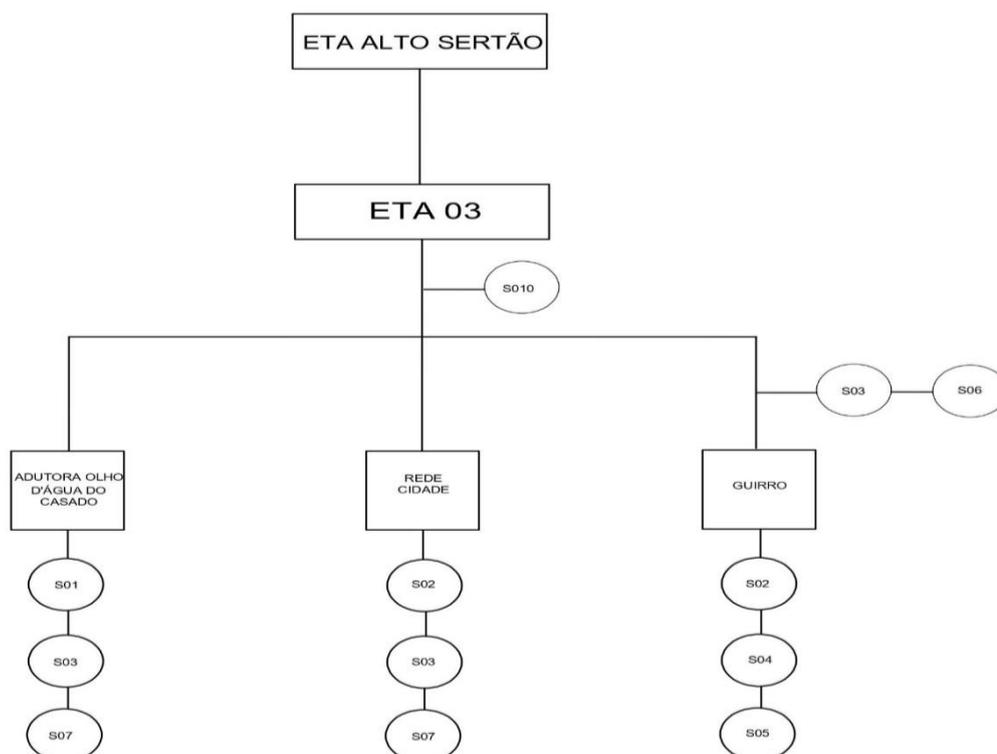
Os setores de abastecimento da cidade não possuem sistemas de macromedição, o que acaba prejudicando na análise e no monitoramento dos índices de perdas de água. Desde modo, o índice de perdas de água no município é calculado apenas, por enquanto, através do volume de água produzido na ETA 03, bem como na ETA Alta Sertão, comparado com o volume total de água consumido no município (micromedição).

Assim, não há um controle mais detalhado das perdas de água por setor, visto que não existem macromedidores nas entradas e saídas de reservatórios.

O sistema de abastecimento é subdividido da seguinte forma:

- Setor 07 → ETA 03 Delmiro → Rede de distribuição principal da Cidade;
- Setor 06 → ETA 03 Delmiro → Sistema do Guirro;
- Setor 03 → Sistema do Guirro;
- Setores 04 e 05 → Reservatório elevado Guirro;
- Setor 02 → Rede de distribuição principal da cidade;
- Setor 01 → ETA 03 Delmiro → Rede Olho D'água do Casado;
- Setor 10 → Adutora Alto Sertão → ETA 03

Figura 6: Esquema abastecimento setores.



Fonte: Autor (2021)

### 3.2. Quantitativo de ligações e economias

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 1997) o número de economias de água é o “número médio anual de todas as unidades cadastradas para fins de pagamento pelo serviço de abastecimento d’água”; para o número de ligações de água, tem-se como definição: “número de ligações ativas de água na rede pública, providas ou não de hidrômetros”.

Assim, Moradias, apartamentos, unidades comerciais, salas de escritório, indústrias, órgãos públicos e similares, existentes numa determinada edificação, que são atendidos pelos serviços de abastecimento de água. Em um prédio com ligação para abastecimento de água, cada apartamento é considerado uma economia abastecida, que pode estar ativa ou inativa.

De acordo com a CASAL, na cidade de Delmiro Gouveia os grandes consumidores são os consumidores residenciais, o restante está distribuído entre os consumidores comerciais, industriais e a administração pública. As tabelas 6, 7, e 8, mostram a quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia nos anos de 2018, 2019, e 2020 respectivamente.

Tabela 6: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2018.

QUANTIDADE DE LIGAÇÕES NO ANO DE 2018						
	ATIVAS			INATIVAS		
	Com Hidrômetros	Sem Hidrômetros	Total	Com Hidrômetros	Sem Hidrômetros	Total
<b>Mês</b>						
Janeiro	13.834	632	14.466	2.563	1.951	4.514
Fevereiro	13.883	644	14.527	2.546	1.947	4.493
Março	13.869	670	14.439	2.634	1.943	4.577
Abril	13.877	639	14.516	2.630	1.942	4.572
Maio	13.868	635	14.503	2.680	1.945	4.625
Junho	13.850	621	14.471	2.763	1.945	4.708
Julho	13.906	611	14.520	2.818	1.948	4.766
Agosto	13.956	618	14.574	2.808	1.939	4.747
Setembro	14.124	614	14.738	-	4.744	4.744
Outubro	14.122	645	14.767	2.766	1.927	4.693
Novembro	14.088	680	14.768	2.784	1.920	4.704
Dezembro	14.128	714	14.842	2.789	1.928	4.717
<b>Média anual</b>	13.959	644	14.594	2.707	2.173	4.655

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Nota: Pode-se observar que no mês de setembro o número de ligações inativas com hidrômetros está sem valor, porém, devido a um erro no sistema interno do programa Pentaho usado pela CASAL.

Tabela 7: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019.

QUANTIDADE DE LIGAÇÕES NO ANO DE 2019						
	ATIVAS			INATIVAS		
	Com Hidrômetros	Sem Hidrômetros	Total	Com Hidrômetros	Sem Hidrômetros	Total
<b>Mês</b>						
Janeiro	14.135	762	14.897	2.778	1.915	4.693
Fevereiro	14.087	780	14.867	2.802	1.888	4.690
Março	14.139	762	14.901	2.874	1.887	4.761
Abril	14.110	750	14.860	2.912	1.897	4.809
Maio	14.170	728	14.898	2.959	1.895	4.854
Junho	14.290	643	14.933	2.967	1.887	4.854
Julho	14.302	619	14.921	2.996	1.889	4.885
Agosto	14.311	592	14.903	3.016	1.807	4.823
Setembro	14.266	592	14.858	3.079	1.741	4.820
Outubro	14.300	550	14.850	3.142	1.548	4.690
Novembro	14.309	551	14.860	3.165	1.501	4.666
Dezembro	14.396	541	14.937	3.182	1.382	4.564
<b>Média anual</b>	14.235	656	14.890	2.989	1.770	4.759

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Tabela 8: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020.

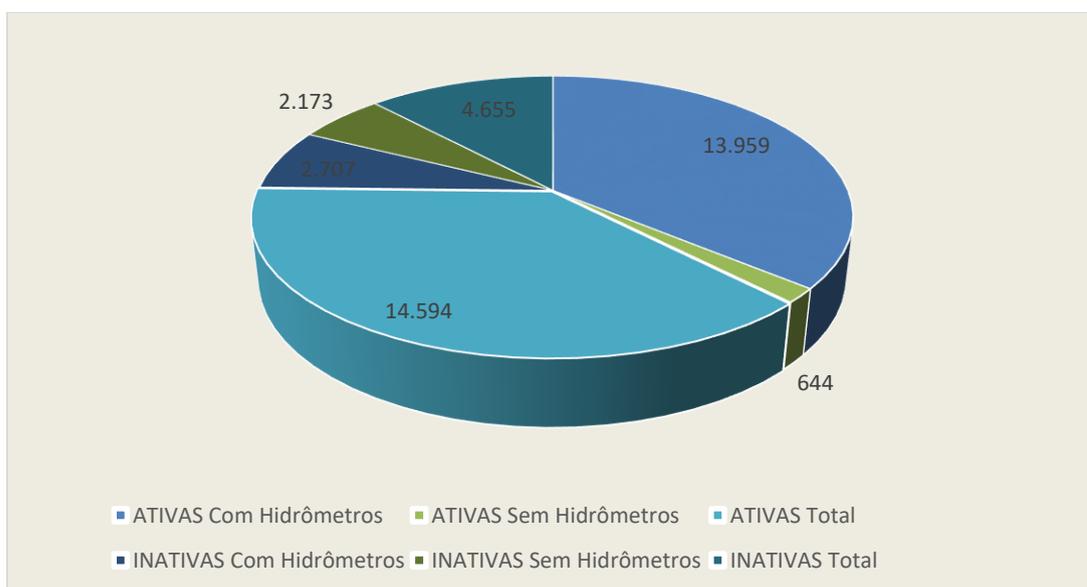
<b>QUANTIDADE DE LIGAÇÕES NO ANO DE 2020</b>						
	<b>ATIVAS</b>			<b>INATIVAS</b>		
	<b>Com Hidrômetros</b>	<b>Sem Hidrômetros</b>	<b>Total</b>	<b>Com Hidrômetros</b>	<b>Sem Hidrômetros</b>	<b>Total</b>
<b>Mês</b>						
Janeiro	14.508	482	14.990	3.131	1.384	4.515
Fevereiro	14.409	469	14.878	3.177	1.390	4.567
Março	14.416	466	14.882	3.228	1.392	4.620
Abril	14.381	452	14.833	3.247	1.388	4.635
Maio	14.457	414	14.871	3.227	1.386	4.613
Junho	14.581	416	14.997	3.193	1.382	4.575
Julho	14.565	410	14.975	3.177	1.376	4.553
Agosto	14.640	413	15.053	3.160	1.372	4.532
Setembro	14.736	407	15.143	3.145	1.369	4.514
Outubro	14.916	396	15.312	3.061	1.364	4.425
Novembro	14.972	395	15.367	3.038	1.362	4.400
Dezembro	14.973	394	15.367	2.996	1.359	4.355
<b>Média anual</b>	14.630	426	15.079	3.148	1.377	4.525

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Observando as tabelas 6, e 7, pode-se notar, que o número médio anual de ligações ativas no ano de 2019 cresceu aproximadamente 2,03% em relação ao ano anterior, totalizando 296 novas ligações ativas. E o número médio anual de ligações inativas cresceu aproximadamente 2,23%, totalizando 104 a mais.

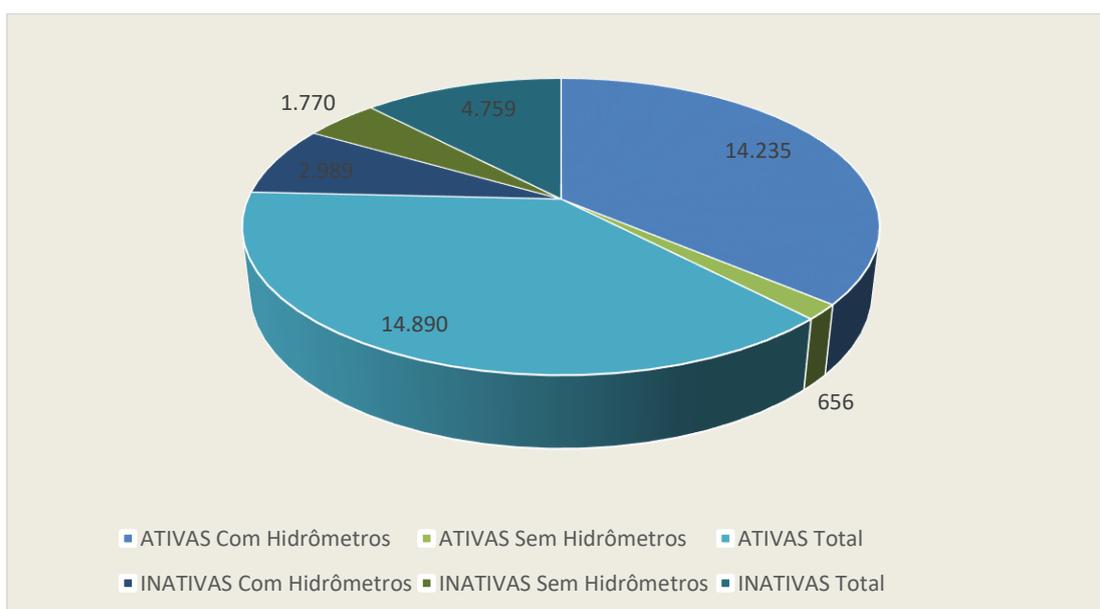
Os gráficos 3, 4, e 5, mostram a média anual da quantidade de ligações no município para os 3 anos estudados no presente trabalho.

Gráfico 3: Média anual da quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2018.



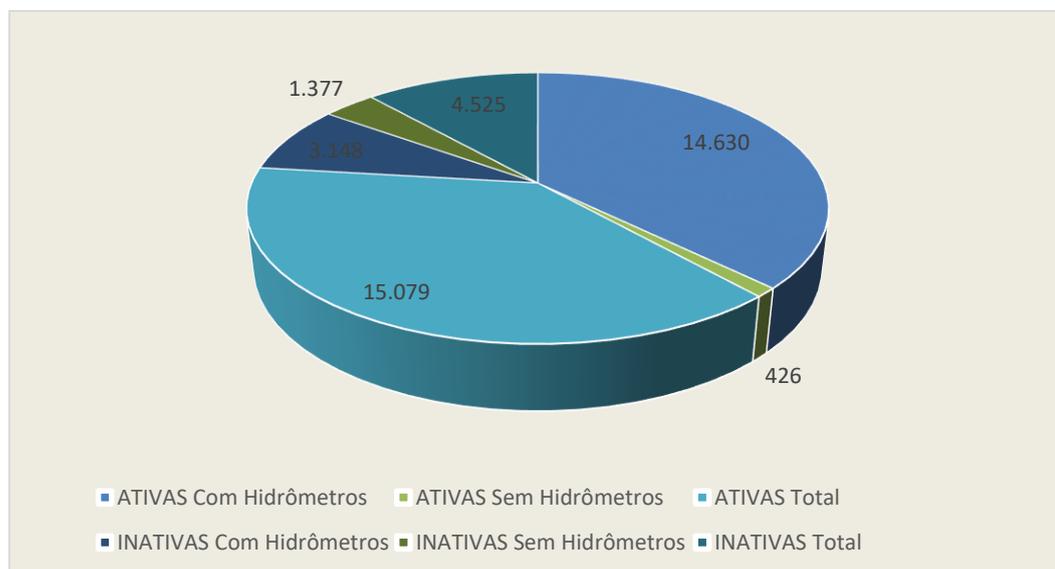
Fonte: Autor (2021)

Gráfico 4: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019



Fonte: Autor (2021)

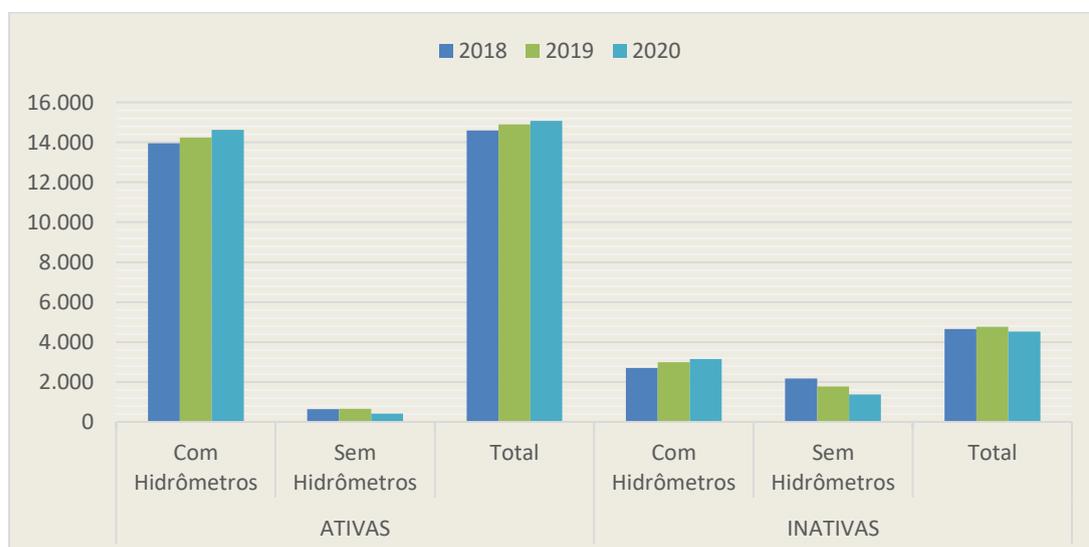
Gráfico 5: Quantidade de ligações na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020.



Fonte: Autor (2021)

Note que em relação ao ano anterior, na média anual de ligações ativas, 2020 apresentou 189 ligações a mais (cresceu 1,27%) em relação à média anual anterior, e cresceu aproximadamente 3,32% (485 novas ligações ativas) em relação a 2018. Porém mostrou uma diminuição de 4,92% em relação ao ano anterior (2019), que havia apresentado um crescimento de aproximadamente 2,24% em relação a 2018, no número médio anual de ligações inativas. O gráfico 6 Comparação da média anual da quantidade de ligações nos anos de 2018, 2019, e 2020.

Gráfico 6: Comparação da média anual da quantidade de ligações nos anos de 2018, 2019, e 2020.



Fonte: Autor (2021)

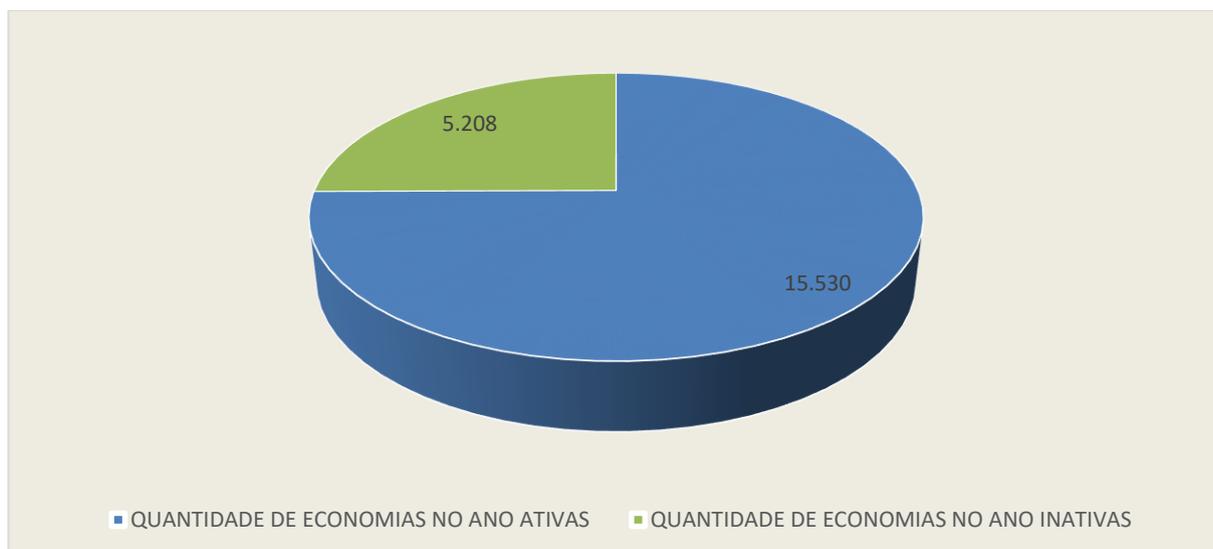
Antes de 2018, o número de economias, não era levado em consideração pela unidade gestora no cálculo dos volumes para a cidade de Delmiro Gouveia. Abordagem essa, modificada pela primeira etapa de execução do Sigmetro, que é um programa da CASAL com o intuito de obter maior controle, evitar o desperdício de água, e tem como objetivo a otimização dos processos de identificação, medição e controle de perdas de água. Assim, para que fosse possível um levantamento mais completo de dados, objetivando alcançar uma padronização do sistema, conseqüentemente haver uma melhor operação do sistema, menos perdas e melhoria no faturamento, a partir de 2019 o número de economias começou a fazer parte dos dados levantados e utilizados nos cálculos de volumes. As tabelas 9, e 10, e os gráficos 7, 8, e 9, mostram o quantitativo de economias no município para os anos de 2019 e 2020, respectivamente.

Tabela 9: Quantitativo de economias na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019.

<b>QUANTIDADE DE ECONOMIAS NO ANO DE 2019</b>		
	<b>ATIVAS</b>	<b>INATIVAS</b>
<b>Mês</b>		
Janeiro	15.461	5.012
Fevereiro	15.459	5.039
Março	15.520	5.260
Abril	15.475	5.293
Maio	15.549	5.336
Junho	15.594	5.337
Julho	15.572	5.370
Agosto	15.571	5.297
Setembro	15.526	5.282
Outubro	15.516	5.145
Novembro	15.525	5.121
Dezembro	15.591	5.008
<b>MÉDIA ANUAL</b>	15.530	5.208

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Gráfico 7: Médial anual de economias na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019.



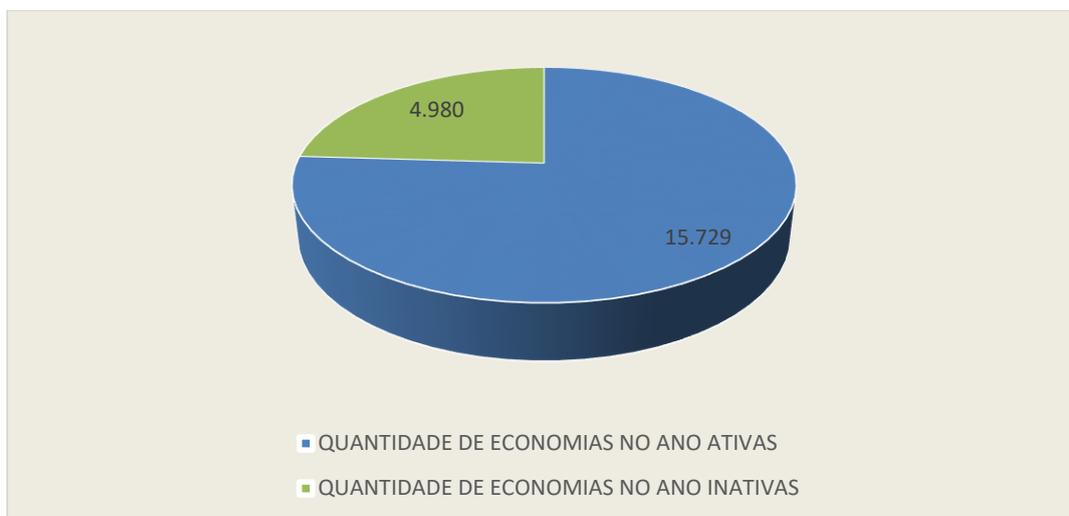
Fonte: Autor (2021)

Tabela 10: Quantitativo de economias na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020.

Mês	QUANTIDADE DE ECONOMIAS NO ANO DE 2020	
	ATIVAS	INATIVAS
Janeiro	15.661	4.975
Fevereiro	15.543	5.017
Março	15.547	5.075
Abril	15.427	5.089
Mai	15.465	5.067
Junho	15.655	5.028
Julho	15.715	5.007
Agosto	15.806	4.987
Setembro	15.893	4.972
Outubro	15.962	4.882
Novembro	15.035	4.857
Dezembro	15.035	4.809
<b>MÉDIA ANUAL</b>	<b>15.729</b>	<b>4.980</b>

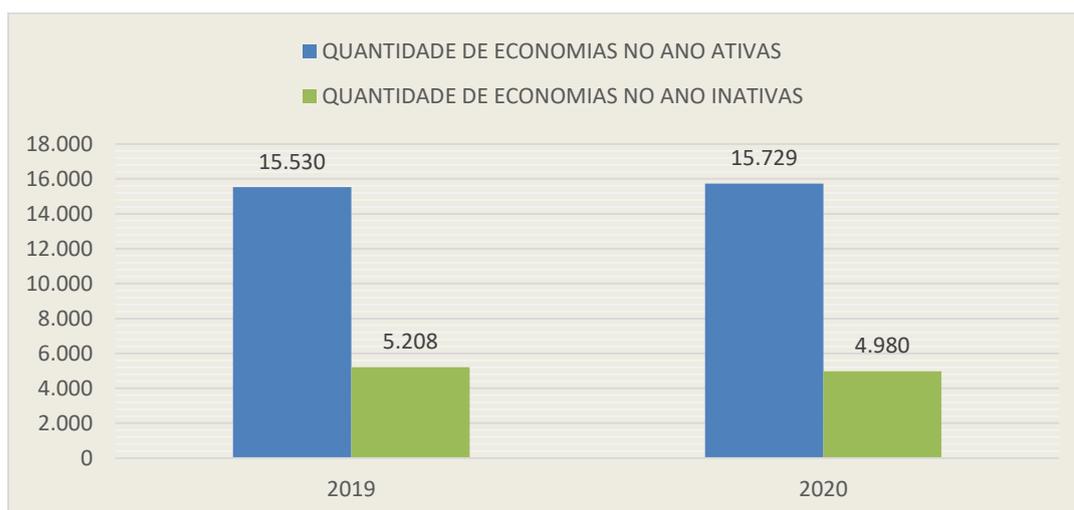
Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Gráfico 8: Média anual de economias na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020.



Fonte: Autor (2021)

Gráfico 9: Comparação da média anual da quantidade de economias nos anos 2019, e 2020.



Fonte: Autor (2021)

No número de economias, houve entre 2019 e 2020, já que 2018 não possui dados suficientes para uma média anual que possa ser feito um comparativo com maior precisão, um aumento da medial anual de economias ativas 1,28% (199 economias ativas a mais), e uma diminuição de 4,37% no valor médio anual de economias inativas. O que já era esperado pelo indicativo do número de ligações.

É possível observar também, que em 2019 o número de ligações ativas que não possuíam hidrômetros correspondia a 4,40% do número médio anual, enquanto em 2020 apresentou 2,82% do valor médio anual. Esses percentuais correspondem a parte da fatura feita por estimativa, por uma média mensal e em muitas vezes apenas é cobrada a taxa mínima. Outro ponto a ser observado seria que cerca de 33,84% das

economias estão inativas (potenciais faturas mensais) em 2019, enquanto em 2020 cerca de 31,9% em relação ao número médio anual total estão inativas, o que de forma significativa indica uma melhoria no faturamento.

### 3.3. Volumes de água do sistema

Na casa os seguintes volumes são considerados no cálculo dos indicadores de perdas:

- VMIC: Volume Micromedido = volumes registrados nas ligações e economias providas de medidores;
- VEST: Volume Estimado = correspondente à projeção de consumo a partir dos volumes micromedidos em áreas com as mesmas características da estimada, para as mesmas categorias de usuários;
- VCONS: Volume Consumido = correspondente à soma do volume micromedido e volume estimado;
- VREC: Volume Recuperado = correspondente à cobrança de consumo presumido de ligações clandestinas e fraudes;
- VOPE: Volume Operacional = volumes utilizados em testes de estanqueidade, desinfecção das redes (adutoras, sub-adutoras e distribuição) e no tratamento em ETA;
- VESP: Volume Especial = volumes (preferencialmente medidos) destinados para corpo de bombeiros, caminhões-pipa, volume social (suprimentos sociais: favelas, chafarizes, etc.) e uso próprio nas edificações do prestador de serviços;
- VU: Volume Utilizado = Somatório dos volumes micromedido, volume estimado, volume recuperado, volume operacional, e volume especial;
- VD: Volume Disponibilizado ou Distribuído = correspondente à todo volume produzido, somado ao volume tratado importado, menos o volume tratado exportado;
- VN: Volume Necessário = Volume necessário para o abastecimento das economias.

As Tabelas 11, 12, e 13, apresentam os valores para os volumes de água consumido, volume micromedido, faturado, disponibilizado ou distribuídos, e volume utilizado, para os anos de 2018, 2019, e 2020 respectivamente.

Tabela 10: Volumes de água na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2018.

<b>VOLUMES DE ÁGUA 2018</b>					
	<b>Volume Consumido (m³)</b>	<b>Volume Micromedido (m³)</b>	<b>Volume Faturado (m³)</b>	<b>Volume Disponibilizado (m³)</b>	<b>Volume utilizado (m³)</b>
<b>MÊS</b>					
<b>Janeiro</b>	156.867	147.617	188.735	465.754	172.822
<b>Fevereiro</b>	140.359	130.619	175.581	440.672	144.204
<b>Março</b>	129.794	119.944	169.836	421.869	155.118
<b>Abril</b>	142.214	132.344	176.969	386.782	175.465
<b>Mai</b>	134.350	124.550	172.338	314.751	149.618
<b>Junho</b>	130.251	120.511	170.474	305.515	144.817
<b>Julho</b>	131.227	121.627	170.824	370.066	139.520
<b>Agosto</b>	134.002	124.472	173.019	394.712	139.817
<b>Setembro</b>	139.413	129.863	174.261	533.515	181.521
<b>Outubro</b>	139.329	129.469	174.467	544.342	179.369
<b>Novembro</b>	151.603	141.383	182.041	579.984	189.111
<b>Dezembro</b>	140.341	129.781	175.854	499.727	150.434
<b>Volume anual</b>	1.669.750	1.552.180	2.104.399	5.257.689	1.921.816

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Tabela 11: Volumes de água na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2019.

<b>VOLUMES DE ÁGUA 2019</b>					
	<b>Volume Consumido (m³)</b>	<b>Volume Micromedido (m³)</b>	<b>Volume Faturado (m³)</b>	<b>Volume Disponibilizado (m³)</b>	<b>Volume utilizado (m³)</b>
<b>MÊS</b>					
<b>Janeiro</b>	148.660	137.620	181.675	464.462	165.159
<b>Fevereiro</b>	143.503	132.273	178.111	501.591	151.065
<b>Março</b>	147.664	136.624	180.281	558.078	153.315
<b>Abril</b>	133.551	122.631	173.129	554.861	144.434
<b>Mai</b>	148.019	137.319	181.453	562.118	196.415
<b>Junho</b>	137.909	128.049	176.458	562.118	191.864
<b>Julho</b>	129.970	120.360	172.920	527.748	183.757
<b>Agosto</b>	131.344	122.004	173.812	327.572	178.994
<b>Setembro</b>	137.797	128.457	177.159	493.543	182.629
<b>Outubro</b>	139.360	130.440	177.905	600.225	180.527
<b>Novembro</b>	150.819	141.889	184.635	545.829	187.424
<b>Dezembro</b>	152.949	144.119	188.421	593.648	191.874
<b>Volume anual</b>	1.701.545	1.581.785	2.145.959	6.291.793	2.107.457

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Tabela 12: Volumes de água na cidade de Delmiro Gouveia no ano de 2020.

<b>VOLUMES DE ÁGUA 2020</b>					
	<b>Volume Consumido (m³)</b>	<b>Volume Micromedido (m³)</b>	<b>Volume Faturado (m³)</b>	<b>Volume Disponibilizado (m³)</b>	<b>Volume utilizado (m³)</b>
<b>MÊS</b>					
<b>Janeiro</b>	156.363	148.123	188.930	588.902	193.182
<b>Fevereiro</b>	142.079	133.969	181.022	534.920	194.342
<b>Março</b>	141.080	133.000	179.577	528.185	198.115
<b>Abril</b>	139.314	131.374	178.471	525.795	194.265
<b>Mai</b>	139.180	131.620	178.310	543.704	193.957
<b>Junho</b>	132.134	124.554	175.081	545.613	191.215
<b>Julho</b>	137.973	130.453	178.688	566.647	194.295
<b>Agosto</b>	133.838	126.288	177.159	556.315	196.033
<b>Setembro</b>	146.555	139.065	184.482	561.638	204.054
<b>Outubro</b>	150.887	143.507	187.489	574.421	205.829
<b>Novembro</b>	149.376	142.006	187.608	564.028	205.248
<b>Dezembro</b>	144.407	137.047	184.506	566.169	205.426
<b>Volume anual</b>	1.713.186	1.621.006	2.181.323	6.656.337	2.375.961

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Analisando os dados mostrados nas 3 tabelas anteriores (Tabela 11, Tabela 12, e Tabela 13), pode se notar a ineficiência do sistema quando na comparação entre os volumes distribuídos, que seriam todo o volume produzido (disponibilizado para o sistema), consumidos, e faturados. Em média o volume faturado é muito menor ao volume produzido pela empresa gestora.

No ano de 2020, por exemplo, dos 6.656.337 mil metros cúbicos distribuídos anualmente, 32,77% apenas foi faturado, ou seja, cerca de 67,23% do volume distribuído pela CASAL foi perdido entre as perdas físicas e não físicas no município. Valor maior do que os anos anteriores, na qual, em 2018, 59,97% do volume distribuído anualmente foi perdido entre as perdas, e no de 2019 65,89%.

Contudo, deve-se levar em consideração que entre os anos de 2018 e 2020 houve um crescimento de 26,60% em relação ao volume distribuído anualmente, e de apenas 3,66% no volume anual faturado. Além disso, em 2018, como já apresentado no presente trabalho, alguns dados não eram levados em consideração no cálculo dos volumes, como o número de economias por exemplo. Esses fatores possui uma contribuição significativa sobre a taxa de crescimento dessas perdas, contudo, também sobre uma maior precisão no cálculo das mesmas nos anos de 2019 e 2020.

### **3.4. Indicadores de perdas**

Serão apresentados os indicadores em percentual (Índice de perda de distribuição), e em litros por ligação por dia (índice de perdas por ligação e índice de economias por ligação), visto que, são os indicadores que a CASAL usa com base nos dados levantados. (Tabelas 15, 16, e 17).

Considerando a importância da análise conjunta dos indicadores de perdas por ligação e na distribuição na avaliação das perdas de água no âmbito do prestador de serviço o Gráfico 10 apresenta os valores de ambos os indicadores para a cidade de Delmiro Gouveia em 2018.

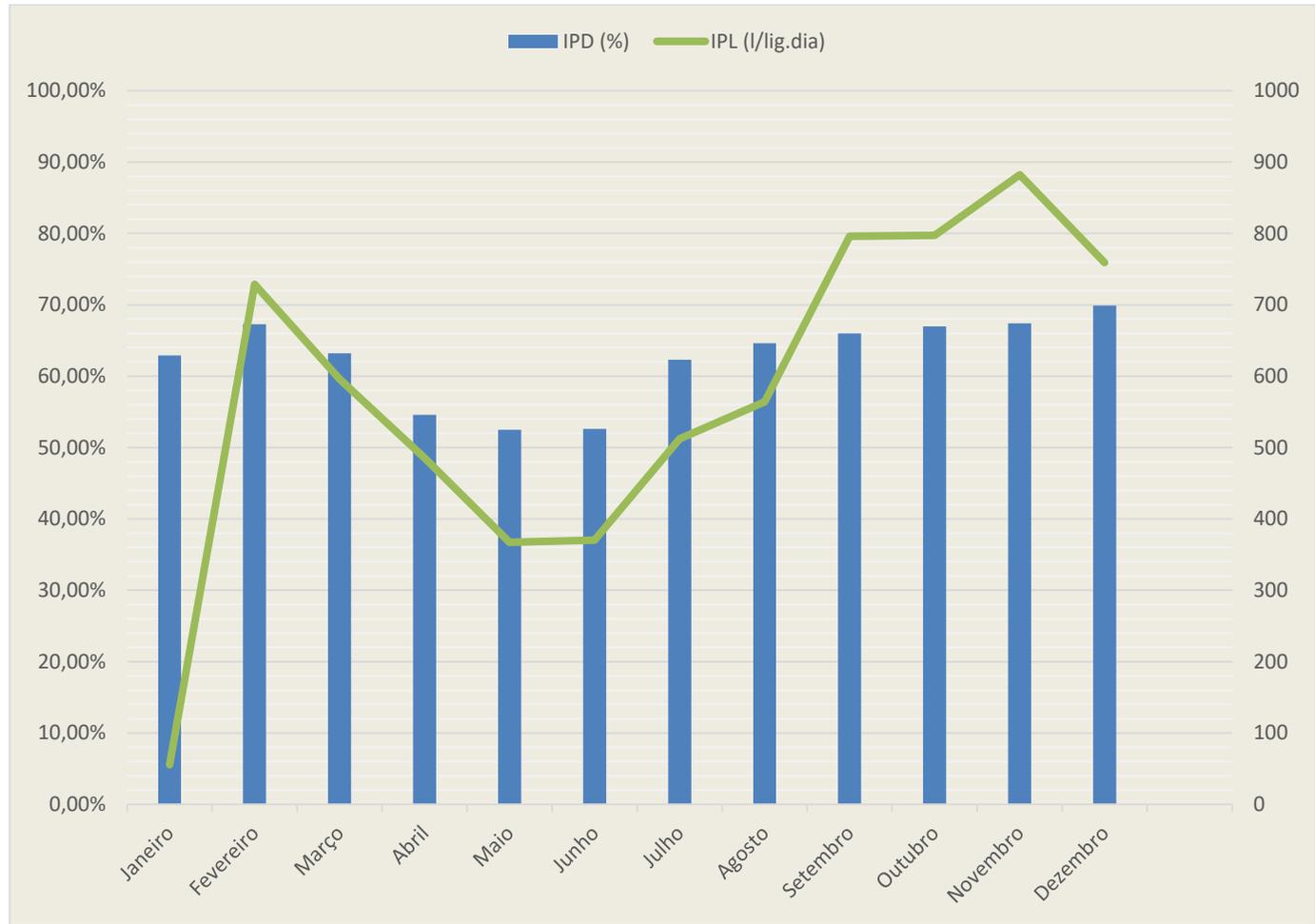
Considerando a importância da análise conjunta dos indicadores de perdas por ligação e na distribuição na avaliação das perdas de água no âmbito do prestador de serviço o Gráfico 11 apresenta os valores de ambos os indicadores para a cidade de Delmiro Gouveia em 2019.

Tabela 13: Perdas, índice de perdas na distribuição, índice de perda por ligação, e índice de perda por economia em 2018.

MESES	VN	VD	VU	LA	EA	Perda	IPD	IPL
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(lig. ativas)	(Ec. Ativas)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(l/lig.dia)
<b>Janeiro</b>	222.860	465.754	172.822	14.466	-	<b>292.932</b>	<b>62,9%</b>	<b>55,48</b>
<b>Fevereiro</b>	222.860	440.672	144.204	14.527	-	<b>296.468</b>	<b>67,3%</b>	<b>728,86</b>
<b>Março</b>	222.860	421.869	155.118	14.439	-	<b>266.751</b>	<b>63,2%</b>	<b>595,95</b>
<b>Abril</b>	222.860	386.782	175.465	14.516	-	<b>211.317</b>	<b>54,6%</b>	<b>485,25</b>
<b>Mai</b>	222.860	314.751	149.618	14.503	-	<b>165.133</b>	<b>52,5%</b>	<b>367,29</b>
<b>Junho</b>	222.860	305.515	144.817	14.471	-	<b>160.698</b>	<b>52,6%</b>	<b>370,16</b>
<b>Julho</b>	222.860	370.066	139.520	14.517	-	<b>230.546</b>	<b>62,3%</b>	<b>512,29</b>
<b>Agosto</b>	222.860	394.712	139.817	14.574	-	<b>254.895</b>	<b>64,6%</b>	<b>564,18</b>
<b>Setembro</b>	222.860	533.515	181.521	14.738	-	<b>351.994</b>	<b>66,0%</b>	<b>796,11</b>
<b>Outubro</b>	222.860	544.342	179.369	14.767	-	<b>364.973</b>	<b>67,0%</b>	<b>797,27</b>
<b>Novembro</b>	222.860	579.984	189.111	14.768	-	<b>390.873</b>	<b>67,4%</b>	<b>882,25</b>
<b>Dezembro</b>	222.860	499.727	150.434	14.842	15.392	<b>349.293</b>	<b>69,9%</b>	<b>759,16</b>
<b>Total</b>	2.674.320	5.257.689	1.921.816	-	-	<b>3.335.873</b>	-	<b>6.914,27</b>
<b>Média</b>	-	-	-	14.594	-	-	<b>62,5%</b>	-

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Gráfico 10: Índices de perdas por ligação e na distribuição em 2018.



Fonte: Autor (2021)

Tabela 14: Perdas, índice de perdas na distribuição, índice de perda por ligação, e índice de perda por economia em 2019.

MÊS	VN	VD	VU	LA	EA	Perda	IPD	IPL	IPE
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(lig. ativas)	(eco. ativas)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(l/lig.dia)	(l/lig.dia)
<b>Janeiro</b>	222.860	464.462	165.159	14.897	15.461	<b>299.303</b>	<b>64,4%</b>	<b>648,11</b>	<b>624,47</b>
<b>Fevereiro</b>	222.860	501.591	151.065	14.867	15.459	<b>350.526</b>	<b>69,9%</b>	<b>760,56</b>	<b>731,44</b>
<b>Março</b>	222.860	558.078	153.315	14.901	15.520	<b>404.763</b>	<b>72,5%</b>	<b>876,24</b>	<b>841,29</b>
<b>Abril</b>	222.860	554.861	144.434	14.860	15.475	<b>410.427</b>	<b>74,0%</b>	<b>890,95</b>	<b>855,55</b>
<b>Mai</b>	222.860	562.118	196.415	14.898	15.549	<b>365.703</b>	<b>65,1%</b>	<b>791,84</b>	<b>758,69</b>
<b>Junho</b>	222.860	562.118	191.864	14.933	15.594	<b>370.254</b>	<b>65,9%</b>	<b>799,82</b>	<b>765,91</b>
<b>Julho</b>	222.860	527.748	183.757	14.921	15.572	<b>343.991</b>	<b>65,2%</b>	<b>743,68</b>	<b>712,59</b>
<b>Agosto</b>	222.860	327.572	178.994	14.903	15.571	<b>148.578</b>	<b>45,4%</b>	<b>321,60</b>	<b>307,81</b>
<b>Setembro</b>	222.860	493.543	182.629	14.858	15.526	<b>310.914</b>	<b>63,0%</b>	<b>675,02</b>	<b>645,98</b>
<b>Outubro</b>	222.860	600.225	180.527	14.850	15.516	<b>419.698</b>	<b>69,9%</b>	<b>911,69</b>	<b>872,56</b>
<b>Novembro</b>	222.860	545.829	187.424	14.860	15.525	<b>358.405</b>	<b>65,7%</b>	<b>803,96</b>	<b>769,52</b>
<b>Dezembro</b>	222.860	593.648	191.874	14.937	15.591	<b>401.774</b>	<b>67,7%</b>	<b>867,67</b>	<b>831,28</b>
<b>Total</b>	2.674.320	6.291.793	2.107.457	-	-	<b>4.184.336</b>		<b>9.091,17</b>	<b>8.717,09</b>
<b>Média</b>	-	-	-	14.890	15.530	-	<b>65,7%</b>	-	-

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Gráfico 11: Índices de perdas por ligação e na distribuição em 2019



Fonte: Autor (2021)

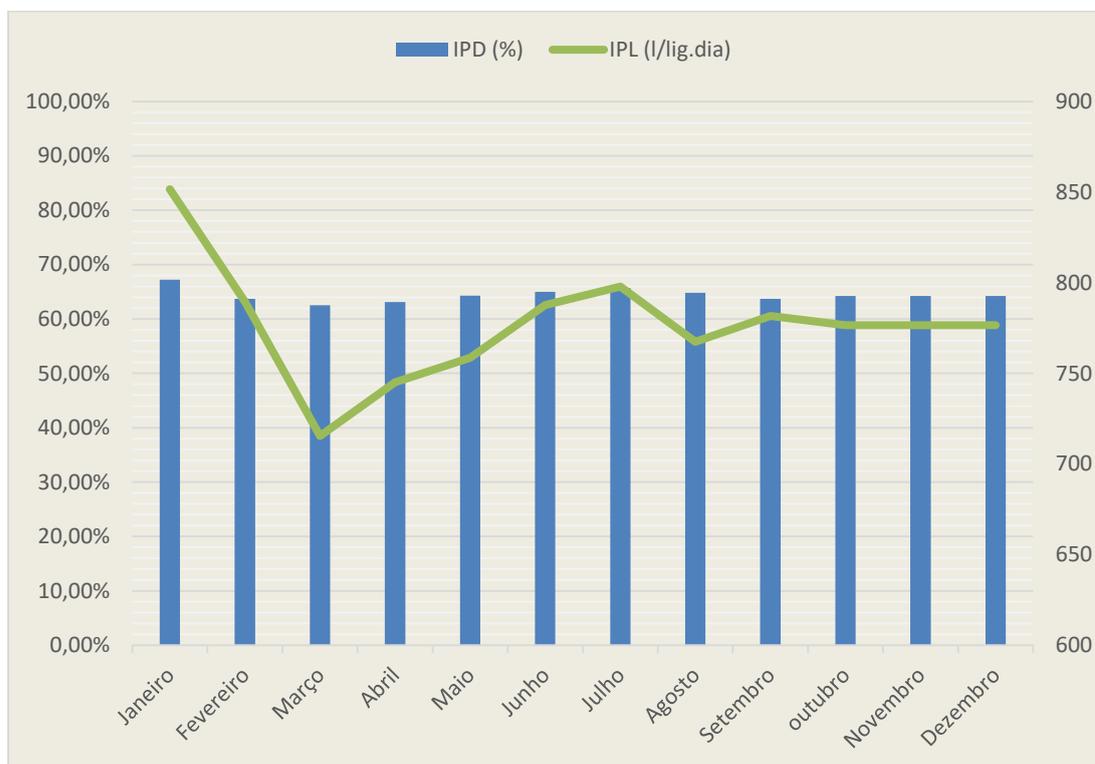
Tabela 15: Perdas, índice de perdas na distribuição, índice de perda por ligação, e índice de perda por economia em 2020.

MÊS	VN	VD	VU	LA	EA	Perda	IPD	IPL	IPE
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(lig. ativas)	(eco. ativas)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(l/lig.dia)	(l/lig.dia)
<b>Janeiro</b>	222.860	588.902	193.182	14.990	15.661	<b>395.720</b>	<b>67,2%</b>	<b>851,58</b>	<b>815,09</b>
<b>Fevereiro</b>	222.860	534.920	194.342	14.878	15.543	<b>340.578</b>	<b>63,7%</b>	<b>789,36</b>	<b>755,59</b>
<b>Março</b>	222.860	528.185	198.115	14.882	15.547	<b>330.070</b>	<b>62,5%</b>	<b>715,46</b>	<b>684,85</b>
<b>Abril</b>	222.860	525.795	194.265	14.833	15.427	<b>331.530</b>	<b>63,1%</b>	<b>745,03</b>	<b>716,34</b>
<b>Mai</b>	222.860	543.704	193.957	14.871	15.465	<b>349.747</b>	<b>64,3%</b>	<b>758,67</b>	<b>729,53</b>
<b>Junho</b>	222.860	545.613	191.215	14.997	15.655	<b>354.398</b>	<b>65,0%</b>	<b>787,71</b>	<b>754,60</b>
<b>Julho</b>	222.860	566.647	194.295	15.053	15.715	<b>372.352</b>	<b>65,7%</b>	<b>797,94</b>	<b>764,32</b>
<b>Agosto</b>	222.860	556.315	196.033	15.143	15.806	<b>360.282</b>	<b>64,8%</b>	<b>767,48</b>	<b>735,29</b>
<b>Setembro</b>	222.860	561.638	204.054	15.249	15.893	<b>357.584</b>	<b>63,7%</b>	<b>781,66</b>	<b>749,98</b>
<b>outubro</b>	222.860	574.421	205.829	15.312	15.962	<b>368.592</b>	<b>64,2%</b>	<b>776,52</b>	<b>744,90</b>
<b>Novembro</b>	222.860	564.028	205.248	15.367	16.035	<b>358.780</b>	<b>64,2%</b>	<b>776,52</b>	<b>744,90</b>
<b>Dezembro</b>	222.860	564.028	205.248	15.367	16.035	<b>358.780</b>	<b>64,2%</b>	<b>776,52</b>	<b>744,90</b>
<b>Total</b>	2.674.320	6.654.196	2.375.783	-	-	<b>4.278.413</b>	-	9.324,43	8.940,29
<b>Média</b>	-	-	-	15.079	15.729	-	<b>64,4%</b>	-	-

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Considerando a importância da análise conjunta dos indicadores de perdas por ligação e na distribuição na avaliação das perdas de água no âmbito do prestador de serviço o Gráfico 12 apresenta os valores de ambos os indicadores para a cidade de Delmiro Gouveia em 2020.

Gráfico 12: Índices de perdas por ligação e na distribuição em 2020.



Fonte: Autor (2021)

Mediante os diagnósticos apresentados anteriormente pode-se notar que em relação a classificação do sistema (Quadro 9), todos os meses possuem um índice de perdas de distribuição considerado ruim, dado que, todos estão bem acima dos 40%. Em termos de faturamento para a empresa, a situação é bem negativa, já que, esse fato gera uma receita efetivamente baixa.

Em relação aos índices de perdas por ligação, e por economia, a CASAL usa uma tabela com a seguinte classificação:

Quadro: 10 Classificação IPL e IPE

l/lig.dia	
< 100	Excelente
de 100 a 199,9	Ótima
de 200 a 299,9	Boa
de 300 a 499,9	Regular
>=500	Péssima

Fonte: CASAL (2021). (Adaptado pelo autor).

Assim, pode-se verificar que apenas no ano de 2018, o mês de janeiro apresentou uma classificação excelente com um 55,48 l/lig.dia. Os meses de abril maio e junho apresentaram classificação regular com 485,25 l/lig.dia, 367,29 l/lig.dia, 370,16 l/lig.dia, respectivamente, e o restante deles como péssima. Em 2019 apenas o mês de agosto apresentou uma classificação regular tanto para o índice de perdas por ligação e índice de perdas por economia (321,60; 307,81), com o restante dos meses apresentando uma classificação como péssima, assim como todos os meses de 2020, onde as perdas estão todas acima de 500 l/lig.dia.

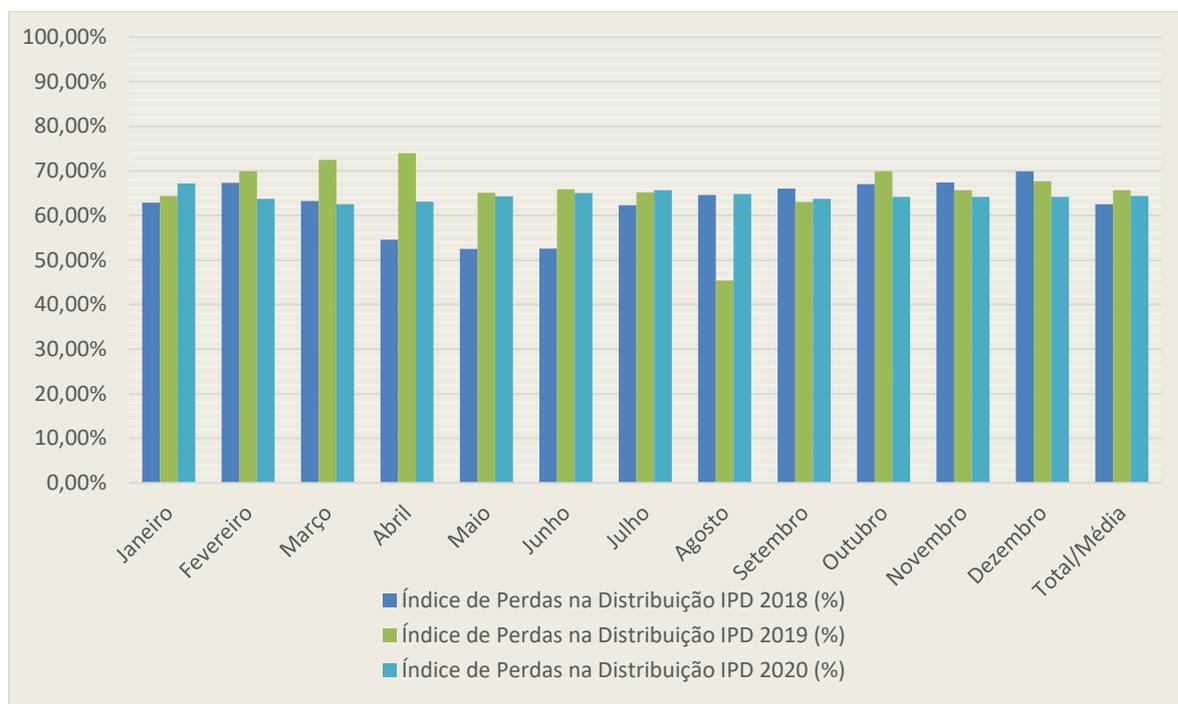
Segundo o SNIS (2019) mais atual, o índice de perda por ligações para a CASAL em 2019 foi de 259,5 l/lig.dia (Gráfico 2), possuindo uma classificação boa, uma realidade totalmente diferente da cidade de Delmiro Gouveia para o mesmo ano. Assim como o índice de perdas na distribuição para os 3 anos, 2018, 2019, e 2020 apresentaram um valor acima de 60% (62,5%, 65,7%, 64,4%, respectivamente), valores bem mais altos que o Nacional, e que o do estado de Alagoas. Logo pode-se perceber que existe um longo caminho a ser percorrido em busca da melhora deste indicador, já que ele fornece uma aproximação útil para a análise do impacto das perdas na distribuição (físicas e aparentes), em relação ao volume produzido.

Em relação ao crescimento no ponto percentual do indicador de perdas na distribuição (IPD), pode-se notar, que apesar do aumento na média anual desse indicador em 2019 (65,5%), em relação ao ano de 2018 (62,5%), em 2020 a média anual do mesmo indicador diminuiu, apresentando um valor de 64,4%. De 2018 para 2019, também ocorreu um crescimento considerável em relação as perdas (P), e no indicador de perdas por ligação (IPL), de 25,43% e 31,48% respectivamente. Enquanto de 2019 para 2020, além de 2020 apresentar um IPD menor, a taxa de crescimento para P e IPL foi de 2,24% e 2,56% respectivamente, o que de forma significativa, apesar de o ano de 2018 apresentar um valor menor nos indicadores, não significa que haviam menos perdas, pois a abordagem no cálculo das perdas era diferente, com dados importantes não sendo levados em consideração, e analisando as taxas de crescimento de 2018 para 2019, e de 2019 para 2020, pode se notar uma diminuição significativa, o que de certa forma indica uma melhora e maior controle em relação ao valor real das perdas.

Considerando a importância da análise conjunta dos indicadores de perdas por ligação e na distribuição na avaliação das perdas de água no âmbito do prestador de

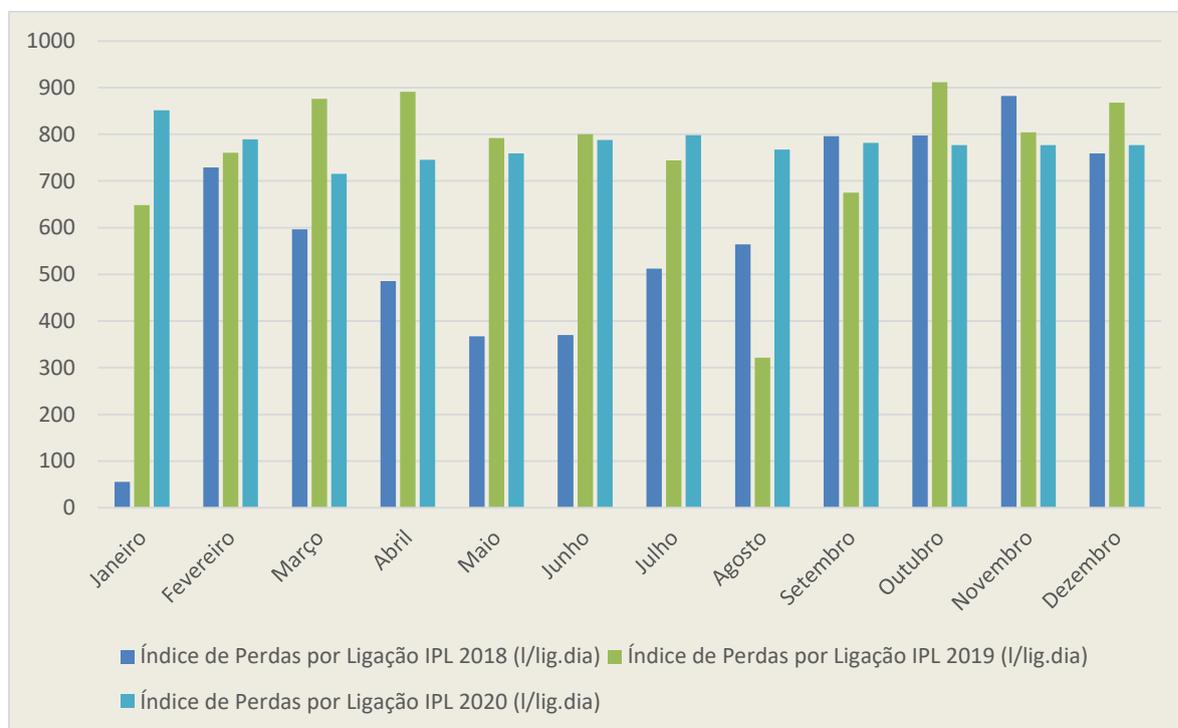
serviço os Gráficos 13, 14, 15 e 16, apresentam um comparativo entre os valores de ambos os indicadores para a cidade de Delmiro Gouveia, nos 3 anos.

Gráfico 13: índice de perdas na distribuição anual.



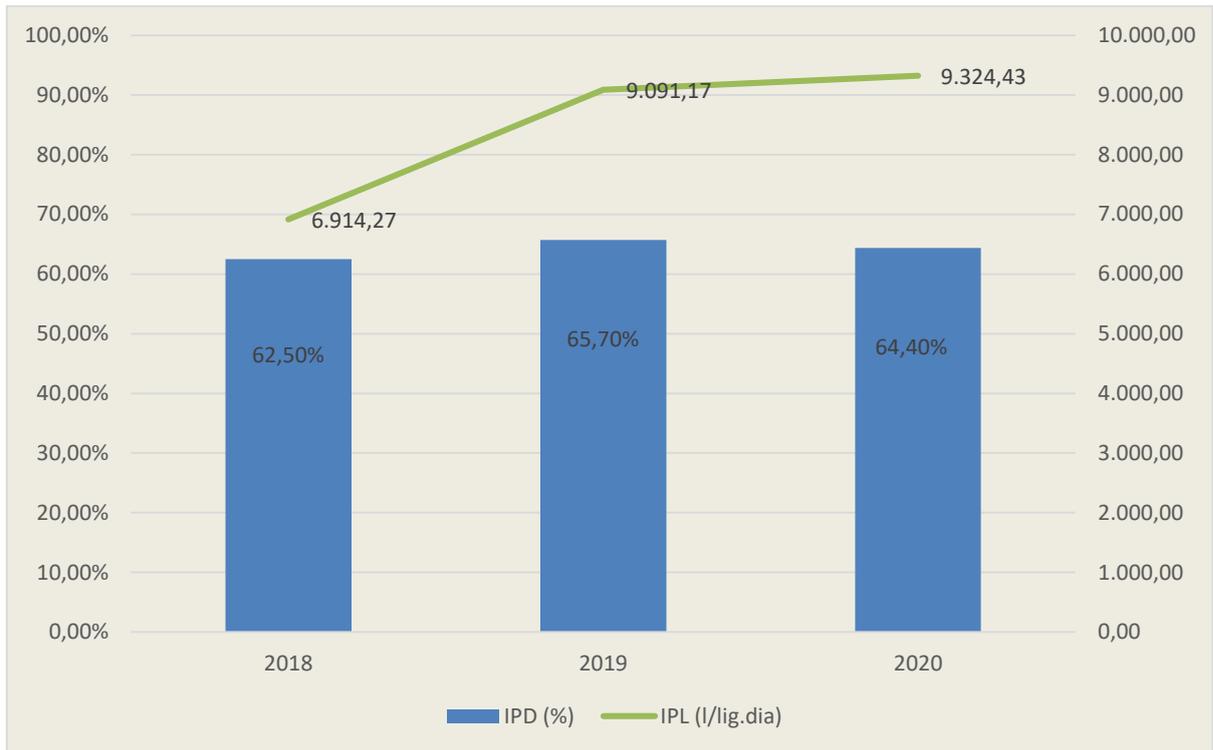
Fonte: Autor (2021)

Gráfico 14: Índice de perdas por ligação.



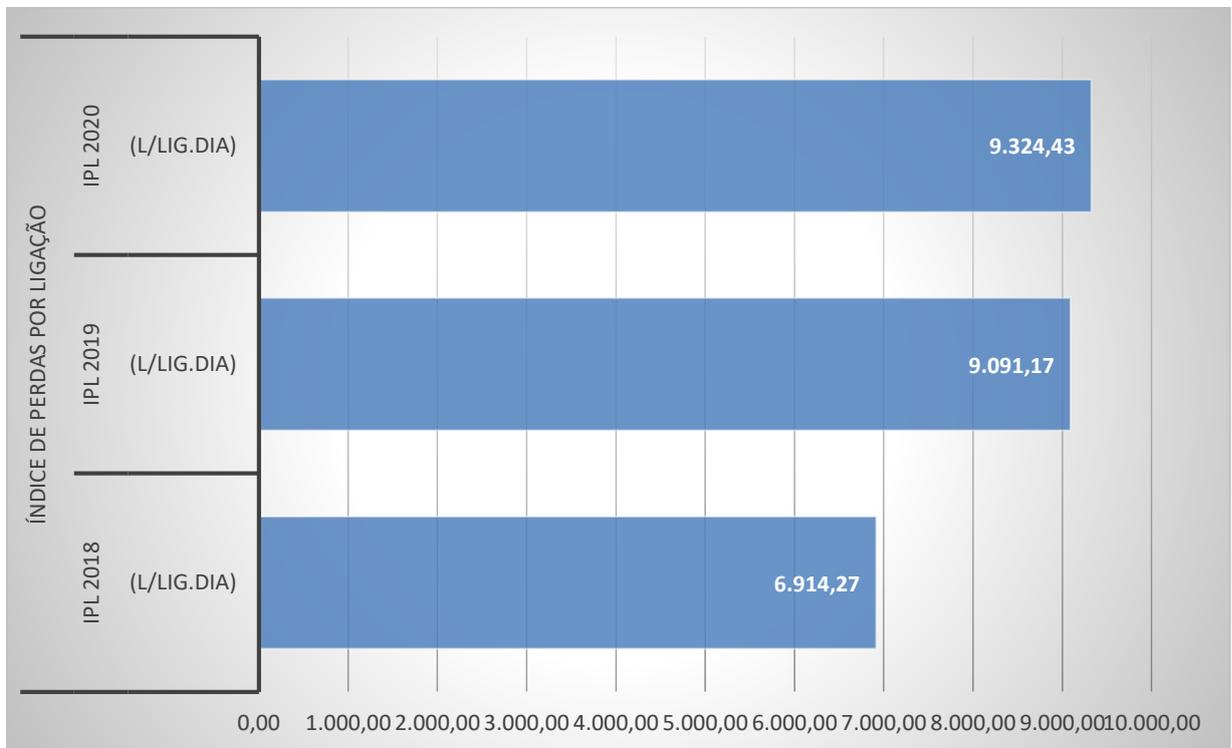
Fonte: Autor (2021)

Gráfico 15: Índices de Perdas por Ligação e na Distribuição Comparativo Anual.



Fonte: Autor (2021)

Gráfico 16: Índice de Perdas por Ligação Volume Anual.



Fonte: Autor (2021)

### **3.5 O gerenciamento de perdas na CASAL: o Sigmetro.**

Para se solucionar um problema, é preciso conhecê-lo, o que no contexto das perdas, para a minimização das mesmas, é essencial a aferida coleta de dados, processamento das informações e a correta interpretação das mesmas. Assim, para um correto diagnóstico do sistema de água em relação à gestão de perdas, é preciso conhecer o sistema de abastecimento, o que envolve está com cadastro da rede atualizado, setorização, cadastro comercial, modelagem hidráulica, etc. Saber quanta água se perde, e aí entra a importância da macromedição, micromedição e determinação do Balanço Hídrico. Compreender onde essa água está sendo perdida, determinar os tipos dessas perdas, e por fim, por que se perde, tornando fundamental os projetos pilotos, DMCs, mapeamento de falhas e registros, vazão mínima noturna, ensaios de campo para determinar os componentes das perdas, ensaios de medidores em bancada, efeitos da pressão, registros de falhas, mão de obra, materiais, controle ativo de vazamentos, etc. Essas medidas permitem à prestadora de serviço possuir maior precisão nos dados, conseqüentemente, aprimoramento do diagnóstico e gerenciamento das perdas, logo, maior controle e redução das perdas.

Sabendo-se da importância dessas medidas, pretendendo obter maior controle, e evitar o desperdício de água, a Companhia de Saneamento de Alagoas, iniciou a execução do programa “Sigmetro”, que tem como objetivo a otimização dos processos de identificação, medição e controle de perdas de água. O projeto conquistou em 2017, o segundo lugar no VIII Concurso de ações Inovadoras, na categoria “Gestão Estratégia e Planejamento, Gestão Orçamentária e Financeira”, prêmio concebido pelo Governo do Estado, e promovido pela SEPLAG (Secretaria de Planejamento, Gestão e Patrimônio).

O projeto é dividido em etapas, onde a primeira está em execução, e consiste na passagem de equipes nas cidades com índices altos de perda no Sertão do estado para executar um maior levantamento de dados, conseqüentemente, levantamento dos prejuízos.

De modo geral serão instaladas centrais de monitoramento, com um sistema padrão, na qual será possível monitorar e controlar o abastecimento através de um painel com indicadores, que dará um quantitativo das perdas, e uma melhor gestão operacional. Com a implantação do projeto, é esperado que haja uma melhor operação do sistema, menos perdas e uma melhoria no faturamento, conseqüentemente aumentando a arrecadação da Companhia nessas cidades.

Em 2017 foi-se realizado um estudo “*Análise do índice de perdas no sistema de abastecimento de água na cidade de Delmiro Gouveia – al*”, de Yuri Dantas Barbosa, também sobre as perdas no setor de abastecimento de água no Município de Delmiro Gouveia entre os anos de 2011 à 2017, administrado pela mesma prestadora de serviço, CASAL - Unidade do Sertão, com o mesmo objetivo: obter valores de perdas referente ao sistema de abastecimento. Onde, as análises dos dados mostraram valores de perdas ainda altas, porém com valores menores aos apresentados no atual estudo. A associação seria de que quanto maiores os valores, indicaria maiores perdas, porém nesse caso, onde os anos do atual estudo, têm-se a atuação de nova ETA (ETA Alto Sertão) no sistema, além do início da execução do programa Sigmetro, logo, um melhor gerenciamento/monitoramento, maior levantamento de dados, conseqüentemente mais perto da realidade de quanto se está perdendo, maior controle sobre o sistema geral, tais comparações com o estudo anterior não podem ser feita em valores, dada a diferença de dados levantados, que interferem no cálculos dos volumes, conseqüentemente dos indicadores e perdas entre os dois, tornando o diferencial entre os estudos, os anos analisados na qual há a transição para uma nova forma, um novo programa de avaliação de perdas dentro da CASAL.

#### **4. CONCLUSÃO**

No Brasil segundo SNIS (2019), para cada 100 litros de água captada, tratada e pronta para ser distribuída, aproximadamente 39 litros são perdidos no caminho por vazamentos, erros de leitura, furtos e outros problemas. No estado de Alagoas, a cada 100 litros, aproximadamente 27 litros são perdidos, ficando abaixo do índice nacional, e como o segundo Estado com menor índice de perdas na distribuição. Com a análise dos resultados pode se observar que os índices para o município de Delmiro Gouveia são bem insatisfatórios, visto que em maioria apresentam tanto em relação a percentual de volumes, como na variação de perdas por ligação, indicadores com valores bem altos, principalmente quando comparados com o do país e com o do estado de Alagoas.

Sabe-se que o índice de perdas na distribuição possui limitações na caracterização do sistema de perdas de água do prestador de serviço, pois fornece uma aproximação útil para a análise do impacto das perdas na distribuição (físicas e

aparentes), em relação ao volume produzido, porém as empresas gestoras definem o volume de serviço de maneira diferente, logo, a comparação desse índice pode trazer distorções, e a comparação pode ser prejudicada pelos baixos níveis de macromedição e micromedição de algumas empresas.

Para a área de estudo, atualmente não temos macromedição de vazão, e essa é uma variável indispensável para o combate às perdas de água em um município. Porém já existe medidas tomadas pela CASAL, através do programa Sigmetro, que trás em uma das suas etapas a instalação de Estações Pitométricas (EP), afim de consolidar a técnica de pitometria na aferição de macromedidores de vazão no abastecimento da região. Condição essa que permitirá determinar os diversos recursos para tomada de decisão no sistema de abastecimento de água, como por exemplo:

- Determinação das perdas físicas, pois internacionalmente a sua aferição é feita com base nos valores, apurados em macromedições de vazões situadas nas entradas dos setores;
- Controlar a produção de água, já que a macromedição permitirá medir os volumes e vazões aportados durante períodos de interesse;
- Melhorar a operação do sistema, pois a macromedição possibilita medir parâmetros técnicos importante, uma vez que, os dados obidos são fundamentais para configurar um banco de informações sobre o principal produto do sistema;
- Determinação do balanço hídrico, uma vez que, o mesmo é baseado em medições de água produzida, exportada, importada, perdida ou consumida;
- Executar um planejamento, tal que a adequação dos setores de distribuição, amplicação do sistema, permitem estabelecer margens de disponibilidade existentes, demandas não atendidas, limites de exploração, vazões a serem instaladas, controle e conseqüentemente redução em gastos com energia, indicação da necessidade adequar a operação a níveis de eficiência desejáveis, dentre outros aspectos;

Por conseguinte, considerando a importância da análise conjunta dos indicadores percentuais, com os em litros por ligação ao dia, o índice de perdas por ligação, que está mais correlacionado no desempenho do prestador de serviço, mais próximo de medir um regime de eficiência, mostra de acordo com os diagnósticos

anteriores, com uma classificação considerada como péssima, a deficiência da empresa também em relação à essas perdas.

É de suma importância que a prestadora de serviços promova manutenções preventivas periódicas na rede, com o intuito de evitar danos de grandes proporções que acarretam no aumento do tempo de interrupção da rede de abastecimento de água para a comunidade. É importante que a sociedade tenha um papel ativo neste processo, através da divulgação destes índices e de informações que auxiliem no entendimento dos mesmos, a fim de motivar sua participação na prestação de auxílios quando de problemas visíveis na rede de distribuição de água e monitoramento dos consumos unitários (domésticos).

Outro fator observado de acordo com os resultados, é o aumento na produção de água, diretamente proporcional ao aumento no volume de água captada da natureza, e nesse caso, também proporcional ao aumento das perdas. A associação de que quanto maior a produção de água, indicará um maior consumo de água potável pela população atendida, pode na verdade significar que se estar produzindo mais água apenas para compensar os altos índices de perdas de água no sistema. O que ocorre na atual área de estudo, sendo um fato de suma importância para a região, se tornando péssimo para a sustentabilidade do sistema, sabendo-se que a água é um recurso natural limitado, e que o sertão alagoano, logo, a região do município objeto de estudo, sofre também com escassez hídrica.

Com o objetivo de manter os índices de perdas de água satisfatórios na distribuição da rede de abastecimento do município e também visando melhorar continuamente os serviços prestados, é necessário a aplicação e utilização de indicadores de desempenho tanto quantitativos como qualitativos, com o intuito de maior controle da eficiência e eficácia dos serviços prestados à população. Para conseguir o objetivo mencionado, as estratégias de redução de perdas devem combinar ações para a melhoria da gestão e técnicas (ampliação da infraestrutura) que permitam quebrar os paradigmas em relação às dificuldades comumente apontadas pelas empresas.

Partindo desse ponto, um programa de Redução de Perdas deve fazer parte do Planejamento Estratégico de qualquer prestadora de serviço de saneamento, incorporando metas e recursos a serem alocados para a sua viabilização. De forma resumida, um programa deve conter, minimamente, as seguintes etapas (ABES,

2013): diagnóstico, definição de metas, indicadores de controle, planos de ação, estruturação, recursos e priorização.

Para a CASAL, em Delmiro Gouveia, o maior desafio tem sido reduzir o índice de perda de água na distribuição, a partir da redução do volume disponibilizado (VD) e da elevação do volume utilizado (VU). A ausência de mecanismos de monitoramento, e equipamentos que possam fazer uma aferida medição, tem sido o maior desafio, pois, sem o devido controle não tem como se determinar onde estão os maiores volumes perdidos, se caudados pelas perdas reais (causadas por vazamentos) ou se pelas perdas aparentes (causadas por ligações clandestinas ou irregulares), tornando o sistema vulnerável no controle das perdas de água (reais e aparentes), fazendo com que o sistema possua uma deficiência nessa esfera de redução dos volumes altos de água produzidos e não contabilizados.

Apesar de saber que medidas já estão sendo tomadas, como a implantação do projeto SIGMETRO, o atual estudo demonstra, que existe um longo caminho a ser percorrido em busca da melhora, controle, e redução de perdas de água no sistema de abastecimento do Município.

## REFERENCIAS

ABES, *Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água*. Disponível em: <[http://abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas\\_Abes.pdf](http://abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas_Abes.pdf)>. Acesso em 13 de maio de 2021.

ABES, *Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate*. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/16052-Perdas-em-sistemas-de-abastecimento-de-agua-diagnostico-potencial-de-ganhos-com-sua-reducao-e-propostas-de-medidas-para-o-efetivo-combate.html>>. Acesso em 25 de maio de 2021.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público*. 4 p. 1994.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8194 – Medidores de água potável- Padronização*. 2013.

AL

EGRE, H., HIRNER, W., BAPTISTA, J.M. E PARENA, R. *Performance Indicators for Water Supply Services. International Water Association - IWA*, 2000. Londres, Inglaterra, 162p.

ALEGRE, H.; COELHO, S.T.; ALMEIDA, M.C.; VIEIRA, P.. *Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição*. Série Guias Técnicos 3, Ed. IRAR, Lisboa ,2005.

ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. *Indicadores de desempenho para serviços de água: manual de boa prática*. Versão. London : IWA Publishing, 2000.

AWWA. *Water Audits and Loss Control Programs, Manual of Water Supply Practices*, M36. 3 ed. Denver, American Water Works Association, USA, 2009.

BARBOSA, Y. *Análise do índice de perdas no sistema de abastecimento de água na cidade de delmiro gouveia – al.* 2017. Disponível em: < <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/bitstream/riufal/3794/1/An%C3%A1lise%20do%20%C3%ADndice%20de%20perdas%20no%20sistema%20de%20abastecimento%20de%20%C3%A1gua%20na%20cidade%20de%20Delmiro%20Gouveia%20-%20AL.pdf>> Acesso em 25 de maio de 2021.

BRITTO, A. L (coordenadora). *Panorama do saneamento básico no Brasil – Avaliação político-institucional do setor de saneamento básico.* Volume IV. Ministério do Desenvolvimento Nacional. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011.

CARVALHO, F.; PEPLAU, R.; CARVALHO, G.; PEDROSA, V.; *Estudos sobre perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de maceió.* In. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004, São Luís. Disponível em: < <https://ctec.ufal.br/professor/vap/perdassistemadeabastecimento.pdf>>. Acesso em 25 de maio de 2021.

FUNASA, *Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água.* Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/reducao\\_de\\_perdas\\_em\\_saa74.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/reducao_de_perdas_em_saa74.pdf)>. Acesso em 13 de maio de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2021.* Delmiro Gouveia, 2021. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/delmiro-gouveia/panorama>> Acesso em 20 de junho de 2021.

LAMBERT, A. E HIRNER, W. *Losses from water supply systems: standard terminology and recommended performance measures,* 2000. IWA. Disponível em: < [www.iwahq.org.uk/bluepages](http://www.iwahq.org.uk/bluepages)> Acesso em 03 de junho de 2021.

LAMBERT, A. *International report on water losses management and techniques,* 2001. IWA Conference, Berlin, Alemanha.

LAMBERT, A. *What do we know about pressure: leakages relationships in distribution systems?* 2000. IWA Conference on System Approach to Leakage Control and Water Distribution Systems Management, Londres, Inglaterra.

LIEMBERGER, R. *Do you know how misleading the use of wrong performance indicators can be?* In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PROGRAMAS DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 1, 2002, Recife. Seminário... Recife: Ipea, 2002. Disponível em: . Acesso em 14 de julho de 2021.

MIRANDA, E. C. *Avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água – indicadores de perdas e metodologias para análise de confiabilidade.* 2002. Disponível em < <http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/04/Ernani-Cir%C3%ADaco-2002.pdf>> Acesso em 16 de julho de 2021.

MIRANDA, E. C. Gerenciamento de perdas de água. Capítulo 17. In: Abastecimento de água para consumo humano. Léo Heller e Valter Lúcio de Pádua (Organizadores). Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

NOVAES, L.F.; BRESSANI, F. *Importância da pitometria no sistema de abastecimento de água.* In. XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS., 2009, Campo Grande. Disponível em: < [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/0d723fb605cfc6bd8d2c8ecaa3369616\\_8eb44b7fc4428f9248c39e7fcd3d6224.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/0d723fb605cfc6bd8d2c8ecaa3369616_8eb44b7fc4428f9248c39e7fcd3d6224.pdf)>. Acesso em 13 de maio de 2021.

NURENE – NÚCLEO REGIONAL NORDESTE. Guia do profissional em treinamento. *Gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em Sistemas de abastecimento.* Nível 2. Guia do profissional em treinamento.

OLIVEIRA, E. *Saneamento em áreas irregulares: qual o caminho? Assemae.* 2016. Disponível em: <<http://www.assemae.org.br/artigos/item/1515-saneamento-em-areas-irregulares-qual-o-caminho>> Acesso em: 09 ago. 2021.

OLIVEIRA, G.; SCAZUFCA, P.; MARCATO, F.S.; ORJUELA, G.; AROUCA, L.F.A.; AGUIAR, S.S. *Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica*. GO Associados. 113 p. 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/perdas-de-agua/Relatorio-Perdas-2013.pdf>> Acesso em: 26 mai. 2021.

ORSINI, E. Q. *Sistemas de Abastecimento de Água. Apostila da Disciplina PHD 412 - Saneamento II*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

PATRÍCIO, R. *Análise de Perdas na Rede de Distribuição de Água em um Subsetor da Cidade de Presidente Prudente – SP*. 2007. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98051/patricio\\_rjo\\_me\\_ilha.pdf;jsessionid=8710AE65AAE9FCA66E8806F3F0653F7C?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98051/patricio_rjo_me_ilha.pdf;jsessionid=8710AE65AAE9FCA66E8806F3F0653F7C?sequence=1)> Acesso em 09 de agosto de 2021.

PERTEL, M. *Experimentos hidráulicos conjugados ao uso de indicadores de desempenho aplicados à quantificação de perdas em Sistemas de abastecimento de água no brasil, 2014*. Disponível em: <[http://www.Saneamento.poli.ufrj.br/images/Documento/teses/Monica\\_Pertel\\_doutorado.pdf](http://www.Saneamento.poli.ufrj.br/images/Documento/teses/Monica_Pertel_doutorado.pdf)> Acesso em 09 de julho de 2021.

PLANSAB, *Relatório de Avaliação anual 2019*. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/RELATRIODEAVALIAOANUALDOPLANSAB20192.pdf>> Acesso em: 2 de julho de 2021.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/subHome.aspx?secaold=3>>. Acesso em 13 de maio de 2021.

SABESP, *Uso racional da água*. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>> Acesso em 14 de agosto de 2021.

SANTI, A. *Benchmarking aplicado ao controle das perdas de água no contexto das bacias hidrográficas piracicaba, capivari e jundiá*, 2018. Disponível em: <

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-25092018-111447/publico/DissertacaoAlineDoriaDeSanti.pdf>> Acesso em 13 de junho de 2021.

SANTOS, D. *Indicadores de perdas físicas de água no sistema urbano de distribuição, 2018*. Disponível em: < <http://tede.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br:8080/jspui/bitstream/tede/1129/2/DANIEL%20AUGUSTO%20ALEGRE%20OS%20SANTOS.pdf>> Acesso em: 22 de junho de 2021.

SILVA, F. C. et al. *Panorama de perdas em sistemas de abastecimento de água*. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7., 2004, São Luis. Anais... São Luis: ABRH, 2004.

SILVA, J. F.; OLIVEIRA, C. V.; BARROS, R.; FROLINI, N. L.; BULHOES, E. A. R. FILHO. *Melhoria da Eficiência Operacional no Setor de Abastecimento Iracema (Osasco) e Morumbi (São Paulo)*. In *Anais: 25º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Recife, Pernambuco – 2009.

SNIS, SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, 2018*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico-SNIS-AE-2018-Capitulo-08.pdf>> acesso em 13 de junho de 2021.

SNIS, SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, 2018*. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico-SNIS-AE-2018-Capitulo-08.pdf>> acesso em 13 de junho de 2021.

SOUZA, P. R. CH.; OLIVEIRA, V. A. A.; BARROS, D. P.; MOREIRA, M. A. R. G. *Projeto de Eficiência Energética, Controle e Redução de Perdas de Água de Lagoa Santa Água (Estudo de Caso)*. In *Anais: 25º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Recife, Pernambuco – 2009.

STEPHENS, I. *Níveis Econômicos de Perdas*. In. SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PROGRAMAS DE REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 2002, Recife-PE. Proceedings. Recife/PE. 16p.

SUASSUNA, J. *O gerenciamento da água no Nordeste*. 2004. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2004/05/b-artigo-b-o-gerenciamento-da-agua-no-nordeste/>>. Acesso em 13 de maio de 2021.

TARDELLI FILHO, J. *Controle e redução de perdas*. Capítulo 10. In: Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

TARDELLI FILHO, J. *Controle e redução de perdas*. In: TSUTUYIA, M. T. (Ed.). Abastecimento de água. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. cap. 10, p. 475-525.

TRATA BRASIL, *Painel Saneamento Brasil*. Disponível em: <<https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=270240>> acesso em 26 de maio de 2021.

TRATA BRASIL, *Perdas de água na distribuição: causas e consequências*. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2017/11/16/perdas-de-agua-causa-e-consequencias>>. Acesso em 13 de maio de 2021.

TSUYIYA, M. T. *Abastecimento de Água*. São Paulo, 2006. 3ª edição. Escola Politécnica da USP.

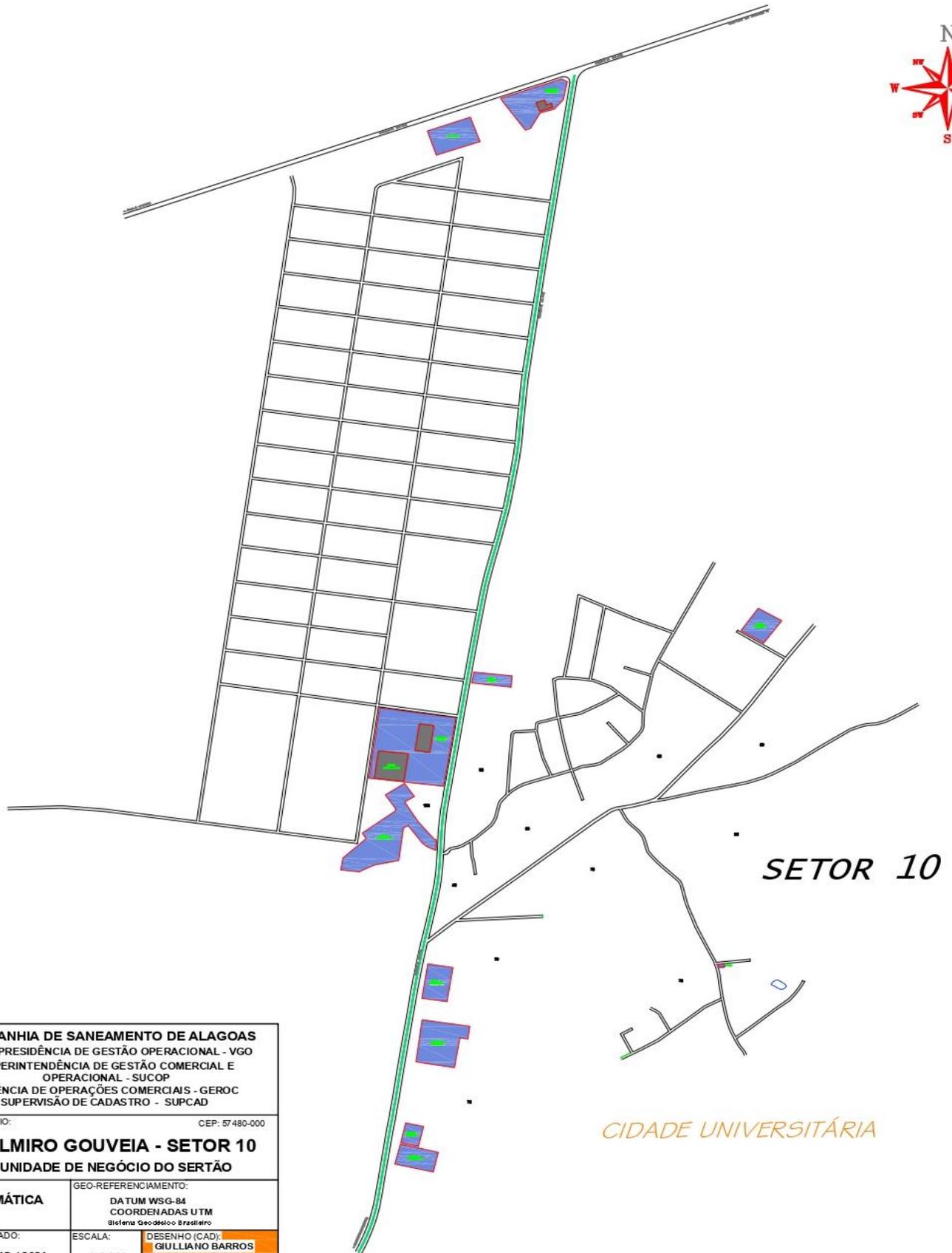
TSUTUYIA, M. T. Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

**ANEXO 1**

**Planta Esquemática Setorização de Delmiro Gouveia**



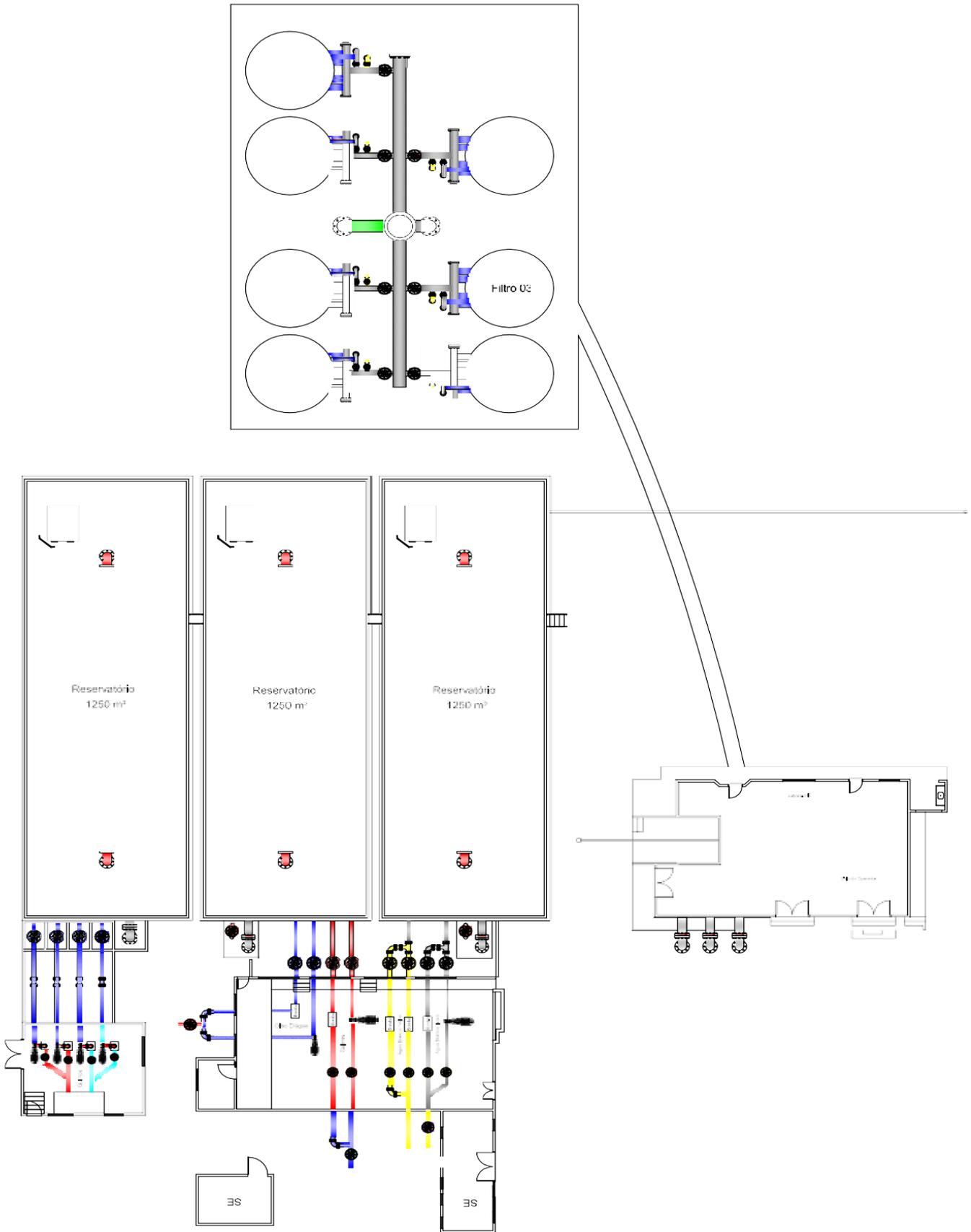
**ANEXO 2**  
**Planta Esquemática Setor 10 de Delmiro Gouveia**



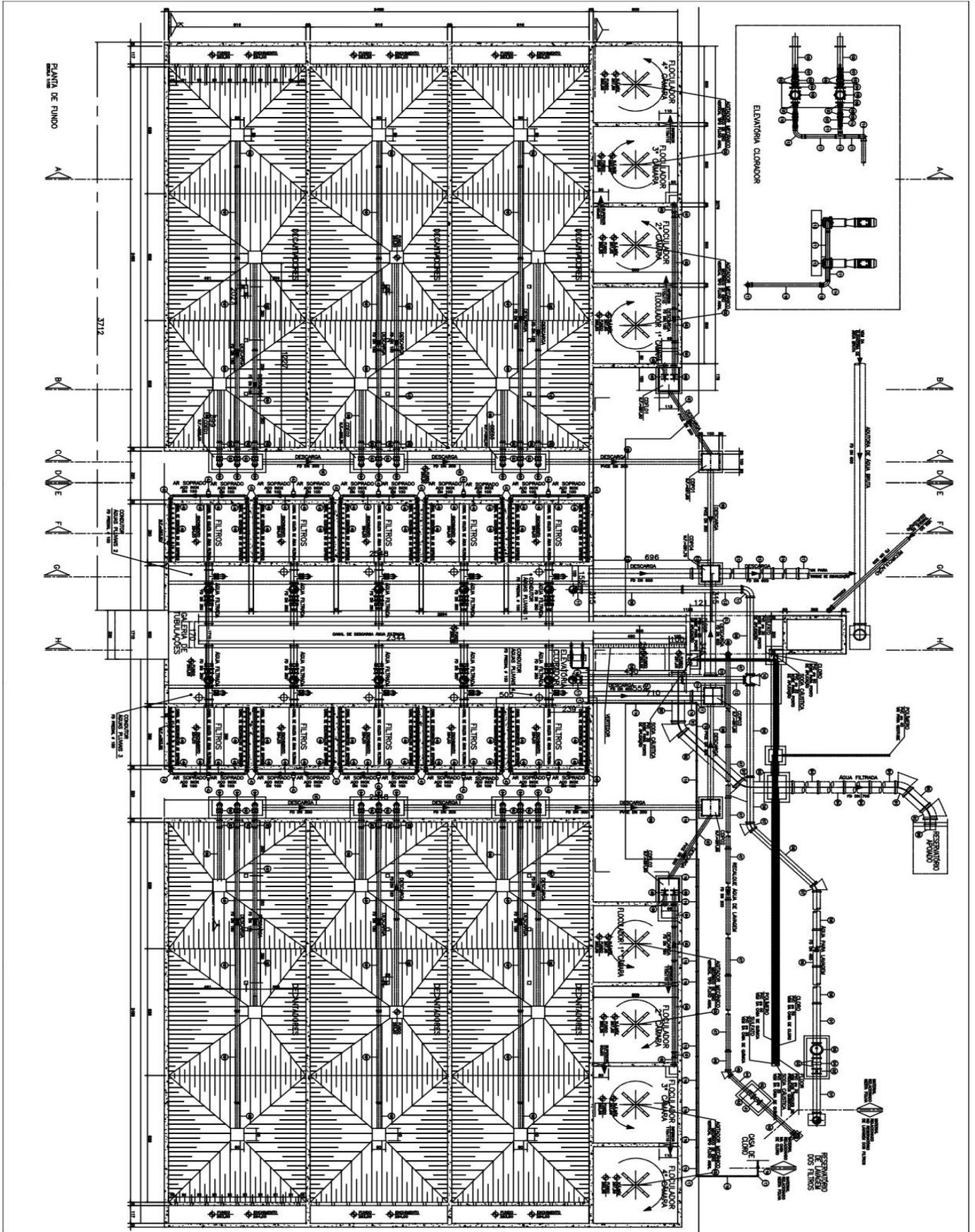
 <b>COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS</b> VICE PRESIDÊNCIA DE GESTÃO OPERACIONAL - VGO SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO COMERCIAL E OPERACIONAL - SUC.OP GERÊNCIA DE OPERAÇÕES COMERCIAIS - GEROC SUPERVISÃO DE CADASTRO - SUPCAD		
DCA/CÓDIGO: <b>025</b>	MUNICÍPIO: <b>DELMIRO GOUVEIA - SETOR 10</b>	CEP: 57 480-000
CATEGORIA COMERCIAL: <b>UN-SER</b>	UNIDADE DE NEGÓCIO DO SERTÃO	
PLANTA/PRANCHA: <b>PLANTA ESQUEMÁTICA GERAL</b>	GEO-REFERENCIAMENTO: DATUM WSG-84 COORDENADAS UTM Sistema Geodésico Brasileiro	
ATUALIZAÇÃO: GIULLIANO BARROS PAULO JORGE	ATUALIZADO: MAIO / 2021	ESCALA: 1:3.000
DESENHO (CAD): <b>GIULLIANO BARROS</b> <small>TECNÓLOGO EM SANEAMENTO RURAL                  TÉCNICO EM SANEAMENTO                  CREA: 12.284/2014-0001                  CREA: 12.284/2014-0001</small>		

Fonte: CASAL (2021).

**ANEXO 3****Planta Estação de Tratamento de Água do Sistema Coletivo do Sertão (ETA 03)**

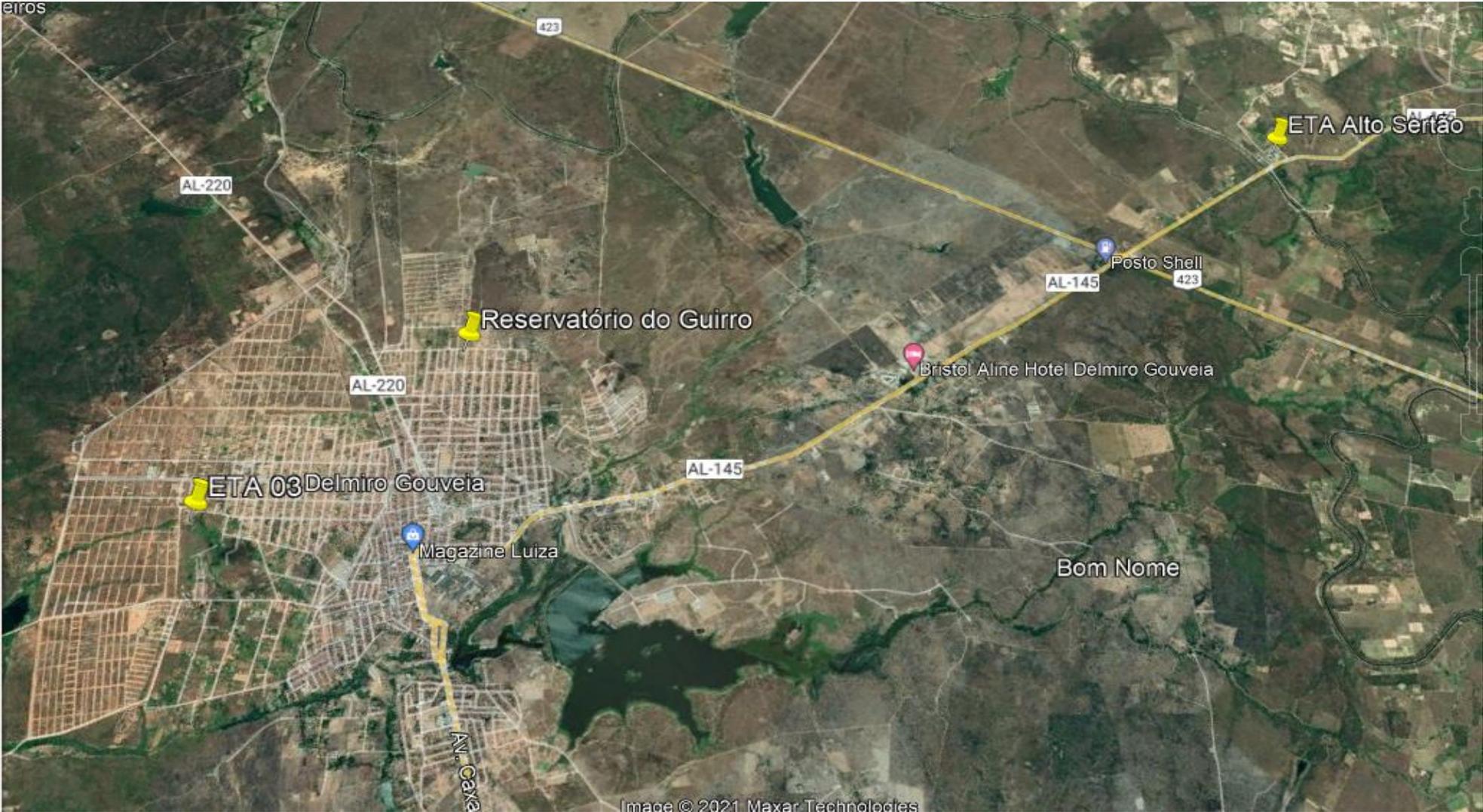


**ANEXO 4****Planta Estação de Tratamento de Água do Alto Sertão (ETA Alto Sertão)**



Fonte: CASAL (2021).

**ANEXO 5****Localização ETA 03, ETA Alto Sertão e Reservatório Guirro**



Fonte: CASAL (2021).