



## PROGRAMA DE REDUÇÃO DE PERDAS: DIAGNÓSTICO DO DAEB DE BAGÉ/RS

**Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Rio Grande do Sul  
AGESAN-RS**

**Programa de Redução de Perdas de Água – PRP**

**PRP de Bagé/RS  
Etapa Diagnóstico**

**Junho de 2023.**

**Autor da versão**

Vagner Gerhardt Mâncio  
Lucas Leal Alves  
Demétrius Jung Gonzalez

**Contribuições especiais e colaboradores**

Daniel Luz dos Santos

**Capa**

Lucas Leal Alves

**Dados preliminares**

Departamento de Água, Arroios e Esgoto de Bagé (DAEB)

**Dados validados e trabalhados**

Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Rio Grande do Sul (AGESAN-RS)

**Coordenação**

Vagner Gerhardt Mâncio – Coordenador de Normatização e Fiscalização

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Mâncio, Vagner Gerhardt

Programa de Redução de Perdas de Água - PRP [livro eletrônico] : PRP de Bagé/RS : etapa diagnóstico / Vagner Gerhardt Mâncio, Lucas Leal Alves, Demétrius Jung Gonzalez. -- Porto Alegre, RS : Ed. dos Autores, 2023.

PDF

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-72777-7

1. Água - Abastecimento - Bagé (RS) - Indicadores
2. Água - Aspectos econômicos
3. Água - Conservação
4. Água - Desperdício - Bagé (RS)
5. Água - Medição
6. Hidrômetros
7. Saneamento - Estatísticas - Rio Grande do Sul I. Alves, Lucas Leal. II. Gonzalez, Demétrius Jung. III. Título.

23-161386

CDD-628.17

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Água : Programa de Redução de Perdas :  
Indicadores : Rolante : Rio Grande do Sul :  
Estado : Diagnóstico 628.17

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Croqui do SAA de Bagé/RS .....	11
Figura 2 – Região de abrangência pelos macromedidores instalados .....	12
Figura 3 – Fotos: a) Controlador ETA; b) ETA; c) Poço Malafaia 1; d) Poço São Domingos.	13
Figura 4 – Componentes do balanço hídrico e localização dos pontos de controle de caudal .....	14
Figura 5 – Desempenho da medição em função do tempo de instalação do hidrômetro velocímetro .....	21
Figura 6 – Desempenho da medição em função do tempo de instalação do hidrômetro velocímetro .....	22
Figura 7 – Característica da submedição pela inclinação do hidrômetro.....	22
Figura 8 – Tendência de desempenho metrológico – medidor velocimétrico x volumétrico x ultrassônico .....	23
Figura 9 – Imagem hipsométrica da região de Bagé .....	24
Figura 10 – Localização dos pontos amostrados da Tabela 8.....	25
Figura 11 – Cadastro do SAA do DAEB.....	28

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico de dispersão entre a AG006 versus AG010 e AG006 versus Perdas....	19
Gráfico 2 – Gráfico de Box Plot dos consertos gerais .....	30
Gráfico 3 – Gráfico de Box Plot dos consertos das redes .....	30
Gráfico 4 – Gráfico de Box Plot dos consertos dos ramais.....	30
Gráfico 5 – Gráfico de Box Plot dos consertos das adutoras .....	31
Gráfico 6 – NEP do excedente financeiro das perdas aparentes em litro/lig.dia.....	33
Gráfico 7 – Curvas dos custos e das receitas das perdas aparentes em litro/lig.dia. ....	33
Gráfico 8 – NEP do excedente financeiro das perdas aparentes em percentual.....	34
Gráfico 9 – NEP dos custos das perdas reais em litro/lig.dia. ....	35
Gráfico 10 – Curvas dos custos das perdas reais para litros por ligação ao dia.....	35
Gráfico 11 – Curvas dos custos das perdas reais em percentual.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Macromedidores instalados no SAA de Bagé .....	12
Tabela 2 – Resultados históricos apresentados no SNIS.....	18
Tabela 3 – Informações históricas sobre volumes do DAEB .....	19
Tabela 4 – Informações históricas sobre perdas de água DAEB .....	20
Tabela 5 – Informações históricas comerciais do DAEB .....	20
Tabela 6 – Informações históricas sobre volumes gerados pelo DAEB .....	20
Tabela 7 – Quantidade de hidrômetros por faixas de tempo de instalação .....	21
Tabela 8 – Resultados da fiscalização direta de pressão no inverno em 2022.....	25
Tabela 9 – Quantidade de consertos por tipo de rede.....	29
Tabela 10 – Vias públicas com 5 consertos ou mais nas redes .....	29
Tabela 11 – Estatísticas das interrupções.....	29
Tabela 12 – Resultados apresentados pelo SNIS para o ano de 2021. ....	31
Tabela 13 – Componentes da metodologia do ProEESA para o ano de 2021. ....	32
Tabela 14 – Resumo dos resultados do NEP perdas aparentes. ....	32
Tabela 15 – Resumo do nível de eficiência econômica para as perdas reais. ....	34

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Planilha resumo do WB-EasyCalc.....	37
Quadro 2 – Volume de entrada no SAA em m <sup>3</sup> /ano.....	37
Quadro 3 – Volumes faturados no SAA em m <sup>3</sup> /ano.....	38
Quadro 4 – Volume não faturados no SAA em m <sup>3</sup> /ano.....	38
Quadro 5 – Volumes autorizados no SAA em m <sup>3</sup> /ano.....	39
Quadro 6 – Imprecisões do SAA.....	40
Quadro 7 – Redes e ramais do SAA.....	41
Quadro 8 – Pressão média da rede de distribuição do SAA.....	41
Quadro 9 – Período de fornecimento do SAA.....	42
Quadro 10 – Balanço Hídrico do SAA de Bagé em m <sup>3</sup> /dia.....	42
Quadro 11– Balanço Hídrico do SAA de Bagé em m <sup>3</sup> /dia.....	43
Quadro 12 – Balanço Hídrico do SAA de Bagé em m <sup>3</sup> /ano.....	43
Quadro 13 – Indicadores de performance do SAA.....	44
Quadro 14 – Matriz de avaliação de perdas reais.....	45
Quadro 15 – Matriz internacional de avaliação de perdas.....	45

## SUMÁRIO

1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	10
2.	GESTÃO DOS MACROMEDIDORES .....	11
2.1.	NECESSIDADE DE INSTALAÇÃO MACROMEDIDORES.....	13
2.2.	DEFINIÇÃO DE INSTALAÇÃO MACROMEDIDORES .....	16
2.2.1.	MACROMEDIÇÃO NO MANANCIAL (CAPTAÇÃO).....	16
2.2.2.	MACROMEDIÇÃO NA ADUÇÃO.....	16
2.2.3.	MACROMEDIÇÃO NA ETA.....	17
2.2.4.	MACROMEDIÇÃO NOS RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO.....	17
2.2.5.	MACROMEDIÇÃO NOS RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO.....	17
3.	GESTÃO DAS PRODUÇÕES, CONSUMOS E PERDAS .....	17
4.	GESTÃO DE PRESSÕES.....	24
4.1.	DEFINIÇÕES DA ABNT NBR 12.218: PROJETO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO .....	26
4.2.	ANÁLISE DAS PRESSÕES EM BAGÉ .....	27
5.	REDES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	28
6.	GESTÃO DE ATIVOS .....	29
7.	NÍVEIS DE EFICIÊNCIA DE PERDAS REAIS E APARENTES .....	31
8.	BALANÇO HÍDRICO .....	36
9.	RECOMENDAÇÕES.....	46
9.1.	RECOMENDAÇÕES DE CURTO PRAZO .....	46
9.2.	RECOMENDAÇÕES DE MÉDIO PRAZO .....	47
9.3.	RECOMENDAÇÕES DE LONGO PRAZO .....	48
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	48
11.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## **PROGRAMA DE REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA DIAGNÓSTICO INICIAL EM BAGÉ/RS**

### **1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Uma premissa da atividade regulatória constitui-se no desenvolvimento de normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços públicos de saneamento básico que, entre outras, abrangerão as diretrizes para a redução progressiva e controle das perdas de água dos prestadores de serviço. Tal competência, está definida no artigo 23 da Lei Federal nº 11.445/2007, texto modificado pela Lei Federal nº 14.026/2020.

Para tanto, foi aberto o Processo Administrativo nº 77/2022 para seguir a metodologia presente no Anexo I da Resolução CSR nº 005/2021 da AGESAN-RS, que trata sobre o manual de redução de perdas de água. No dia 17 de outubro de 2022, realizou-se uma visita ao Sistema de Abastecimento de Água – SAA do Departamento de Água, Arroios e Esgoto de Bagé – DAEB em Bagé/RS. A visita teve o objetivo de diagnosticar as estruturas e gestões do SAA existentes com relação ao controle de perdas de água, que são: macromedidores, hidrômetros, pressões de água das redes de distribuição, redes do sistema de abastecimento de água e a gestão de ativos. O entendimento dos volumes de produções, volumes de perdas (estimados) e volumes de consumos terá o objetivo específico para a determinação do balanço hídrico do sistema, que servirá de base para o Relatório de Análise de Impacto Regulatório – RAIR, conforme definido pela metodologia do Programa de Redução de Perdas – PRP (AGESAN-RS, 2021a).

Outra abordagem adotada para o diagnóstico inicial foi a análise do nível econômico de perdas de água – NEP, através da planilha eletrônica desenvolvida pelo Projeto de Eficiência Energética no Abastecimento de Água (PROEESA, 2021a), na qual essa metodologia apresentará os pontos ótimos e patamares financeiros para as perdas reais e perdas aparentes do sistema. Desta forma, seguindo o Manual do PRP, este diagnóstico inicial foi organizado com os seguintes capítulos: Gestão dos Macromedidores, Gestão de Produção, Consumos e Perdas, Gestão dos Hidrômetros, Gestão das Pressões da Rede de Distribuição, Gestão das Tubulações do SAA, Gestão de Ativos, Diagnóstico do Nível de Econômico de Perdas de Água e Balanço Hídrico do SAA.

O SAA de Bagé apresenta, em suas estruturas, 3 barragens superficiais, 1 Estação de Tratamento de Água – ETA com vazão média de 1.548 m<sup>3</sup>/h ou 430 l/s, 12 poços, 1 estação de bombeamento de água bruta – EBAB, 2 estações de bombeamento de água tratada – EBAT, 3 adutoras de água bruta, 7 adutoras de água tratada, 11 estações elevatórias de água tratada – EAT, 21 reservatórios com capacidade de reservação de 12.950 m<sup>3</sup>, 495,2 km de



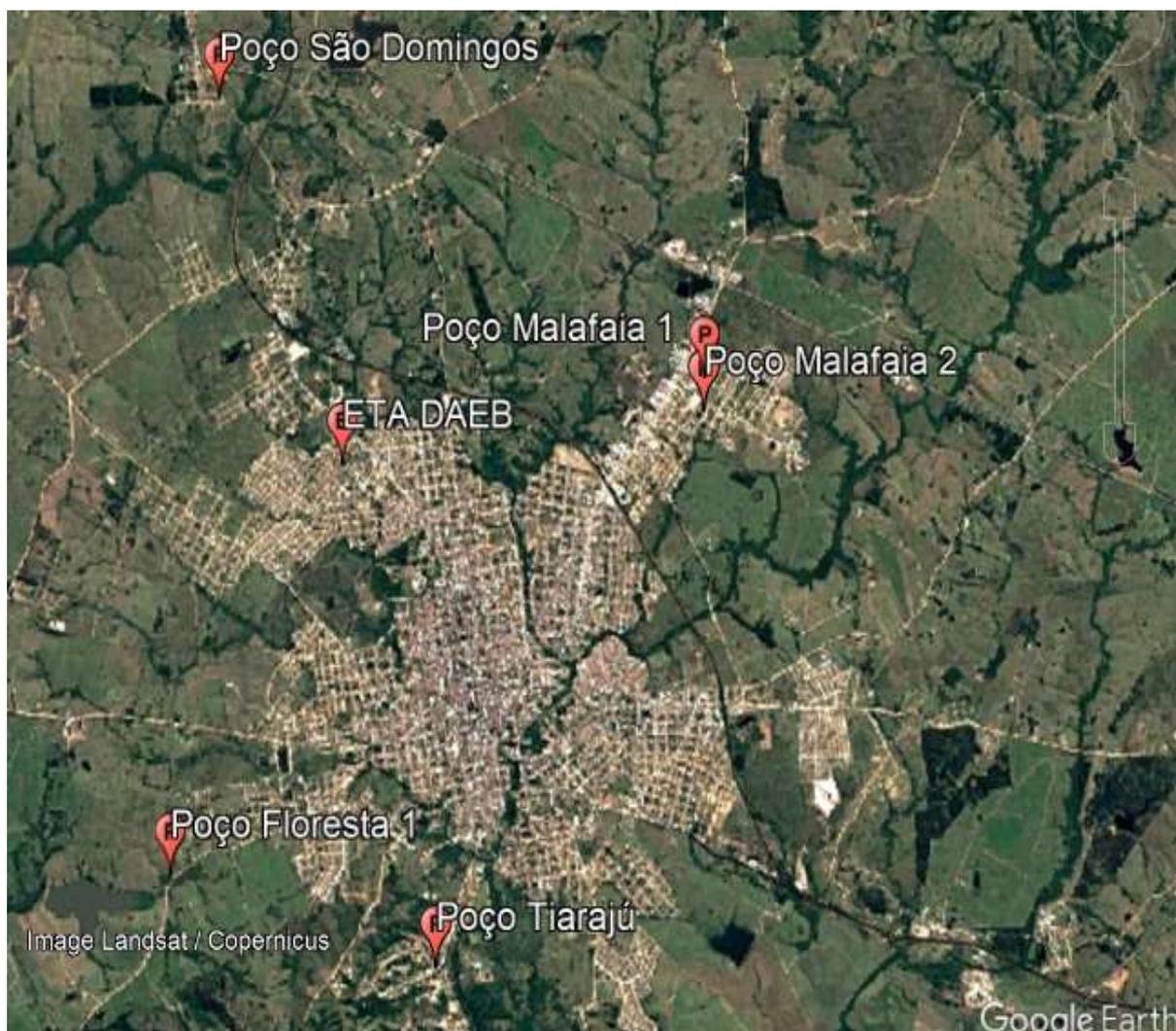
capaz de mensurar as produções do Poço Floresta 1. O terceiro, é capaz de mensurar as produções do Poço Malafaia 1. O quarto, é capaz de mensurar as produções do Poço Malafaia 2. O quinto, é capaz de mensurar as produções do poço São Domingos. O sexto, é capaz de mensurar as produções do Poço Tiarajú.

**Tabela 1 – Macromedidores instalados no SAA de Bagé**

Item	Modelo	Localização
1	Não Informado	ETA
2	Hidrômetro	Poço Floresta 1
3	Hidrômetro	Poço Malafaia 1
4	Hidrômetro	Poço Malafaia 2
5	Hidrômetro	Poço São Domingos
6	Hidrômetro	Poço Tiarajú

**FONTE: DAEB (2022)**

**Figura 2 – Região de abrangência pelos macromedidores instalados**



**Fonte: ADAPTADO DE DAEB (2022).**

A Figura 3 apresenta o controlador do macromedidor da ETA, o macromedidor da ETA, o macromedidor do poço Malafaia 1 e o macromedidor do poço São Domingos.

**Figura 3 – Fotos: a) Controlador ETA; b) ETA; c) Poço Malafaia 1; d) Poço São Domingos.**



FONTE: DAEB (2022)

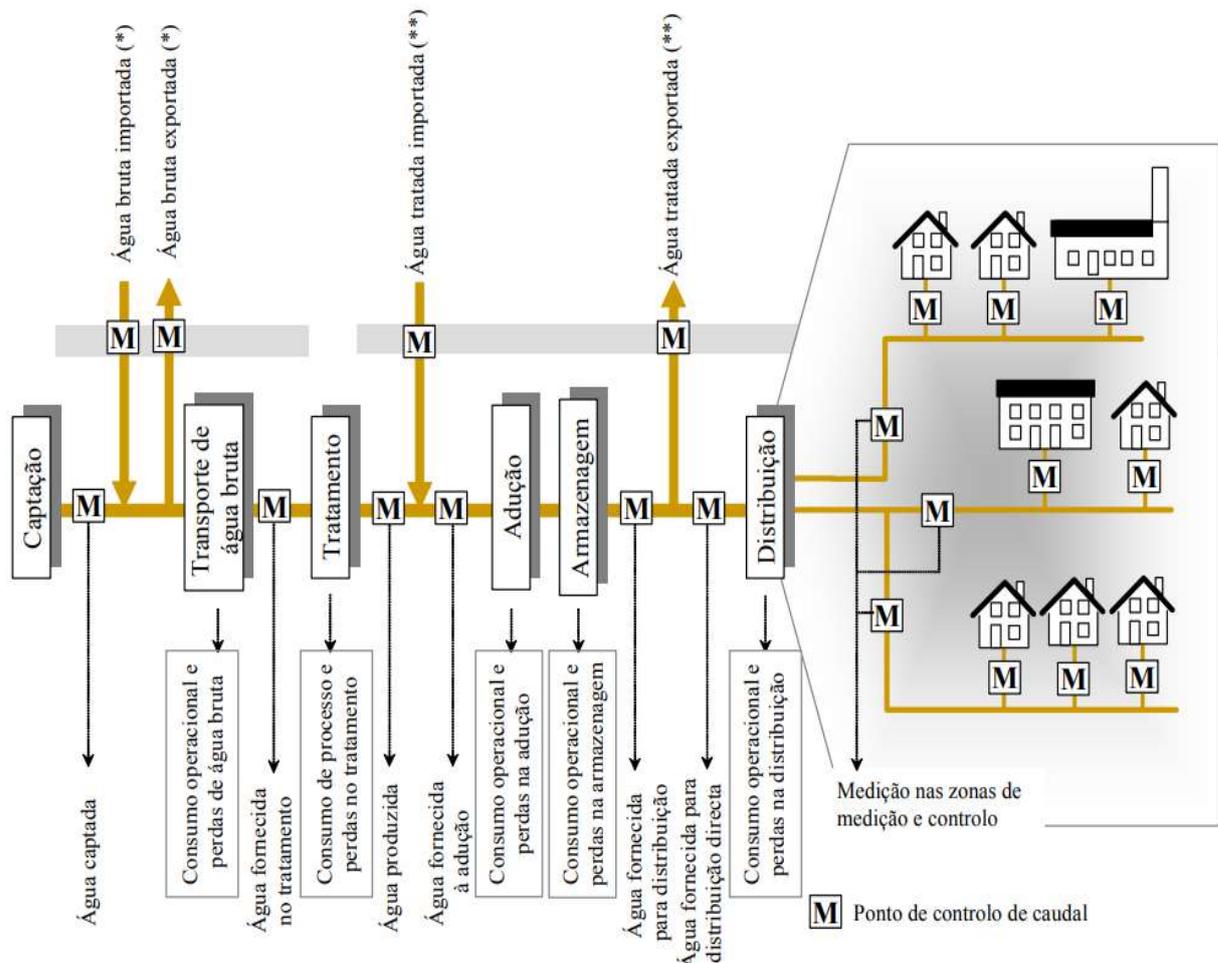
## 2.1. NECESSIDADE DE INSTALAÇÃO MACROMEDIDORES

Os macromedidores instalados no SAA do DAEB estão abaixo do recomendado para medição dos volumes processos para o desenvolvimento de um balanço hídrico adequado. Logo, a identificação das perdas pelos volumes medidos pelos macromedidores não ocorre, dificultando ainda mais a atuação da Autarquia no combate as perdas. A comparação dos volumes medidos em cada Macromedidor, analisando os volumes medidos, é um grande indicativos de perdas. Também, a alteração dos históricos medidos, pois os volumes consumidos tendem ser constantes.

Um balanço hídrico bem efetuado é fundamental para a avaliação das perdas de água (ALEGRE et al., 2004), na qual para obtermos valores precisos necessita-se da instalação de macromedidores em pontos estratégicos do sistema de abastecimento de água.

Na Figura 4 ilustram-se as principais entradas e saídas de água num sistema típico de abastecimento, por ordem sequencial, desde a captação da água bruta até ao consumo de água pelos clientes (ALEGRE et al., 2004). Os pontos representados pela letra “M” são ideais para a instalação dos macromedidores.

Figura 4 – Componentes do balanço hídrico e localização dos pontos de controle de caudal



(\*) - a importação ou a exportação de água bruta podem ocorrer em qualquer ponto a montante do tratamento  
 (\*\*\*) - a importação ou a exportação de água tratada podem ocorrer em qualquer ponto a jusante do tratamento

FONTE: ALEGRE ET AL. (2004)

Abaixo apresenta-se os conceitos de Alegre et al. (2004), apresentados na figura 4, que são:

- **Água captada:** volume de água obtida a partir de captações de água bruta para entrada em estações de tratamento de água (ou diretamente em sistemas de adução e de distribuição), durante o período de referência.
- **Água bruta, importada ou exportada:** volume de água bruta transferido de e para outros sistemas de adução e distribuição (as transferências podem ocorrer em qualquer ponto entre a captação e a estação de tratamento), durante o período de referência.
- **Água fornecida ao tratamento:** volume de água bruta que aflui às instalações de tratamento, durante o período de referência.
- **Água produzida:** volume de água tratada que é fornecida às condutas de adução ou diretamente ao sistema de distribuição, durante o período de referência. O volume de água

sem tratamento prévio que é distribuído aos consumidores também deve ser contabilizado como água produzida.

- **Água tratada, importada ou exportada:** volume de água tratada transferido de e para o sistema (as transferências podem ocorrer em qualquer ponto a jusante do tratamento), durante o período de referência. Caso exista, o volume de água sem tratamento prévio que é captado e distribuído aos consumidores também deve ser contabilizado como “ÁGUA TRATADA” no contexto do balanço hídrico.

- **Água fornecida à adução:** volume de água tratada que aflui ao sistema de adução, durante o período de referência.

- **Água fornecida para distribuição:** volume de água tratada que aflui ao sistema de distribuição, durante o período de referência.

- **Água fornecida para distribuição direta:** diferença entre a água fornecida para distribuição e a água tratada exportada (sempre que não seja possível separar a adução da distribuição, a água fornecida para distribuição direta corresponde à diferença entre a água fornecida à adução e a água tratada exportada). Água entrada no sistema: volume introduzido na parte do sistema de abastecimento de água, durante o período de referência.

- **Consumo autorizado:** volume de água, medido ou não medido, fornecido a consumidores registrados, à própria entidade gestora e a outros que estejam implícitas ou explicitamente autorizados a fazê-lo para usos domésticos, comerciais e industriais, durante o período de referência. Inclui a água exportada. O consumo autorizado pode incluir combate a incêndios, lavagem de condutas e coletores de esgoto, lavagem de ruas, rega de espaços verdes municipais, alimentação de fontes e fontanários, proteção contra congelamento, fornecimento de água para obras, etc. Este consumo pode ser faturado ou não faturado, medido ou não medido, de acordo com a prática local. O consumo autorizado inclui as fugas de água e o desperdício, por parte de clientes registrados, que não são medidos.

- **Perdas de água:** diferença entre a água entrada no sistema e o consumo autorizado. As perdas de água podem ser consideradas para todo o sistema, ou calculadas em relação a subsistemas como sejam a rede de água não tratada, o sistema de adução ou o de distribuição. Em cada caso as componentes do cálculo são consideradas em conformidade com a situação. As perdas de água dividem-se em perdas reais e perdas aparentes.

- **Perdas reais:** perdas físicas de água do sistema em pressão, até ao contador do cliente, durante o período de referência. O volume de perdas através de todos os tipos de fissuras, roturas e extravasamentos depende da frequência, do caudal e da duração média de cada fuga. Apesar das perdas físicas localizadas a jusante do contador do cliente se encontrarem excluídas do cálculo das PERDAS REAIS, são muitas vezes significativas (em

particular quando não há contagens) e merecedoras de atenção no contexto dos objetivos da gestão dos consumos.

- **Perdas aparentes:** contabiliza todos os tipos de imprecisões associadas às medições da água produzida e da água consumida, e ainda o consumo não-autorizado (por furto ou uso ilícito). Nota: Os registros por defeito dos medidores de água produzida, bem como registros por excesso em contadores de clientes, levam a uma subavaliação das perdas reais. Os registros por excesso dos medidores de água produzida, bem como registros por defeito em contadores de clientes levam a uma sobre avaliação das perdas reais.

- **Água não faturada:** diferença entre a água entrada no sistema e o consumo autorizado faturado. A água não faturada inclui não só as perdas reais e aparentes, mas também o consumo autorizado não faturado.

## **2.2. DEFINIÇÃO DE INSTALAÇÃO MACROMEDIDORES**

O diagnóstico tem o objetivo de propor os principais pontos de instalação de macromedidores, na qual o DAEB deverá futuramente desenvolver um plano de ação específico para este tópico. Assim, tendo em vista a obra de Coelho (2020) foram apresentados pontos de instalação de macromedidores no SAA do DAEB.

### **2.2.1. MACROMEDIÇÃO NO MANANCIAL (CAPTAÇÃO)**

As barragens e cursos de água, que representam os mananciais superficiais, geralmente apresentam as perdas de água por operação inadequada ou defeito das válvulas de descarga da barragem. Ocorre também a exploração não prevista de áreas irrigadas, indústrias e falhas no projeto ou operação no sangradouro da barragem, comprometendo o volume de reserva previsto em projeto. Logo, necessitam os controles no nível, vazão ecológica, vazão no sangradouro por nível alto e volume da captado na barragem. As captações subterrâneas, também, necessitam possuir o controle de vazão.

### **2.2.2. MACROMEDIÇÃO NA ADUÇÃO**

A adução, principalmente as longas adutoras necessitam de macromedição na saída da captação e na chegada de ETA, a fim de que sejam avaliadas as perdas de águas no trecho em consideração.

### **2.2.3. MACROMEDIÇÃO NA ETA**

Gomes (2020) afirma que é imprescindível a instalação de macromedidores na chegada e na saída da ETA, devido ao fato dos volumes de água tratada utilizados na lavagens dos filtros, que podem ultrapassar 10%. Estes volumes necessitam ser conhecidos para ser realizadas as devidas tratativas.

### **2.2.4. MACROMEDIÇÃO NOS RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO**

A instalação de Macromedidor em cada saída do reservatório de distribuição é obrigatória (GOMES, 2020). O macromedidor instalado na entrada do reservatório é sugerido para obter o conhecimento das perdas de água ocorridas no trecho em ETA e o reservatórios. Também, perdas por extravasamentos, rachaduras e permeabilidade poderão ser identificadas.

### **2.2.5. MACROMEDIÇÃO NOS RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO**

Os macromedidores instalados fazem-se necessários pelo motivos de reservatórios a jusante e ramificações de um setor. O reservatório a jusante abastecido pela falta de consumo apresenta o abastecimento e a saída de água pela mesma tubulação, inviabilizando a instalação do Macromedidor. As ramificações de um reservatórios com saída macromedida, poderá ser macromedida com o objetivo de aperfeiçoar o controle dos volumes perdidos. Logo, para as duas situações faz-se necessário a instalação em pontos estratégicos da rede de distribuição de água.

## **3. GESTÃO DAS PRODUÇÕES, CONSUMOS E PERDAS**

O DAEB não apresentou todas as informações solicitados pela AGESAN-RS. Uma das justificativas apresentadas foi que o DAEB não apresenta um sistema de controle informatizado de todos os volumes do sistema de abastecimento, para repassar as informações. Este fato é prejudicial ao controle eficaz do sistema, podendo algumas perdas estarem ocorrendo pelo fato da falta de controle

Os resultados históricos de produção, consumos e perdas analisados do SAA de Bagé foram extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS no período de 2011 a 2021, e estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Resultados históricos apresentados no SNIS**

<b>Ano de Referência</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
AG002 – Quantid. de lig. ativas de água	38.208,0	38.653,0	39.478,0	39.713,0	40.343,0	40.577,0
AG005 - Extensão da rede de água	470,5	472,4	476,5	476,5	476,5	476,5
AG006 - Volume de água produzido	9.901,0	10.078,0	10.340,0	11.496,0	11.652,0	12.150,0
AG007 - Volume de água trat. em ETA	9.695,0	9.868,0	10.218,0	11.402,0	11.600,0	12.094,0
AG008 - Volume de água micromedido	5.291,4	5.648,9	5.820,3	5.809,1	5.778,6	7.075,9
AG010 - Volume de água consumido	7.783,0	8.707,6	8.470,8	5.809,1	8.778,4	7.075,9
AG012 - Volume de água macromedido	9.901,0	10.078,0	10.340,0	11.496,0	11.652,0	12.150,0
AG015 – V. de ág. trat. por s. desinfecção	206,0	210,0	122,0	94,0	52,0	56,0
AG017 - Volume de água bruta exportado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AG018 - Volume de água trat. importado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AG019 - Volume de água trat. exportado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AG024 - Volume de serviço	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

<b>Ano de Referência</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>-</b>
AG002 – Quantid. de lig. ativas de água	40.853,0	40.429,0	40.329,0	41.820,0	42.116,0	-
AG005 - Extensão da rede de água	476,5	476,5	482,0	483,2	495,2	-
AG006 - Volume de água produzido	12.231,0	10.843,0	11.705,0	11.435,0	11.432,0	-
AG007 - Volume de água trat. em ETA	12.181,0	10.777,0	11.669,0	11.346,0	11.338,0	-
AG008 - Volume de água micromedido	3.267,5	7.975,1	4.776,2	4.885,7	4.904,3	-
AG010 - Volume de água consumido	3.267,5	7.975,1	4.776,2	4.885,7	4.904,3	-
AG012 - Volume de água macromedido	12.181,0	10.843,0	11.705,0	11.435,0	11.432,0	-
AG015 – V. de ág. trat. por s. desinfecção	50,0	66,0	36,0	89,0	94,0	-
AG017 - Volume de água bruta exportado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
AG018 - Volume de água trat. importado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
AG019 - Volume de água trat. exportado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
AG024 - Volume de serviço	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-

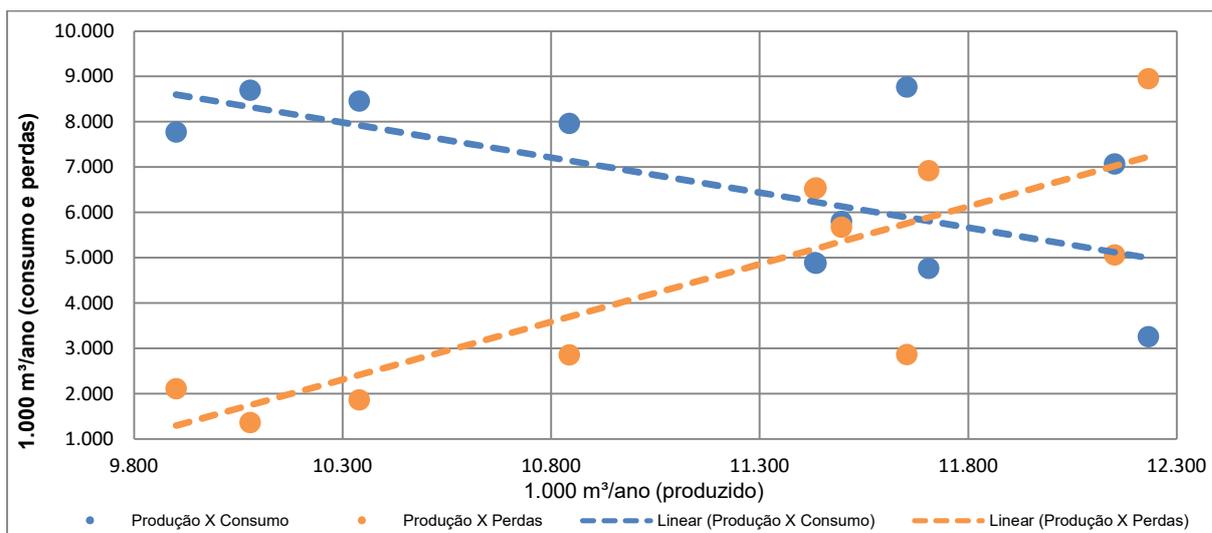
**Fonte: SNIS (2022).**

A partir da Tabela 2, elaborou-se o gráfico de dispersão (Gráfico 1) com o objetivo de avaliar as perdas de 2011 à 2021. Observa-se que a linha azul representa a produção de água versus o consumo de água no DAEB e a linha laranja representa a produção de água versus as perdas de água do sistema de abastecimento. As linhas tracejadas são as tendências que apresentam cada análise.

Verifica-se que ao longo de 2011 até 2021 a produção de água tem aumentado no sistema de abastecimento. Entretanto, está evidente no gráfico que o consumo de água está diminuindo e o volume de perdas de água vem aumentando com o passar dos anos. Normalmente o consumo de água deveria acompanhar a evolução da produção de água, sendo a diferença entre as duas variáveis as perdas.

Logo, as perdas de água sobressaíram ao consumo, mostrando um forte indicativo das perdas não aparentes terem evoluído negativamente no sistema, sendo elas: submedição nos hidrômetros e consumos por fraudes ou clandestinidade.

**Gráfico 1 – Gráfico de dispersão entre a AG006 versus AG010 e AG006 versus Perdas**



Fonte: ADAPTADO DA TABELA 2.

As próximas informações do SAA do DAEB foram retiradas do SNIS (SNIS, 2022), com o objetivo de obter entendimentos do SAA. Inicialmente, apresenta-se a Tabela 3 das informações históricas de volume. Na Tabela 4, as informações históricas sobre perdas de água. Na Tabela 5, as informações históricas comerciais. Na Tabela 6, as informações históricas sobre volumes gerados. Para a realização de uma análise mais precisa, recomenda-se que a prestadora encaminhe informações mensais sobre indicadores de volumes, indicadores de perdas, indicadores comerciais e indicadores de volumes gerados na ETA e nos poços nos anos de 2021 e 2022.

**Tabela 3 – Informações históricas sobre volumes do DAEB**

Indicadores	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vol. de água trat. por simples desinfecção	206	210	122	94	52	56
Volume de água tratada em ETAs	9695	9868	10218	11402	11600	12094
Volume de água micromedido	5.291,36	5.648,91	5.820,25	5.809,08	5.778,59	7075,94
Volume de água consumido	7.782,95	8.707,59	8.470,81	5.809,08	8.778,4	7.075,94
Volume de água faturado	7.782,95	8.707,59	8.470,81	8.664,36	8.778,4	8.765,78
Volume de água tratada importado	0	0	0	0	0	0
Volume de água tratada exportado	0	0	0	0	0	0
Indicadores	2017	2018	2019	2020	2021	-
Vol. de água trat. por simples desinfecção	50	66	36	89	94	-
Volume de água tratada em ETAs	12181	10777	11669	11346	11338	-
Volume de água micromedido	3.267,45	7.975,14	4.776,2	4.885,72	4.904,26	-
Volume de água consumido	3.267,45	7.975,14	4.776,2	4.885,72	4.904,26	-
Volume de água faturado	3.213,27	6.612	6.125,45	6.666,38	6.766,64	-
Volume de água tratada importado	0	0	0	0	0	-
Volume de água tratada exportado	0	0	0	0	0	-

Fonte: ADAPTADO DO SNIS (2022)

**Tabela 4 - Informações históricas sobre perdas de água DAEB**

<b>Indicadores</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Índice de hidrometação	89,5	90,5	89,75	90,08	90,8	90,76
Índice de micr. relativo ao volume disponibilizado	53,44	56,05	56,29	50,53	49,59	58,24
Índice de macromedição	100	100	100	100	100	100
Volume de água macromedido	9.901	10.078	10.340	11.496	11.652	12.150
Índice de perdas na distribuição	21,39	13,6	18,08	49,47	24,66	41,76
Índice de perdas por ligação	153,25	97,7	131,09	393,49	196,68	343,59

<b>Indicadores</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>-</b>
Índice de hidrometação	92,1	96,8	100	100	100	-
Índice de micr. relativo ao volume disponibilizado	26,71	73,55	40,8	42,73	42,9	-
Índice de macromedição	99,59	100	100	100	100	-
Volume de água macromedido	12.181	10.843	11.705	11.435	11.432	-
Índice de perdas na distribuição	73,29	26,45	59,2	57,27	57,1	-
Índice de perdas por ligação	603,16	193,33	470,12	436,85	426,14	-

**Fonte: ADAPTADO DO SNIS (2022)**

**Tabela 5 - Informações históricas comerciais do DAEB**

<b>Indicadores Comerciais</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Pop. total at. com abast. de água	97.891,0	98.013,0	101.482,0	101.482,0	101.607,0	102.111,0
Quantidade de lig. ativas de água	38.208,0	38.653,0	39.478,0	39.713,0	40.343,0	40.577,0
Volume de água micromedido	5.291,4	5.648,9	5.820,3	5.809,1	5.778,6	7.075,9
Volume de água consumido	7.783,0	8.707,6	8.470,8	5.809,1	8.778,4	7.075,9
Volume de água faturado	7.783,0	8.707,6	8.470,8	8.664,4	8.778,4	8.765,8

<b>Indicadores Comerciais</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>-</b>
Pop. total at. com abast. de água	102.111,0	101.238,0	101.405,0	101.566,0	101.719,0	-
Quant. de ligações ativas de água	40.853,0	40.429,0	40.329,0	41.820,0	42.116,0	-
Volume de água micromedido	3.267,5	7.975,1	4.776,2	4.885,7	4.904,3	-
Volume de água consumido	3.267,5	7.975,1	4.776,2	4.885,7	4.904,3	-
Volume de água faturado	3.213,3	6.612,0	6.125,5	6.666,4	6.766,6	-

**FONTE: ADAPTADO DO SNIS (2022)**

**Tabela 6 – Informações históricas sobre volumes gerados pelo DAEB**

<b>Volumes</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Volume de água produzido	9.901,0	10.078,0	10.340,0	11.496,0	11.652,0	12.150,0
Volume de água tratada em ETA	9.695,0	9.868,0	10.218,0	11.402,0	11.600,0	12.094,0
Volume de água Aduzido Sub.	206,0	210,0	122,0	94,0	52,0	56,0

<b>Volumes</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>-</b>
Volume de água produzido	12.231,0	10.843,0	11.705,0	11.435,0	11.432,0	-
Volume de água tratada em ETA	12.181,0	10.777,0	11.669,0	11.346,0	11.338,0	-
Volume de água Aduzido Sub.	50,0	66,0	36,0	89,0	94,0	-

**FONTE: ADAPTADO DO SNIS (2022)**

### 3. GESTÃO DOS HIDRÔMETROS

O parque de hidrômetros de Bagé atualmente possui 38.149 hidrômetros em operação. Verificou-se que 99,5% (37.977) dos hidrômetros são modelos classe B, unijato e multijato (velocimétricos). Os dados analisados foram apresentados pelo DAEB (DAEB, 2022). Os hidrômetros ativos foram organizados por faixas de idade, parametrizados na data final de 01/05/2022. Assim, podemos estimar que o tempo de instalação é de 8,8 anos.

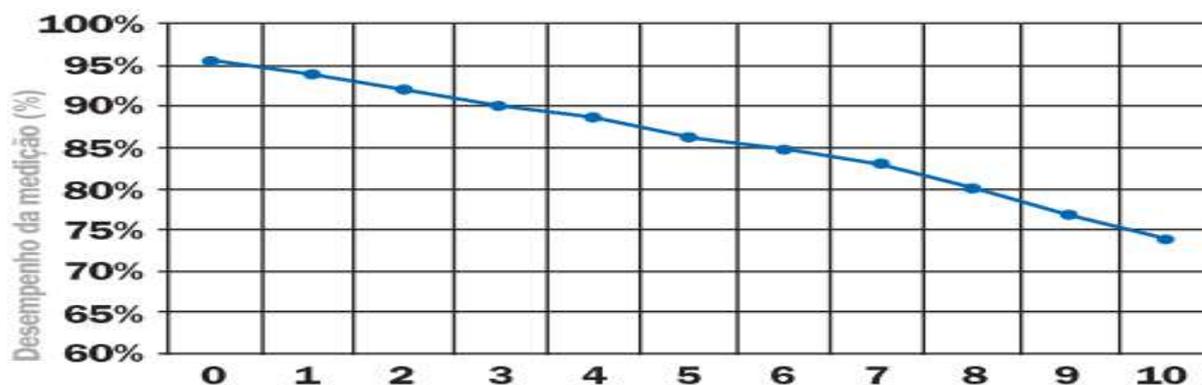
**Tabela 7 – Quantidade de hidrômetros por faixas de tempo de instalação**

Faixa de tempos de instalação (anos)	Quantidade de hidrômetros	Percentual (%)
0 a 1	1057	2,8%
1 a 2	2583	6,8%
2 a 3	1695	4,4%
3 a 4	5951	15,6%
4 a 5	3607	9,5%
5 a 6	2110	5,5%
6 a 7	1529	4,0%
7 a 8	941	2,5%
8 a 9	514	1,3%
9 a 10	745	2,0%
10 a 15	11584	30,4%
Acima 15	5833	15,3%
<b>Total</b>	<b>38149</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: ADAPTADO DE DAEB (2022).

Os hidrômetros velocímetros apresentam por característica inicial, no momento da instalação, um Índice de Desempenho de Medição – IDM de aproximadamente 95% (AESBE, 2019). A figura 5 apresenta a evolução do IDM ao longo dos anos a partir da instalação, podendo ser considerado um perda na precisão de 2% ao ano. Portanto, com o IDM atual do parque de hidrômetros do DAEB apresenta-se em torno de 23%.

**Figura 5 – Desempenho da medição em função do tempo de instalação do hidrômetro velocímetro**



Fonte: AESBE (2019)

Na fiscalização de pressão nas redes de distribuição de água, em 18 de julho de 2022 pela AGESAN-RS, no qual são realizadas no quadro do hidrômetro, realizou-se conjuntamente a verificação da inclinação de 20 hidrômetros por via pública monitorada (Tabela 8). O total de hidrômetros analisados foi de 540, na qual 104 apresentaram um nível de inclinação perceptíveis visualmente, conforme apresenta a Figura 6. Logo, em torno de 23% dos hidrômetros apresentam algum tipo de inclinação, não sendo avaliado o ângulo de inclinação existente.

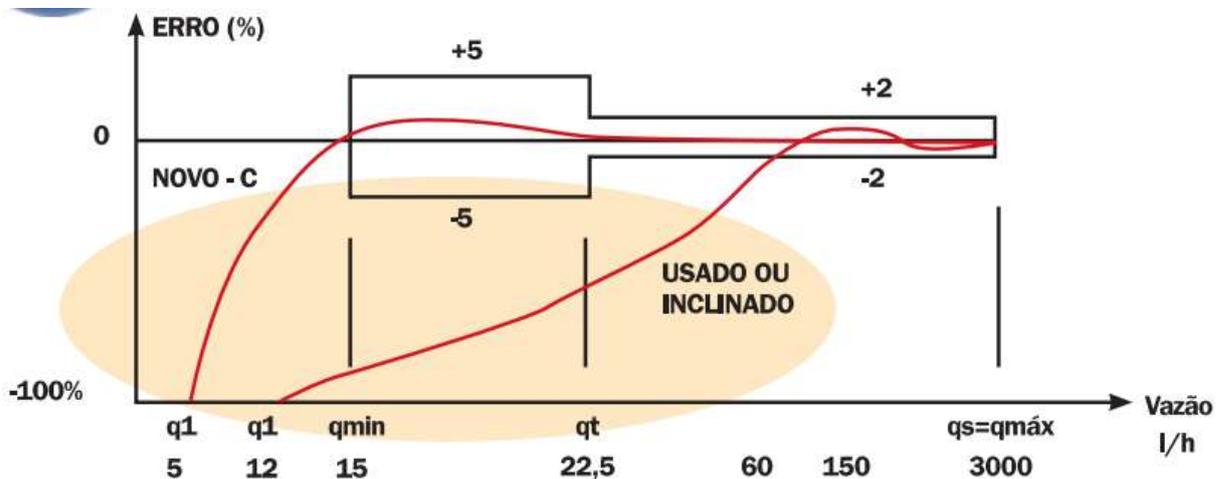
**Figura 6 – Desempenho da medição em função do tempo de instalação do hidrômetro velocímetro**



Fonte: AESBE (2019)

A inclinação do hidrômetro potencializa os erros de leituras do consumo dos usuários, consequentemente aumentando as perdas aparentes do sistema. A figura 7 apresenta através da linha vermelha a característica do erro, comparando um hidrômetro sem inclinação com outro inclinado.

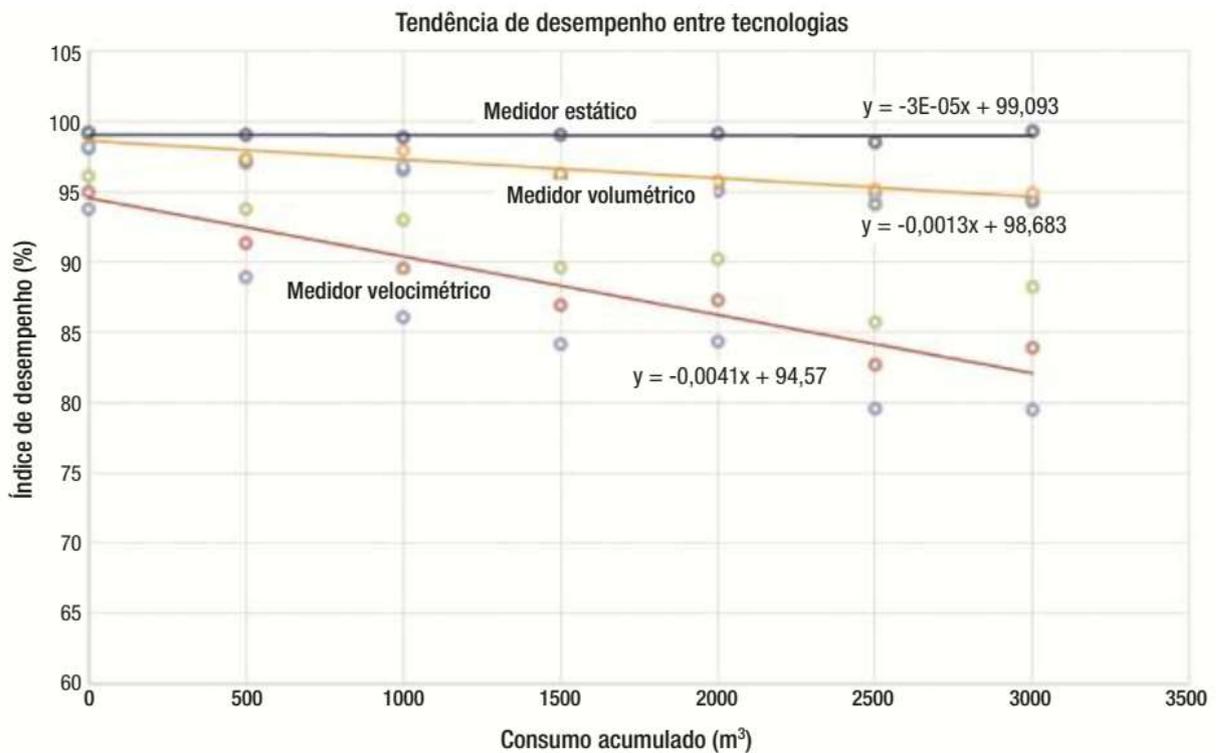
**Figura 7 – Característica da submedição pela inclinação do hidrômetro**



Fonte: AESBE (2021)

A predominância dos hidrômetros velocimétricos no SAA do DAEB proporciona uma perda natural de 5% no momento da instalação, na qual aumenta a imprecisão em 2% ao ano, como visto anteriormente. Logo, analisando a Figura 7, verifica-se o comportamento dos hidrômetros velocimétrico, volumétrico e ultrassônico, na qual apresentam IDM inicial de 95%, 99% e 99%, respectivamente. Outro fator importante é a perda de precisão, enquanto o velocimétrico apresenta uma perda expressiva o volumétrico possui uma perda menor, já o ultrassônico uma perda quase desprezível.

**Figura 8 – Tendência de desempenho metrológico – medidor velocimétrico x volumétrico x ultrassônico**



Fonte: REVISTA HYDRO (2023)

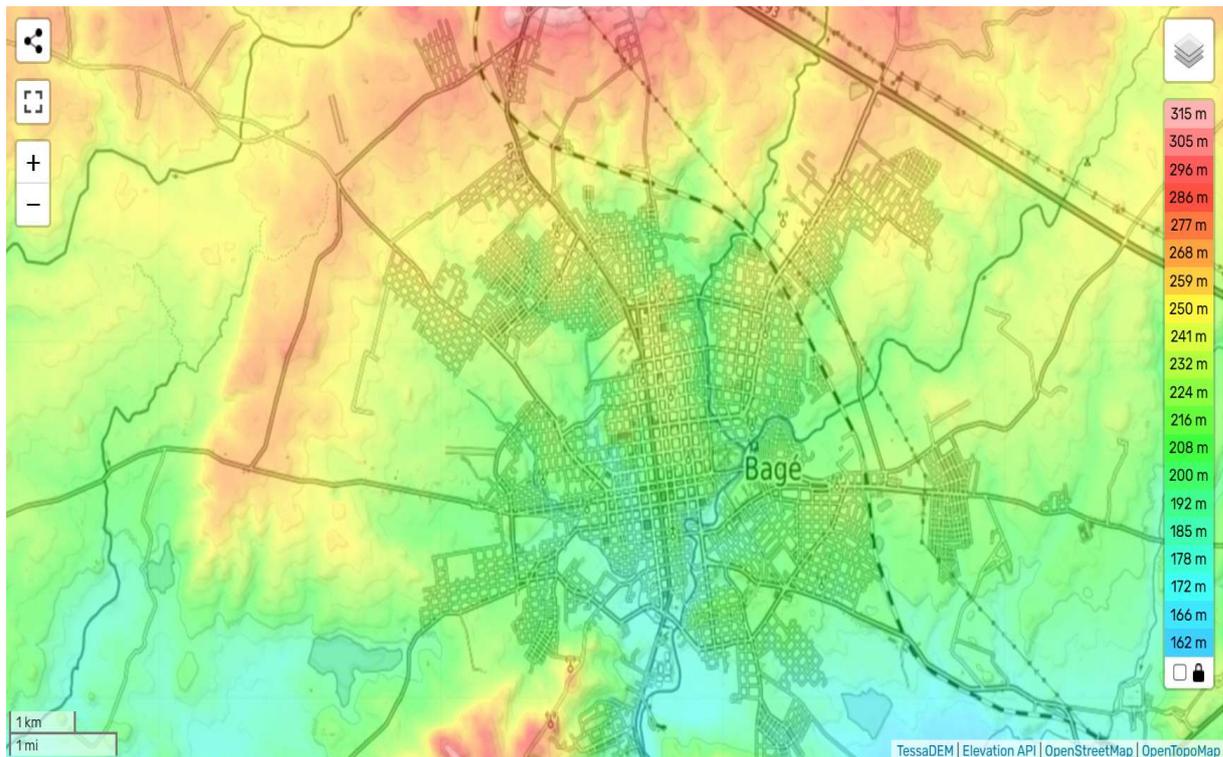
Dentro do exposto, verifica-se um diagnóstico para o SAA de Bagé para o parque de hidrômetros, com o objetivo de reduzir as perdas de água, que são:

- Manter uma taxa equilibrada de substituição de hidrômetros para manter uma idade média de 5 anos. Outra idade poderá ser objetiva com a justificativa tecno-econômica. Sugere-se uma taxa de substituição de 9.500 por ano ou em torno de 790 por mês
- Melhor o procedimento de instalação e acompanhamento da inclinação dos hidrômetros;
- Substituição gradativa dos hidrômetros velocimétricos por hidrômetros volumétricos e ultrassônicos. Apresentando a justificativa tecno-econômica dos percentuais instalados de cada modelo abordado.

#### 4. GESTÃO DE PRESSÕES

O SAA de Bagé possui uma área urbana bastante diversificada, com variação de altitude, conforme apresenta a Figura 9. Por este motivo, existe à tendência das pressões da rede de distribuição serem mais desuniformes. Abaixo está apresentada a topologia do município de Bagé, imagens do site Topographic-map.com, na qual observa-se uma variação que ultrapassa os 100 metros na área urbana.

Figura 9 – Imagem hipsométrica da região de Bagé



Fonte: ADAPTADO DO TOPOGRAPHIC-MAP.COM (2022).

O resultado da avaliação de pressões de inverno realizado pela Fiscalização Direta da AGESAN-RS (AGESAN-RS, 2022) na rede de distribuição de água de Bagé/RS está apresentado na Tabela 8 e na Figura 9. A avaliação de pressões de verão ainda não havia sido realizada pela agência reguladora no momento da elaboração do diagnóstico.

O DAEB não apresentou técnicas de controle e redução de pressões para as redes de distribuição de água. Passando a percepção no diagnóstico que o controle é unicamente realizado a nível operacional, na qual são realizadas técnicas inapropriadas como interligação de setores e desativação de reservatórios elevados para instalação de *boosters*. Desta forma, abriu-se um subcapítulo para análise da norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

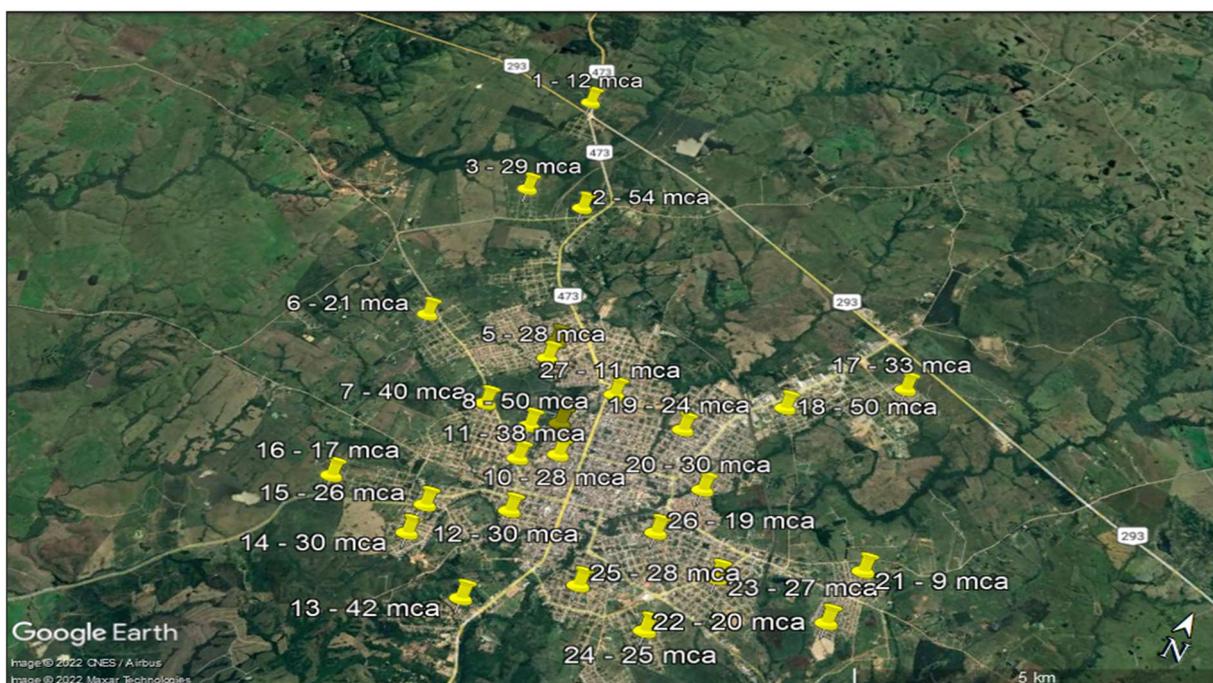
**Tabela 8 – Resultados da fiscalização direta de pressão no inverno em 2022.**

Item	Endereço	Hora	Temp. (°C)	Altitude (m)	Pressão (mca)
1	Rua Delfino Pacheco Filho, n. 356	14:25	10	301	12
2	Rua Cento e Dezenove (Lot São Martins), n. 191	14:37	10	279	54
3	Rua Rosa Almeida, n. 1.027	14:51	10	274	29
4	Rua Dr. Octávio Assumpção Gafrée, n. 412	15:16	10	237	38
5	Rua Dr. Octávio Assumpção Gafrée, n. 98	15:20	10	214	28
6	Rua 96, n. 425	15:35	10	237	21
7	Rua Álvaro Laranjeira, n. 835	15:50	10	213	40
8	Rua Feliz da Cunha, n. 750	16:01	10	198	49
9	Rua Waldemar Machado, n. 1.540	16:08	10	219	22
10	Rua Uruguai, n. 378	16:18	10	203	28
11	Rua Juvêncio Lemos, n. 811	16:24	10	206	38
12	Rua Carlos Poester, n. 632	16:33	10	187	30
13	Rua 321, n. 40	08:30	2	188	42
14	Rua Darcy Gafree Nogueira, n. 81	08:47	3	210	30
15	Rua Alfredo Romariz, n. 467	08:53	3	202	26
16	Rua Euclides Moraes, n. 140	09:06	6	215	17
17	Rua José Pedro de Mello Fuchs, n. 791	09:35	7	252	33
18	Rua Favorino Thomaz Bretas Mércio, n. 1.716	09:49	8	235	50
19	Rua Santo Antônio, n. 258	10:00	8	224	24
20	Rua Fernando Nochi, n. 250	10:09	8	212	30
21	Rua João de Barro, n. 231	10:21	8	228	24
22	Rua BG 103, n. 298	10:35	8	210	20
23	Rua Emílio Médici, n. 416	10:46	9	209	27
24	Rua Sessenta e Seis, n. 220	10:57	9	193	27
25	Rua Zeferino G. Freitas, n. 8	11:04	10	199	28
26	Av. Piratini, n. 181	11:14	10	201	19
27	Rua 24 de Maio, n. 40	11:35	10	238	11

**Nível de Confiança – 95%, Precisão – 4,0 mca, Desvio Padrão – 10,8 mca Média – 29,5 mca**

Fonte: AGESAN-RS(2022).

**Figura 10 – Localização dos pontos amostrados da Tabela 8**



Fonte: AGESAN-RS(2022).

#### **4.1. DEFINIÇÕES DA ABNT NBR 12.218: PROJETO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO**

A Norma da ABNT NBR 12.218 (ABNT, 2017) apresenta que a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 400 kPa (40 mca), podendo chegar a 500 kPa (50 mca) em regiões com topografia acidentada, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa (mca), e ser referenciada ao nível do terreno. Também, define-se adotar as pressões estáticas entre 250 kPa (25 mca) e 300 (30 mca) kPa, com o objetivo de diminuir as perdas.

Os casos de diferença entre as pressões estáticas máximas e dinâmicas mínimas forem significativas, adotar dispositivos de controle dotados de ajuste automático de pressão em função da variação de consumo diurno e noturno. Para os valores de projeto da pressão estática superiores à máxima e os da pressão dinâmica inferiores à mínima podem ser aceitos, desde que justificados técnica e/ou economicamente.

As tubulações sujeitas a transientes hidráulicos significativos, devem ser avaliadas as pressões máximas e mínimas, prevendo dispositivos de proteção ao sistema, eliminando pressões negativas da rede ou risco de colapso. Trechos de condutos principais que não abastecem consumidores não estão sujeitos aos limites de pressão estabelecidos citados, mas devem ser verificados quanto à estabilidade estrutural e à segurança sanitária

Na rede de distribuição pode ser instalada válvula redutora de pressão – VRP para atender às pressões estabelecidas na norma, desde que sua instalação seja técnica e economicamente justificada. Quando da definição do local de instalação da VRP, devem ser observadas a facilidade e a segurança de acesso para operação e manutenção, a segurança e a drenagem das instalações. Em área com risco de vandalismo, adotar caixa de proteção condizente com a situação.

No dimensionamento e detalhamento da VRP, atender às condições hidráulicas estabelecidas para a rede de distribuição. Nos casos em que a diferença de pressões e/ou vazões forem significativas em função da variação de consumo, adotar dispositivos de controle com ajuste automático de pressão.

Na rede de distribuição pode ser instalado medidor para monitoramento e controle operacional da pressão atuante na rede, atendendo às condições técnicas para a rede de distribuição. Quando da definição do local de instalação, devem ser observadas a facilidade e a segurança de acesso para operação e manutenção e a drenagem das instalações.

O sistema distribuidor pode ser dividido em áreas menores, de forma a garantir que as pressões estática e dinâmica obedeçam aos limites prefixados. A delimitação das zonas de pressão deve considerar o traçado urbano, as barreiras naturais, as condições topológicas e operacionais da rede.

Os distritos de medição e controle – DMC devem incorporar na concepção da rede de distribuição a delimitação, considerando as condições topológicas e operacionais da rede, e os critérios estabelecidos pela operadora. Recomenda-se o DMC abranja uma área que apresente uma das características abaixo, com o objetivo de proporcionar controle e eficiência: máximo 5 000 ligações; extensão máxima de 25 km de rede no DMC. A área com características diferentes somente é aceita pela operadora se justificada tecnicamente.

As dimensões mínimas de um DMC devem levar em consideração a viabilidade técnica, econômica, financeira, bem como as características locais. O processo de delimitação do DMC deve minimizar o custo de instalação e manutenção do sistema, procurando seguir a topologia natural, as fronteiras hidráulicas da rede, e ter como base as zonas de pressão e outros subsistemas já existentes.

A alimentação do DMC deve ser feita pelo menor número de pontos possível. O DMC deve ser equipado com medidores de vazão em todas as entradas e saídas, e medidores de pressão nos pontos críticos da rede, que podem ter previsão de instalação permanente ou dispositivo para sua inserção, quando da realização de coleta de dados operacionais. O DMC deve ser subdividido em setores de manobra.

#### **4.2. ANÁLISE DAS PRESSÕES EM BAGÉ**

A média de pressões da rede de distribuição apresentou-se adequada, ficando dentro do limite operacionais estabelecidos pela ABNT NBR 12.218. Contudo, existem regiões específicas no SAA do DAEB, em que as pressões se apresentaram acima de 40 mca. Estas regiões são potenciais locais de perdas reais mais abrangentes.

O DAEB não apresentou VRP instalados no sistema, talvez o fato pode-se justificar pela média de pressão adequada. Outro ponto a destacar são os *boosters* instalado no local de reservatórios elevados desativados, logo transparece a necessidade de elevar a pressão ao invés de reduzi-la. Também, a prática operacional citada de interligar setores de abastecimento, gerando uma maior uniformidades das pressões.

O estudo do comportamento das pressões noturnas não foi apresentado pelo DAEB, ficando um possibilidade de redução de perdas de água que deve ser analisada futuramente, com a instalação de inversores de frequência.

Dentro do exposto, verifica-se que o SAA do DAEB não possui as pressões nas redes de distribuição como um problema grave, porém pode ser melhorado para melhorar sua performance.



## 6. GESTÃO DE ATIVOS

O DAEB não apresentou uma metodologia de pesquisa de vazamentos ocultos, tão pouco uma metodologia de reparo das redes danificadas. Os operadores do sistema apenas atuam em vazamentos visíveis quando demandados ou por falta no abastecimento de água aos usuários.

Os dados das intervenções ocorridas na rede de distribuição de Bagé/RS foram apresentados pelo DAEB (DAEB, 2022), referente ao período de janeiro de 2021 a setembro de 2022. A Tabela 9 apresenta as interrupções por tipo de rede. A Tabela 10 apresenta as vias públicas com cinco consertos ou mais nas redes. A maioria dos pontos de consertos analisados, não possuía identificação do logradouro.

**Tabela 9 – Quantidade de consertos por tipo de rede**

Rótulos de Linha	Contagem de Data
Adutora	47
Ramal	37
Rede	48
<b>Total Geral</b>	<b>132</b>

FONTE: AUTOR.

**Tabela 10 – Vias públicas com 5 consertos ou mais nas redes**

Via Pública	Quantidade
Avenida General Osório	5

Fonte: AUTOR.

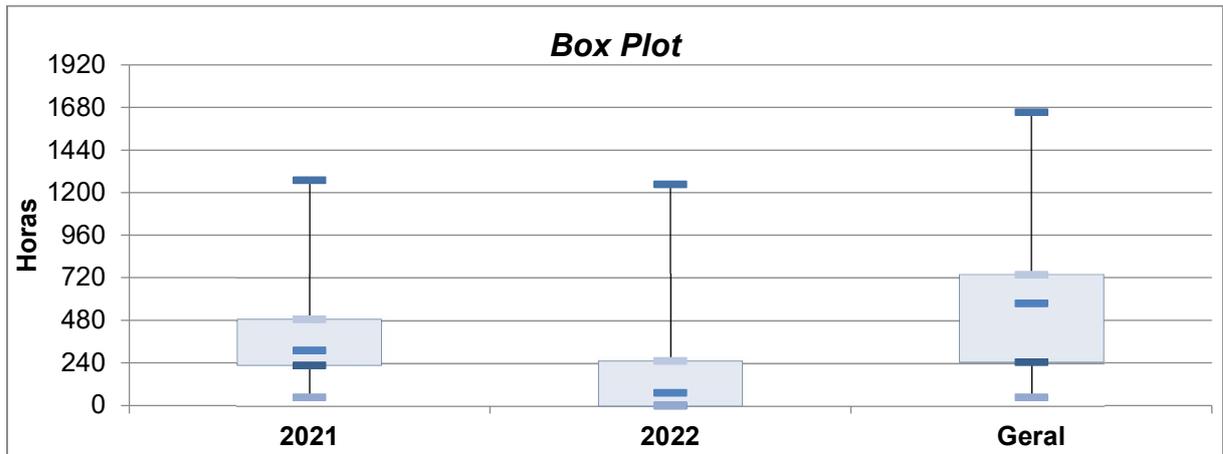
A Tabela 11 apresenta as estatísticas dos consertos no período de janeiro de 2021 a setembro de 2022 nas redes de Bagé. O Gráfico 2 apresenta as faixas de consertos gerais através do *box plot*, verificando que houve uma mudança de comportamento de 2021 para 2022. O Gráfico 3 apresenta o comportamento dos consertos das redes. O Gráfico 4 apresenta o comportamento dos consertos dos ramais. O Gráfico 5 apresenta o comportamento dos consertos das adutoras.

**Tabela 11 – Estatísticas das interrupções**

Estatística	2021	2022	Geral
Média	5,4	4,6	5,0
Desvio Padrão	1,9	2,9	2,4
Precisão	0,5	0,9	0,5
Limite Superior	5,9	5,4	5,5
Limite Inferior	4,9	3,7	4,6

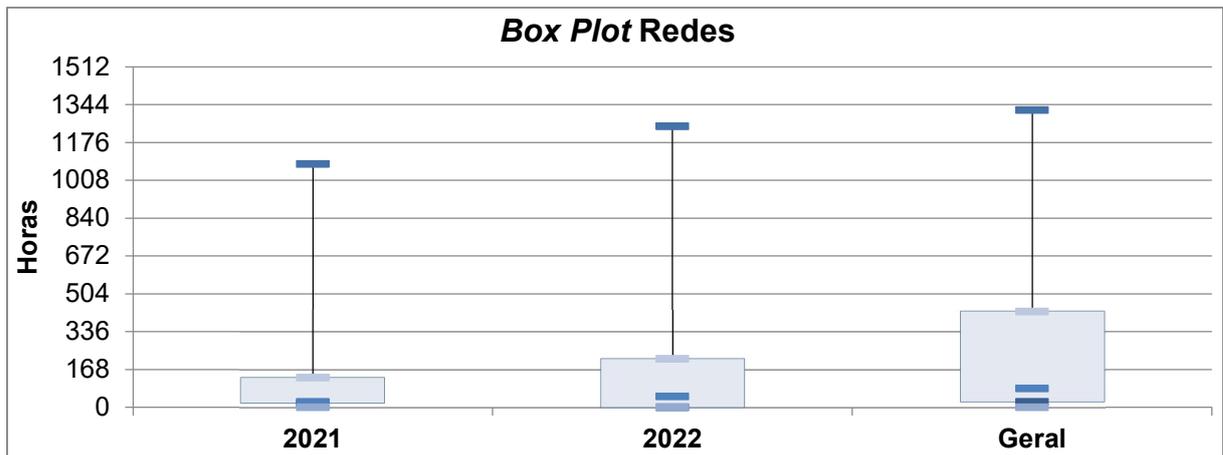
Fonte: AUTOR.

**Gráfico 2 – Gráfico de Box Plot dos consertos gerais**



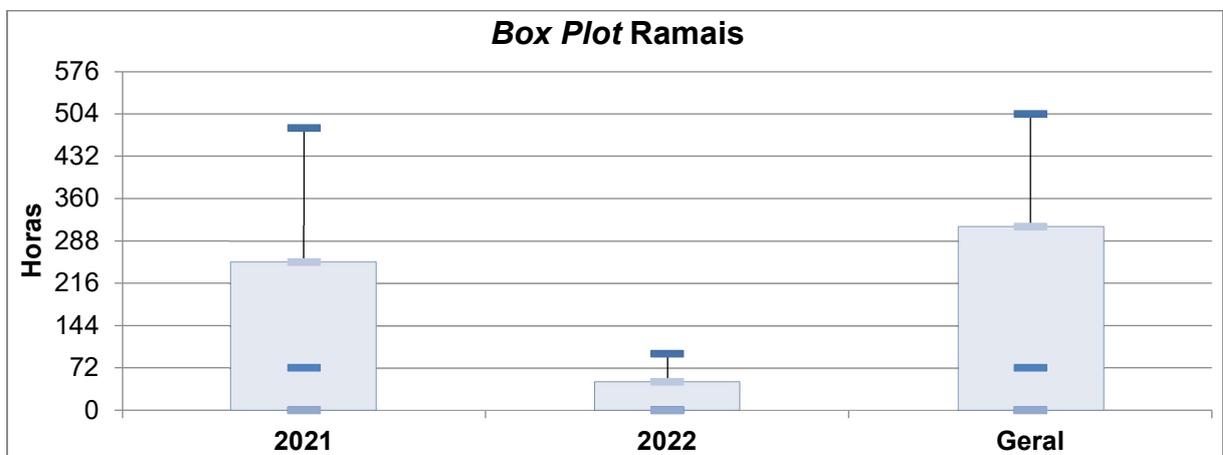
FONTE: AUTOR.

**Gráfico 3 – Gráfico de Box Plot dos consertos das redes**



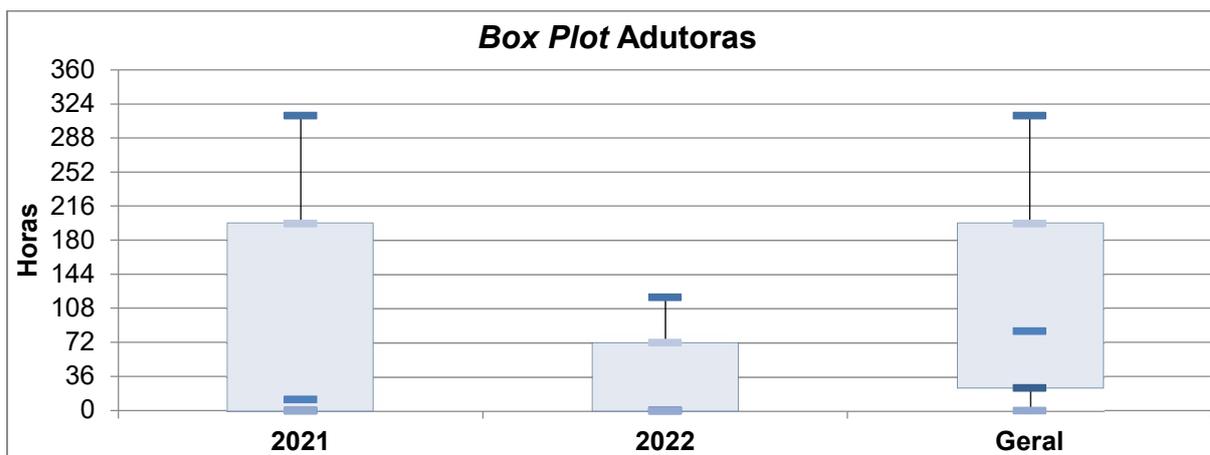
FONTE: AUTOR.

**Gráfico 4 – Gráfico de Box Plot dos consertos dos ramais**



FONTE: AUTOR.

**Gráfico 5 – Gráfico de *Box Plot* dos consertos das adutoras**



FONTE: AUTOR.

## 7. NÍVEIS DE EFICIÊNCIA DE PERDAS REAIS E APARENTES

A metodologia do ProEESA definiu os níveis econômicos de perdas de água – NEP (PROEESA, 2021a). Para tanto, utilizou-se a planilha eletrônica desenvolvida pelo ProEESA (PROEESA, 2021b), para alcançar o NEP para as perdas reais e as perdas aparentes. A Tabela 12 apresenta os valores dos resultados do DAEB em 2021, conforme cadastrados no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS. A Tabela 13 apresenta os dados da tabela da planilha eletrônica (PROEESA, 2021b), que posteriormente resultarão no NEP das perdas reais e das perdas aparentes.

**Tabela 12 – Resultados apresentados pelo SNIS para o ano de 2021.**

Variáveis SNIS	Valores
AG001 - População total atendida com abastecimento de água (habitantes)	101.719
AG002 - Quantidade de ligações ativas de água (quantidade)	42.116
AG005 - Extensão da rede de água (km)	495,24
AG006 - Volume de água produzido (m³)	11.432,00
AG010 - Volume de água consumido (m³)	4.904,26
AG018 - Volume de água tratada importado (m³)	0
AG019 - Volume de água tratada exportado (m³)	4.107,84
AG024 - Volume de serviço (m³)	0
ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário	81.375
ES007 - Volume de esgotos faturado (m³)	5.781,97
FN002 - Receita operacional direta de água (R\$)	3.785.221,85
FN003 - Receita operacional direta de esgoto (R\$)	3.162.000,00
FN011 - Despesa com produtos químicos (R\$)	0
FN013 - Despesa com energia elétrica (R\$)	132,2
FN020 - Despesa com água importada (R\$)	57,1
IN022_AE - Consumo médio percapita de água (litros/habitante.dia)	426,14
IN049_AE - Índice de perdas na distribuição (%)	101.719
IN051_AE - Índice de perdas por ligação (litros/ligação.dia)	42.116

Fonte: SNIS (2022).

**Tabela 13 – Componentes da metodologia do ProEESA para o ano de 2021.**

Dados para definição dos pontos ótimo e patamares financeiros	Valores
H - Custo médio de substituição de hidrômetros (R\$/hidrômetro)	R\$ 192,43
s - Inclinação da linha de precisão de medição	2,00%
T - Tarifa unitária (R\$/m³)	R\$ 3,46
c <sub>CH</sub> – per capita efetivamente consumido que passou por hidrômetro (m³/pessoa/dia)	0,1321
I <sub>inevit</sub> (%)	5,00%
N <sub>ati</sub> – Ligações ativas	42.116
P – Pessoas por ligação (hab./lig)	2,41
C <sub>prod</sub> - Custo de Produção de Água (R\$/m³)	R\$ 3,19000
Q <sub>c</sub> - Volume consumido efetivamente (m³/ano)	4.904.260
k – coeficiente de custo (R\$/m³/dia)	21506
b - fator de economia de escala (0,7 -0,8)	0,7505
Z <sub>exp</sub> - período relativo à expansão (anos)	5
f <sub>p</sub> - fator de ponta	1,2
f <sub>r</sub> - fator de resiliência	1,3
C <sub>pr</sub> – custo das atividades e investimentos para o controle de perdas (R\$/km)	3.773
c <sub>c</sub> - percapita água consumida efetivamente (m³/pessoa.dia)'	0,132100
I <sub>PA0</sub> - perdas aparentes em relação ao vol consumido (-)	23,00%
r - Taxa de Retorno	8,6%
E – razão da capacidade de prod. de água instalada em relação à água cons. presentemente	1,71
G - Taxa de crescimento populacional (-)	0,3%
M - Comprimento da rede de distribuição (km) (AG005*médio)	495,2
D - Comprimento da rede de distribuição por ligação (km/ligação) (AG005/AG002)	0,0118
β - Coeficiente de Perdas de vazamentos não reportados	17,96
α - Coeficiente de perdas de base e vazamentos reportados	7,98

**Fonte: PROEESA (2021b).**

O NEP das perdas aparentes de Bagé alcançou o ponto ótimo de 3,6% e o patamar financeiro entre 1,2% a 10,4% das perdas. A Tabela 14 apresenta os resultados do ponto ótimo e patamar financeiros com os valores em percentuais de perdas.

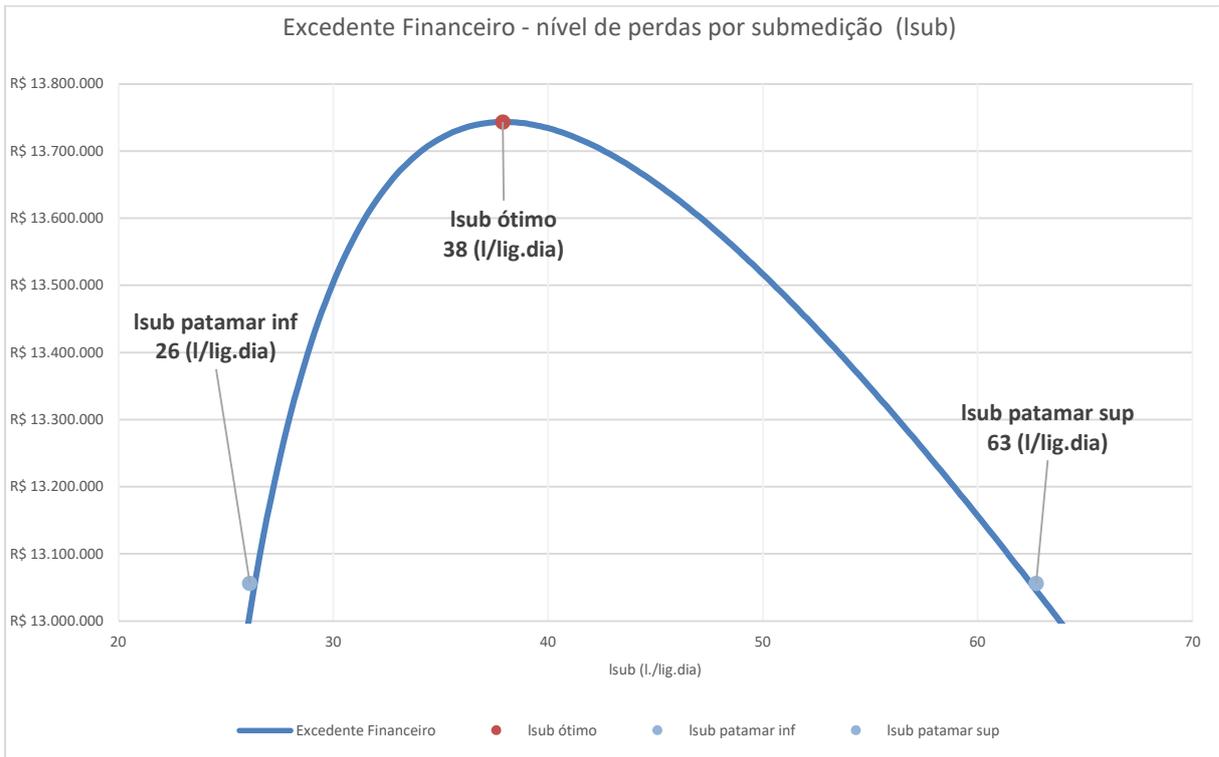
**Tabela 14 – Resumo dos resultados do NEP perdas aparentes.**

Item	Excedente	Percentual de Perdas	litros/ligação.dia	m³/ano
Patamar inferior	R\$ 13.056.346	3,2%	26	401.304
Ponto ótimo	R\$ 13.743.522	6,9%	38	582.380
Patamar superior	R\$ 13.056.346	14,7%	63	964.109

**Fonte: PROEESA, 2021b.**

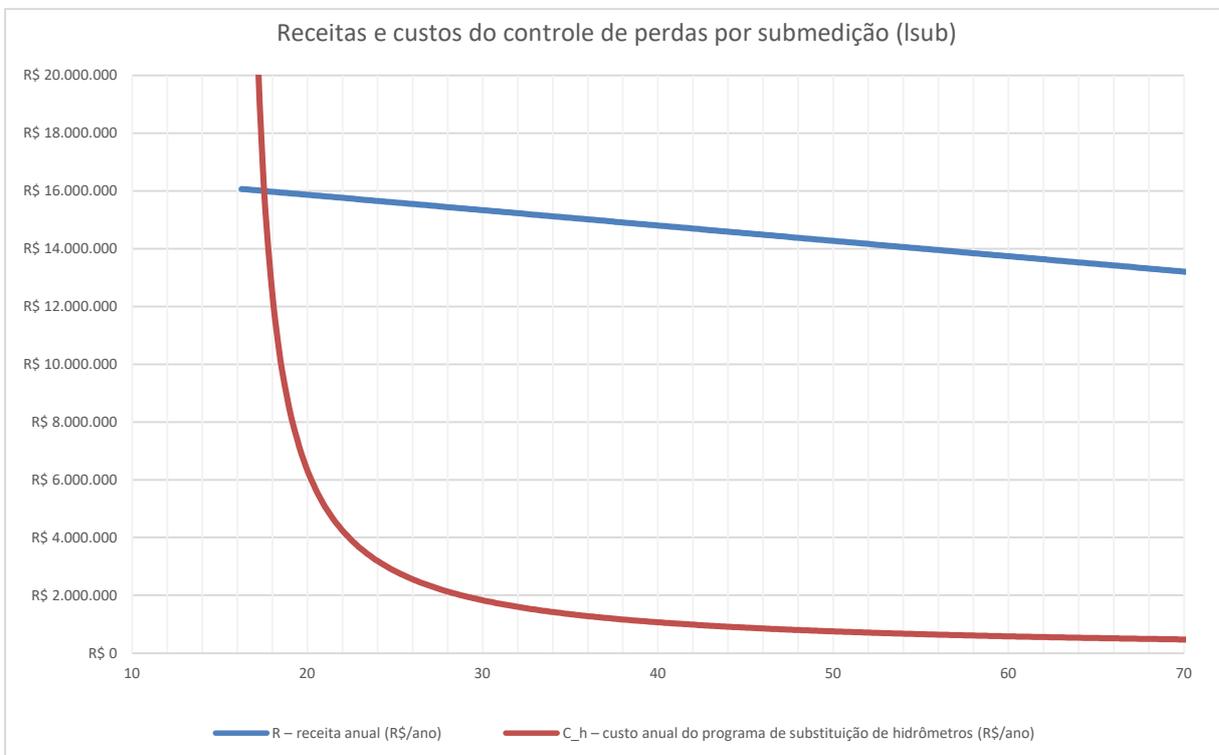
O Gráfico 6 apresenta o comportamento da curva do NEP para as perdas aparentes, destacando-se o ponto ótimo em 27 litros por ligação ao dia. O Gráfico 7 apresenta as curvas dos custos e receitas que resultaram no excedente financeiro. O Gráfico 8 apresenta o comportamento do NEP das perdas aparentes em percentual, destacando que o ponto ótimo está em 3,6% das perdas. Destaca-se que este valores não possuem precisão adequado para o momento, pois basearam-se no dados do SNIS.

**Gráfico 6 – NEP do excedente financeiro das perdas aparentes em litro/lig.dia.**



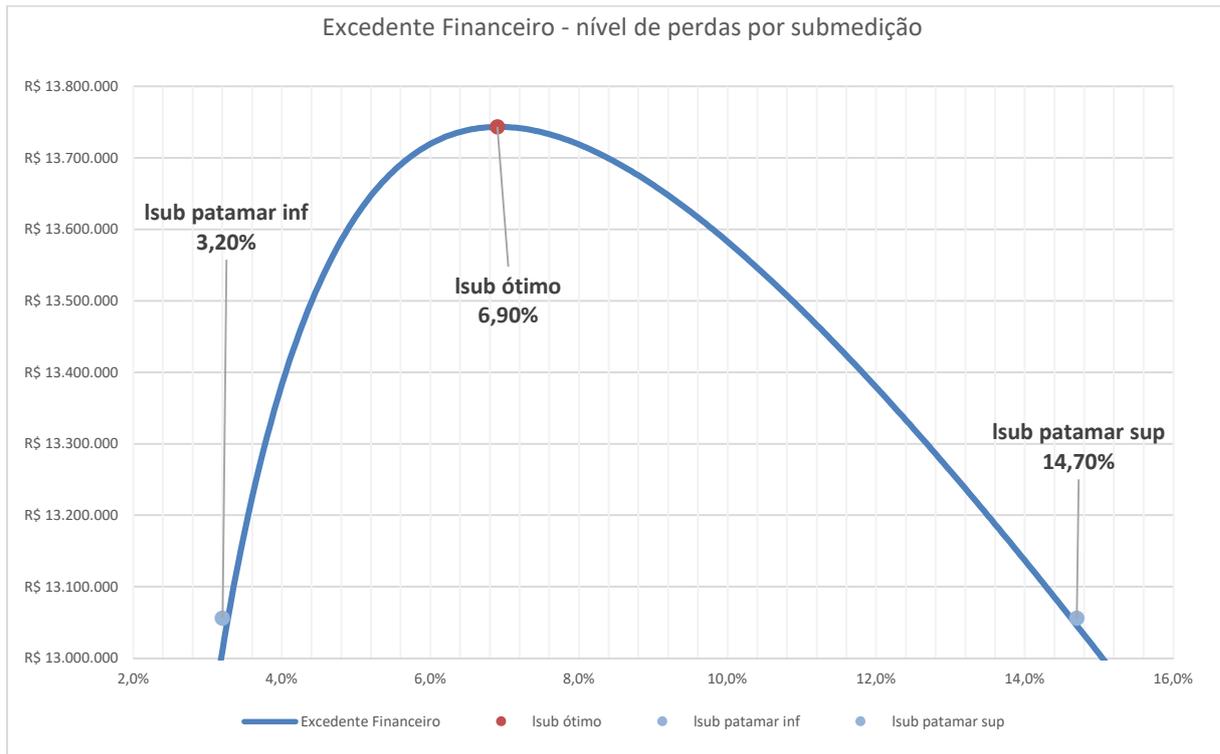
Fonte: PROEESA (2021b).

**Gráfico 7 – Curvas dos custos e das receitas das perdas aparentes em litro/lig.dia.**



Fonte: PROEESA (2021b).

**Gráfico 8 – NEP do excedente financeiro das perdas aparentes em percentual.**



Fonte: PROEESA (2021b).

O NEP das perdas reais de Bagé alcançou o ponto ótimo de 14,1% e o patamar financeiro entre 11,2% a 21,9% das perdas. A Tabela 15 apresenta os resultados do ponto ótimo e patamar financeiros com os valores em percentuais de perdas reais.

Destaca-se que estes valores não possuem precisão adequada para o momento, pois basearam-se no dados do SNIS. O DAEB possui a oportunidade de combater as perdas reais do sistema utilizando a metodologia do NEP.

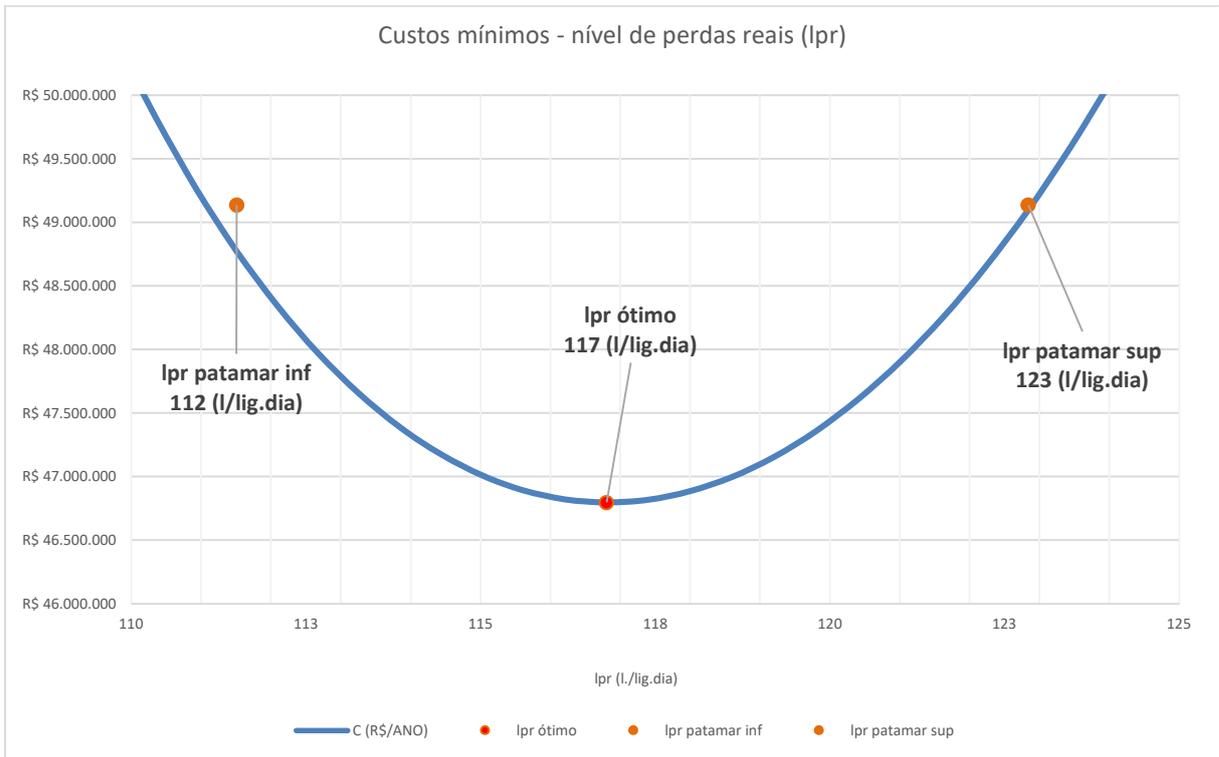
**Tabela 15 – Resumo do nível de eficiência econômica para as perdas reais.**

Item	Investimento	Percentual de Perdas	litros/ligação.dia	m³/ano
Patamar inferior	R\$ 49.136.986	25,9%	112	1.714.175
Ponto ótimo	R\$ 46.797.129	26,8%	117	1.795.549
Patamar superior	R\$ 49.136.986	27,8%	123	1.888.344

Fonte: PROEESA (2021b).

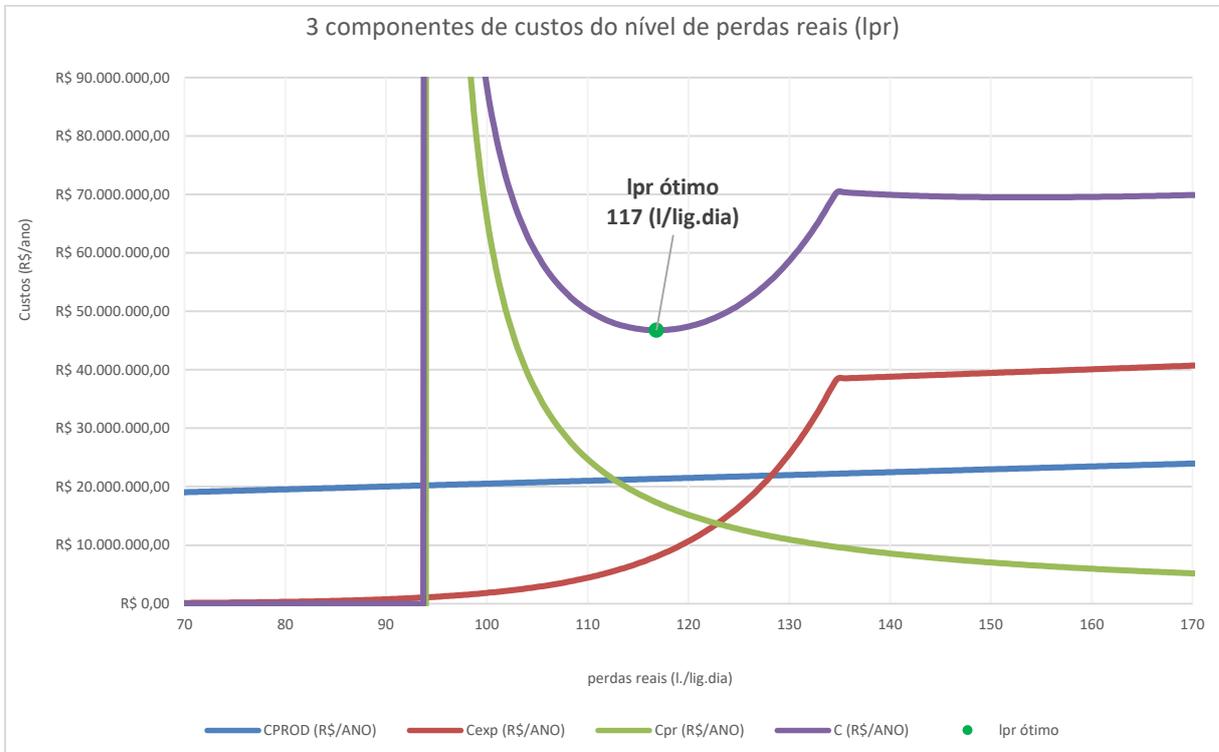
O Gráfico 9 apresenta o comportamento da curva do NEP para as perdas reais, com o ponto ótimo em 21 l/lig.dia. O Gráfico 10 apresenta as curvas dos custos de produção, de expansão e de pesquisa e reparo. O Gráfico 11 apresenta o comportamento do NEP das perdas aparentes em percentual, com ponto ótimo está em 14,9%.

**Gráfico 9 – NEP dos custos das perdas reais em litro/lig.dia.**



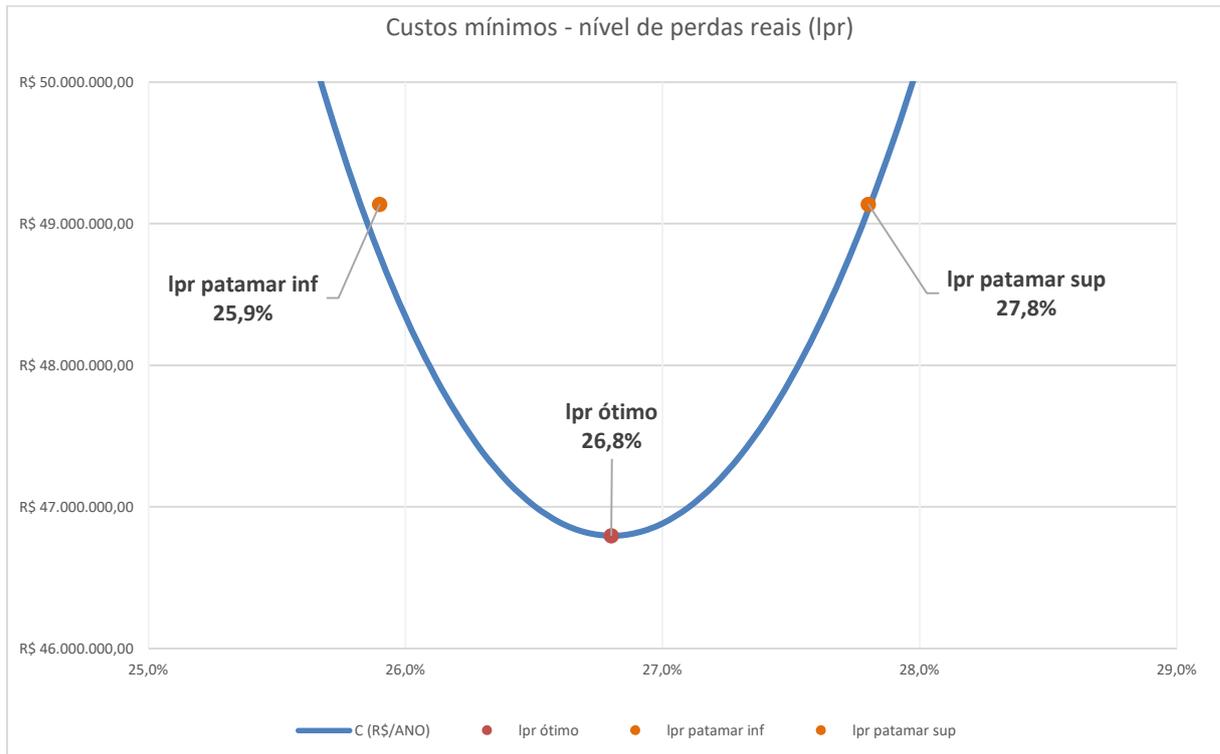
Fonte: PROEESA (2021b).

**Gráfico 10 – Curvas dos custos das perdas reais para litros por ligação ao dia.**



Fonte: PROEESA (2021b).

**Gráfico 11 – Curvas dos custos das perdas reais em percentual.**



Fonte: PROEESA (2021b).

## 8. BALANÇO HÍDRICO

Os balanços hídricos – BH são balanços de massas feitos com dados anuais, comerciais e operacionais, de uma mesma base física e temporal. Permitem a obtenção indireta dos volumes perdidos em vazamentos, chamados de perdas reais de água. O volume de perdas reais, isoladamente, é uma medida da ineficiência da infraestrutura do sistema, sendo necessário que os volumes correspondam a volumes e reais e não àqueles porventura decorrentes de regras comerciais de negócio (AESBE, 2016).

Pode-se entender o BH com uma técnica de modelagem para aproximação da realidade do sistema, na qual deseja-se que possua uma Grau de Confiança de 95% para cada etapa de entrada de dados (AESBE, 2016).

O balanço hídrico – BH desenvolvido para Bagé/RS teve como base os valores apresentados pela DAEB (DAEB, 2022a). Para a estruturação do BH, baseado na metodologia da IWA, utilizou-se a planilha eletrônica *WB-EasyCalc* (LIEMBERGER & PARTNERS, 2021), com a fonte de dados do capítulo 3. Todo o desenvolvimento desta planilha eletrônica está apresentado pelos Quadros 1 ao 15. O quadro 11 apresenta os resultados do BH em  $m^3 \cdot dia^{-1}$ . O quadro 12 apresenta os resultados do BH em  $m^3 \cdot ano^{-1}$ .

Quadro 1 – Planilha resumo do WB-EasyCalc.

Fonte: ADAPTADO DE LIEMBERGER & PARTNERS(2021).

Quadro 2 – Volume de entrada no SAA em m³/ano.

Volume de Entrada no Sistema		
Fonte de água	[m3]	Margem de erro [+/- %]
Captação para ETA	11.338.000	5,0%
Poço	94.000	5,0%
Margem de erro [+/-]		5,0%
<b>Volume de entrada no sistema [m3]</b>		
Mínimo	10.865.081	
Máximo	11.998.919	
<b>Melhor estimativa</b>	<b>11.432.000</b>	

Fonte: ADAPTADO DE LIEMBERGER & PARTNERS(2021).



**Quadro 5 – Volumes autorizados no SAA em m³/ano.**

Consumo não autorizado					
Descrição	Número estimado	Margem de erro [+/- %]	Pessoas por residência	Consumo [litros/pessoa/dia]	Total [m3]
Ligações clandestinas - residenciais	421	5%	2,4	132	48.884
				consumo [litros/ligação/dia]	
Ligações clandestinas - outras					-
				Consumo [litros/cliente/dia]	
Hidrômetros violados, bypasses, etc em clientes registrados	421	5%		111	17.103
				Consumo [m3/dia]	
					-
					-
					-
					-
					-
Margem de erro [+/-]		3,9%			
<b>Consumo não autorizado [m3]</b>					
Mínimo					63.397
Máximo					68.576
Melhor estimativa					65.987

**Fonte: ADAPTADO DE LIEMBERGER & PARTNERS(2021).**







**Quadro 11– Balanço Hídrico do SAA de Bagé em m³/dia.**

<b>Volume de Entrada no</b> <b>31.321 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 5,0%	<b>Consumo autorizado</b>  <b>18.539 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 0,0%	Consumo autorizado faturado  <b>18.539 m³/dia</b>	Consumo medido faturado <b>13.436 m³/dia</b>	Água faturada  <b>18.539 m³/dia</b>	
			Consumo não medido faturado <b>5.102 m³/dia</b>		
	<b>Perdas de água</b> <b>12.782 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 12,2%	<b>Consumo autorizado não faturado</b>  <b>0 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 0,0%	<b>Perdas Aparentes</b> <b>1.074 m³/dia</b>	Consumo medido não faturado <b>0 m³/dia</b>	Água não faturada <b>12.782 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 12,2%
			Margem de erro [+/-] 3,4%	Consumo não medido não faturado <b>0 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 0,0%	
		<b>Perdas Reais</b> <b>11.708 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 13,3%		Consumo não autorizado <b>181 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 3,9%	
				<b>Imprecisões dos medidores e erros de manipulação dos dados</b> <b>893 m³/dia</b> Margem de erro [+/-] 4,0%	

Fonte: AUTOR, ADAPTADO DE LIEMBERGER & PARTNERS(2021).

**Quadro 12 – Balanço Hídrico do SAA de Bagé em m³/ano.**

<b>Volume de Entrada no</b> <b>11.432.000 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 5,0%	<b>Consumo autorizado</b>  <b>6.766.640 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 0,0%	Consumo autorizado faturado  <b>6.766.640 m³/ano</b>	Consumo medido faturado <b>4.904.260 m³/ano</b>	Água faturada  <b>6.766.640 m³/ano</b>	
			Consumo não medido faturado <b>1.862.380 m³/ano</b>		
	<b>Perdas de água</b> <b>4.665.360 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 12,2%	<b>Consumo autorizado não faturado</b>  <b>0 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 0,0%	<b>Perdas Aparentes</b> <b>392.112 m³/ano</b>	Consumo medido não faturado <b>0 m³/ano</b>	Água não faturada <b>4.665.360 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 12,2%
			Margem de erro [+/-] 3,4%	Consumo não medido não faturado <b>0 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 0,0%	
		<b>Perdas Reais</b> <b>4.273.248 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 13,3%		Consumo não autorizado <b>65.987 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 3,9%	
				<b>Imprecisões dos medidores e erros de manipulação dos dados</b> <b>326.125 m³/ano</b> Margem de erro [+/-] 4,0%	

Fonte: AUTOR, ADAPTADO DE LIEMBERGER & PARTNERS(2021).

**Quadro 13 – Indicadores de performance do SAA.**

Indicadores de Performance					Início	
Nível de serviço						
	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior		
Tempo de abastecimento médio [h/dia]	24,0	10%	21,6	24,0		
Pressão média [m] (q.s.p.)	13,5	13%	11,8	15,2		
Volume de perdas reais						
	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior	LM	
AAPF - Volume Anual Atual de Perdas Reais [m3/dia]	883	126%	-230	1.997	NC	
MAPF - Volume Mínimo Atingível de Perdas Reais [m3/dia]	508	16%	426	590	LP	
Indicadores de Performance de perdas reais					Grupo de performance	
	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior	Pais Desenvolvido	Pais em Desenvolvimento
Índice Infra-estrutural de Perdas (IIE)	2	127%	0	4	<b>A2</b>	<b>A1</b>
Litros por ligação por dia (q.s.p.) <small>q.s.p.: quando o sistema está pressurizado - isto significa que o valor já está corrigido no caso de intermitência no abastecimento</small>	29	126%	-8	66		
Litros por ligação por dia por metro de pressão (q.s.p.)	2	127%	-1	5		
m3/km rede por hora (q.s.p.)	0,09	1505%	-1,25	1,43		
Indicadores de Performance de perdas aparentes						
	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior		
Perdas Comerciais expressa em % do Consumo Autorizado	22%	9%	20%	24%		
litros/ligação/dia	80	4%	77	83		
litros/cliente/dia	87	4%	84	90		
Indicadores de Performance de Perdas					Grupo de performance	
	Melhor estimativa	Margem de erro [+/- %]	Limite inferior	Limite superior	Pais Desenvolvido	Pais em Desenvolvimento
Volume de água não faturada expressa em % do volume de entrada no sistema	39%	20%	31%	46%	<b>B</b>	<b>B</b>
Valor da água não faturada expressa em % do custo operacional anual	196%	20%	157%	236%		
Litros por ligação por dia (q.s.p.) <small>q.s.p.: quando o sistema está pressurizado - isto significa que o valor já está corrigido no caso de intermitência no abastecimento</small>	181	22%	140	221		

Fonte: ADAPTADO DE LIEMBERGER & PARTNERS(2021).

**Quadro 14 – Matriz de avaliação de perdas reais.**

Matriz de Avaliação de Perdas Reais						
Categoria de performance técnica	ILI	litros/ligação/dia (quando o sistema está pressurizado) numa pressão média de:				
		10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
		<b>País Desenvolvido</b>	A1	< 1.5	< 25	< 40
	A2	1.5 - 2	25-50	40-75	50-100	60-125
	B	2 - 4	50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8	100-200	150-300	200-400	250-500
	D	> 8	> 200	> 300	> 400	> 500
<b>País em Desenvolvimento</b>	A1	< 2	< 25	< 50	< 75	< 100
	A2	2-4	25-50	50-100	75-150	100-200
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 1000

<b>A1</b>	World class leakage management performance; only marginal further reductions theoretically possible
<b>A2</b>	Redução adicional de perda pode não ser econômica, ao menos que haja insuficiência de abastecimento; são necessárias análises mais criteriosas para identificar o custo de melhoria efetiva
<b>B</b>	Potencial para melhorias significativas; considerar o gerenciamento de pressão; práticas melhores de controle ativo de vazamentos, e uma melhor manutenção da rede
<b>C</b>	Registro deficiente de vazamentos; tolerável somente se a água é abundante e barata; mesmo assim, analise o nível e a natureza dos vazamentos e intensifique os esforços para redução de vazamentos
<b>D</b>	Uso muito ineficiente dos recursos; programa de redução de vazamentos é imperativo e altamente prioritário

Fonte: ADAPTADO DE LIEMBERGER & PARTNERS(2021).

**Quadro 15 – Matriz internacional de avaliação de perdas.**

Matriz Internacional de Avaliação de Perdas						
Categoria de performance técnica		litros/ligação/dia (quando o sistema está pressurizado) numa pressão média de:				
		10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
		<b>País Desenvolvido</b>	A1	< 50	< 65	< 75
	A2	50-100	65-125	75-150	85-175	
	B	100-200	125-250	150-300	175-350	
	C	200-350	250-450	300-550	350-650	
	D	> 350	> 450	> 550	> 650	
<b>País em Desenvolvimento</b>	A1	<55	<80	<105	<130	
	A2	55-110	80-160	105-210	130-260	
	B	110-220	160-320	210-420	260-520	
	C	220-400	320-600	420-800	520-1000	
	D	> 400	> 600	> 800	> 1200	

<b>A1</b>	World class NRW management performance; the potential for further NRW reductions is small unless there is still potential for pressure reduction or accuracy improvement of large customer meters
<b>A2</b>	Redução adicional de perda pode não ser econômica, a menos que haja insuficiência de abastecimento ou tarifas muito altas; são necessárias análises mais criteriosas para identificar melhorias economicamente viáveis.
<b>B</b>	Potencial para melhorias significativas; validar um balanço hídrico para quantificar os componentes de perdas; considerar gerenciamento de pressão, melhores práticas de controle ativo de vazamentos, e melhor manutenção da rede; melhorar o gerenciamento de medidores de clientes, revisar procedimentos de leituras de medidores, manuseio de dados e processamento de contas e identificar potenciais de melhoria.
<b>C</b>	Registro deficiente de vazamentos; tolerável somente se a água é abundante e barata; mesmo assim, analisar o nível e a natureza das perdas e intensificar os esforços para redução de perdas
<b>D</b>	Muito ineficiente; um programa abrangente de redução de perdas é imperativo e altamente prioritário

Fonte: ADAPTADO DE LIEMBERGER & PARTNERS(2021).

O balanço hídrico desenvolvido não possui a precisão recomendada de 95% de precisão, devido a imprecisão dos dados sem macromedição apresentados. Contudo, este balanço servirá para monitorar a evolução do mesmo.

## **9. RECOMENDAÇÕES**

O diagnóstico realizado no SAA do DAEB percebeu situações prejudiciais que possam estar apresentando perdas. Desta forma, este diagnóstico realizará recomendações para atuação do DAEB, considerando ações de curto (1 a 2 anos), médio (2 a 5 anos) e longo (5 a 10) prazos para possível implementação.

### **9.1. RECOMENDAÇÕES DE CURTO PRAZO**

As ações de curto prazo têm o objetivo de executar ações para estabelecer uma rotina de gestão ao combate as perdas de água no DAEB, visualizando uma redução de 60% a 40% de perdas. Desta forma, abaixo estão as recomendações sugeridas:

- Instituir uma equipe técnica para trabalhar exclusivamente no controle e redução de perdas de água no SAA do DAEB;
- Realizar as exigências previstas na Resolução CSR nº 005/2021, que instituiu o Programa de Redução de Perdas da AGESAN-RS, tais como: desenvolvimentos dos planos anuais ao combate as perdas de água e o envio de informações para o monitoramento do sistema;
- Realizar a instalação de macromedidores capazes de apresentar o balanço hídrico do sistema de abastecimento de água;
- Realizar a substituição de hidrômetros velocimétricos do SAA, com uma taxa de 20% ao ano, ou seja aproximadamente substituir 8.500 hidrômetros ao ano, priorizando aqueles com maiores tempo de instalação. Objetivando alterar a idade média de 9 para 2,5 anos ao final de 5 anos, reduzindo a imprecisão de 23% para 10%. Logo, aumentando o faturamento;
  - Implantar a rotina para correção da inclinação dos hidrômetros instalados;
  - Implantar um sistema para o controle das variáveis do sistema de abastecimento de água, tais como: volume produzido, volume consumido, volume tratada, volume faturado, dentre outras;
- Implantar uma metodologia de pesquisa e reparo de vazamentos nas redes de abastecimento;

- Realizar estudos com *data logger* do comportamento das pressões noturnas das redes de abastecimento;
- Implantar uma metodologia de controle e redução de pressões nas redes de abastecimento de água;
- Desenvolvimento do cadastro atualizado das tubulações do SAA do DAEB;
- Substituir tubulações precárias na rede de abastecimento de água;
- Desenvolver indicadores internos para o monitoramento das perdas;
- Instituir a rotina de mensal de avaliação dos resultados de perdas;
- Estabelecer metas internas para redução de perdas;
- Promover treinamentos internos para capacitação da equipe referente as perdas de água.

## **9.2. RECOMENDAÇÕES DE MÉDIO PRAZO**

As ações de médio prazo têm o objetivo de executar ações para estabelecer uma estruturação do sistema de abastecimento no DAEB, visualizando uma redução de 40% a 25%. Desta forma, abaixo estão as recomendações sugeridas:

- Instalar macromedidores por setores do SAA, projetando leituras para setores com no máximo 3.000 ligações;
- Instalação de quadros de hidrômetros padronizados pelo DAEB, com o objetivo de prevenir fraudes, facilitar acesso ao DAEB ao hidrômetro, facilitar o acesso do usuário ao registro de água, proteção do quadro do hidrômetro, reduzir os vazamentos no quadro e garantir o posicionamento correto do hidrômetro;
- Instalar 30% de hidrômetros volumétricos no parque de hidrômetros, objetivando este modelos para usuários com maior consumo de água;
- Desenvolver um modelo do sistema de abastecimento de água em um Software, tal como o EPANET, com o objetivo de verificar o comportamento no abastecimento, que são: pressões das redes, transientes hidráulicos e vazões de abastecimento;
- Avaliar o cadastro da redes desenvolvido nas ações de curto prazo, verificando a quantidade de tubulações com idade superior a 50 anos. Conseqüentemente, propondo um cronograma de substituição;
- Desenvolver ou apropriar de software focados em pesquisa de vazamentos de rede;
- Aprimorar as técnicas de reparo de vazamentos das redes de distribuição, utilizando métodos não destrutivas;

- Instalar inversores de frequência em bombeamentos ou válvula redutoras de pressão nas redes com o objetivo de reduzir pressões em setores específicos;
- Instituir estudos técnicos para rompimento das redes, gerando ações de melhorias para a operação e infraestrutura do sistema;
- Realizar um convênio com uma universidade ou instituição similar para avançar nos estudos relativos as perdas de água do sistema de abastecimento.

### **9.3. RECOMENDAÇÕES DE LONGO PRAZO**

As ações de longo prazo têm o objetivo de executar ações para estabelecer uma manutenção dos resultados de perdas e aperfeiçoar, visualizando uma redução de 25% a 20%. Desta forma, abaixo estão as recomendações sugeridas:

- Instalar mais 30% de hidrômetros volumétricos no parque de hidrômetros, objetivando este modelos para usuários com maior consumo de água;
- Instalar mais 10% de ultrassônicos volumétricos no parque de hidrômetros, objetivando este modelos para usuários com maior consumo de água;
- Instalação de pitômetros para avaliar as pressões das redes de abastecimentos, em todos os setores macromedidos, com o devido supervisório de observação e armazenamento dos valores medidos;
- Realizar a setorização do sistema de abastecimento de água do DAEB, seguindo as definições do ABNT NBR 12.218;
- Instalar supervisório com o objetivo de controlar e monitor instantaneamente das vazões, dos níveis dos reservatórios, das pressões do SAA, das macromedições e das micromedições;
- Implementar o gerenciamento das perdas com base no nível econômico de perdas de água – NEP;
- Substituir tubulações e conexões antigas por tubulações e conexões impermeáveis.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Programa de Redução de Perdas de água da AGESAN-RS, nesta etapa diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água, teve como objetivo observar os principais fatores associados ao controle de redução de perdas em Bagé/RS. Foi realizada a descrição do cenário atual do sistema, com informações obtidas através de ofícios demandados ao DAEB, de fiscalizações realizadas no SAA, dos dados do SNIS e no uso da metodologia do ProEESA.

Os macromedidores são fundamentais para o controle das perdas, são a fonte de toda informação de operação e planejamento à expansão dos sistemas de abastecimento de água, propiciando o estabelecimento de indicadores que permitirão o desenvolvimento de ações corretivas destinadas a redução das perdas. A macromedição confiável permite analisar a eficiência de partes dos sistemas e assim estabelecer medidas de correção quando estas forem necessárias. Para trabalhar dentro dos padrões considerados ótimos, sob o ponto de vista técnico e econômico, a prestadora de serviço público de saneamento básico precisará medir todas as partes do sistema, desde a captação, a adução, a estação de tratamento de água e a distribuição da água para os setores de abastecimento. Recomenda-se evoluir nas instalações e controle dos macromedidores conforme previsto na Seção I da Resolução CSR nº 005/2021 da AGESAN-RS. Desta forma, possibilitará identificar as alterações de consumo, com maior velocidade, sendo este, o indicativo de perda de água no sistema.

As pressões da rede de distribuição apresentam-se com bastante variação, de 10 a 50 mca, incluindo valores abaixo de 10 mca e acima de 50 mca, demonstrando assim um comportamento sem controle. Essas variações são provocadas por fatores críticos (relevo e disposições das redes) que podem ser explorados. O prestador de serviço regulado pela AGESAN-RS deverá garantir que as pressões de fornecimento de água sejam atendidas, conforme Instrução Normativa da AGESAN-RS. Recomenda-se evoluir no controle de pressões de fornecimento de água nas redes de distribuição conforme previsto na Seção II da Resolução CSR nº 005/2021 da AGESAN-RS.

Recomenda-se também, evoluir nas informações a respeito das tubulações do SAA conforme previsto na Seção IV da Resolução CSR nº 005/2021 da AGESAN-RS, dessa forma garantindo informações mínimas de local de instalação, data da instalação, material da tubulação, diâmetro da tubulação, vida útil, extensão da rede, assim como um cadastro digital (em arquivo .dwg ou microfilmagem).

Verificou-se, que os tempos de consertos estão com frequência que pode ser considerada alta, sendo este um grande indicativo de perdas, além disso, as informações deveriam ser mais completas e detalhadas. Diante disso, recomenda-se evoluir na gestão de ativos do SAA, conforme Seção V da Resolução CSR nº 005/2021 da AGESAN-RS.

O NEP e o balanço hídrico serão grandes informativos para a próxima etapa do PRP em Bagé, na qual estes serão constantemente atualizados. As observações realizadas neste trabalho tiveram o apoio do DAEB, principalmente da Gestora de Bagé/RS, que contribuiu com o detalhamento das informações. Dentro do contexto apresentado, este trabalho está apto a ser base dos estudos futuros do RAIR pela AGESAN-RS, na qual poderão ser consultados e referenciados.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J. M.; PARENA, R. (2004). **Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água**. Tradução e adaptação para português da *Performance indicators for water supply services da International Water Association (IWA)*. Edição: Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Instituto Regulador de Águas e Resíduos, setembro de 2004
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO. [(AESBE, 2021)]. **Volume 3 – Guia prático de procedimentos para estimativa de submedição no parque de hidrômetros**. Brasília, AESBE. Disponível em :[https://aesbe.org.br/guias\\_praticos/](https://aesbe.org.br/guias_praticos/). Acesso em: 26 nov. 2022;
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. [(ANA, 2022)]. **Croqui do sistema de abastecimento de água de Bagé/RS**. Brasília: ANA. Disponível em: [https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Croquis\\_SNIRH/](https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Croquis_SNIRH/). Acesso em: 26 nov. 2022;
- AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL. [(AGESAN-RS, 2021a)]. **Resolução CRS nº 005/2021, 29 de junho de 2021**. Estabelece diretrizes para o Programa de Redução de Perdas – PRP da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (AGESAN-RS). Canoas: Conselho Superior de Regulação, [2021]. Disponível em: <https://www.agesan-rs.com.br/resolicoes-csr>. Acesso em: 23 nov. 2022;
- \_\_\_\_\_. [(AGESAN-RS, 2021b)]. **Processo nº 253/2022**. Relatório Técnico de Fiscalização de Bagé/RS. Fiscalização Direta da AGESAN-RS. Disponível em: <https://www.agesan-rs.com.br/relatorios-de-fiscalizacao>. Acesso em: Dezembro de 2022;
- COELHO, ADALBERTO CAVALCANTI. **Reduzindo as perdas em sistema de abastecimento de água**. 1. ed. Camaragibe: CCS Gráfica, 2020.

- DEPARTAMENTO DE ÁGUA, ARROIOS E ESGOTO DE BAGÉ [(DAEB, 2022)].  
**Respostas ao Ofício nº 635/2022 da AGESAN-RS.** Porto Alegre: Superintendência de Assuntos Institucionais, 1º abr. 2022;
- PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA. [(PROEESA, 2021a)]. **Perdas de água - Guia para determinar o nível econômico e metas progressivas de controle para municípios, reguladores e prestadores de serviço.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proeesa/biblioteca-virtual/4441-publicacoes-proeesa>. Acesso em: 16abr. 2021;
- PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA. [(PROEESA, 2021b)]. **Planilha eletrônico para o cálculo do nível econômico de perda de água.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/saneamento/proeesa/biblioteca-virtual/4441-publicacoes-proeesa>. Acesso em: 16 jun. 2021;
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. [(SNIS, 2021)]. **Portal Eletrônico.** Série histórica – Informações e indicadores municipais consolidados. Brasília: SNIS. Disponível em: <https://www.snis.gov.br>. Acesso em: Novembro de 2022;
- LIEMBERGER & PARTNERS. **WB-EasyCalc – Planilha eletrônica para calcular o balanço hídrico do sistema de abastecimento de água.** Disponível em: [www.liemberger.cc](http://www.liemberger.cc). Acesso em: 26 ago. 2021;
- TOPOGRAPHIC-MAP.COM. **Visualização e compartilhamento de mapas topográficos gratuitos.** Disponível em: <https://pt-topographic-map.com>. Acesso em: Novembro de 2022;