

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS - *CAMPUS* AVANÇADO PIUMHI  
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

Guilherme dos Santos Barbosa

**AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA ATRAVÉS DE METODOLOGIAS DE  
GERENCIAMENTO APLICADAS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO MUNICÍPIO  
DE PIUMHI-MG**

Piumhi – MG

2021

Guilherme dos Santos Barbosa

**AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA ATRAVÉS DE METODOLOGIAS DE  
GERENCIAMENTO APLICADAS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO MUNICÍPIO  
DE PIUMHI-MG**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professor Me. Thiago Pastre Pereira.

Piumhi – MG

2021

---

B238a    Barbosa, Guilherme dos Santos.

Avaliação das perdas de água através de metodologias de gerenciamento aplicadas na rede de distribuição do município de Piumhi-MG [manuscrito] / Guilherme dos Santos Barbosa. – 2021. 146 f. : il.

Orientador: Thiago Pastre Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi, 2021.

1. Perda de água. 2. Abastecimento de água - Piumhi. I. Pereira, Thiago Pastre. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi. III. Título.

CDD 628.1

---

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974

**AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA ATRAVÉS DE METODOLOGIAS DE  
GERENCIAMENTO APLICADAS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO MUNICÍPIO DE  
PIUMHI-MG**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado ao Instituto Federal de Ciência e  
Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial  
para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Civil.

Aprovado em 03/08/2021 pela banca examinadora:

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Pastre Pereira, Professor**, em 04/08/2021, às 13:41, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Stella Maria Gomes Tome, Professora**, em 04/08/2021, às 13:58, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Luiz Teixeira de Camargo, Professor**, em 04/08/2021, às 13:58, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Humberto Coelho de Melo, Professor**, em 04/08/2021, às 14:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Thais de Oliveira Azevedo, Professora Substituta**, em 04/08/2021, às 14:51, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadoes> informando o código verificador **0915175** e o código CRC **02766B17**.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção da vida e por me dar sabedoria para conquistar este objetivo.

Aos meus pais, Andrea e Jairo, e minha irmã Isabela, pelo amor incondicional, força e incentivo durante todos os momentos de minha vida e aos demais familiares que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

Ao professor Me. Thiago Pastre Pereira pela confiança, contribuição e disponibilidade em ter aceitado me orientar nesta pesquisa.

Aos demais professores do IFMG – *Campus* Avançado Piumhi por todo o conhecimento compartilhado durante todo o período da graduação.

Ao professor Me. Renato Beregula e ao engenheiro Yunan Dwi Prasetyo, que se mostraram solícitos em me auxiliar com informações essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) pela colaboração na obtenção das informações e todo apoio na coleta em campo dos dados, necessários para a realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas pela amizade, companheirismo e torcida que tiveram por mim não só na graduação, mas em todos os momentos da minha vida.

Por fim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho e ao longo da graduação. A todos, minha eterna gratidão.

## RESUMO

O presente estudo apresenta uma análise das perdas de água através da aplicação de metodologias de gerenciamento de perdas como o balanço hídrico, os índices de perdas e a modelagem hidráulica. O estudo de caso foi desenvolvido a partir do sistema de abastecimento do município de Piumhi que se localiza na região centro-oeste de Minas Gerais. Para o balanço hídrico utilizou-se o *software* disponibilizado pelo Banco Mundial *WB-EasyCalc*, já os índices de perdas foram calculados por meio das equações encontradas nas bibliografias a fim de diagnosticar a situação atual da rede. Ambas as metodologias foram realizadas com a utilização do banco de dados de consumo no ano de 2020 disponibilizado pelo SAAE, autarquia responsável pelo saneamento do município. A modelagem hidráulica foi realizada com o auxílio do *Qgis* e o *plugin* QEPANET e, após sua conclusão, foi importada para o EPANET para ser feita a simulação. Com os resultados obtidos com o balanço hídrico e os indicadores que se encontram, de modo geral, abaixo das médias nacional e estadual, foi possível concluir que há potencial para melhorias significativas no sistema de abastecimento da cidade caso seja realizada o gerenciamento das perdas como, por exemplo, por meio da pesquisa de vazamentos e melhor manutenção da rede. Por fim através da modelagem hidráulica foi possível identificar zonas com pressão acima da máxima recomendada pela NBR 12218/17, uma das principais causas dos vazamentos e consequente perda de água.

Palavras-chave: Perdas de água. Sistema de abastecimento. Piumhi.

## **ABSTRACT**

This study presents an analysis of water losses through the implementation of methodologies for loss management such as water balance, loss indices and hydraulic modeling. The case study was developed from the supply system of the municipality of Piumhi, located in the central-west region of Minas Gerais. For the water balance of the software made available by World Bank WB-EasyCALc was used, while the loss rates were calculated using equations found in the bibliographies in order to diagnose the current situation of the network. Both methodologies were carried out with the use of the consumption database in 2020 provided by SAAE, the municipal body responsible for basic sanitation. The hydraulic modeling was carried out with the aid of Qgis and the plugin QEPANET and after its completion imported to EPANET for simulation. With the results obtained with the water balance and the indicators that are, in general, below the national and state averages, it was possible to conclude that there is potential for significant improvements in the city's supply system if the management of losses is carried out, such as through leakage research and better network maintenance. Finally, through the hydraulic modeling it was possible to identify areas with pressures above the maximum recommended by NBR 12218/17, one of the main causes of leaks and consequent loss of water.

**Keywords:** Losses water. Supply system. Piumhi.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes do sistema de abastecimento de água.....	18
Figura 2 – Rede ramificada. ....	20
Figura 3 – Rede malhada sem anel. ....	20
Figura 4 – Rede malhada com anel. ....	21
Figura 5 – Rede Mista. ....	21
Figura 6 – Tipos de vazamentos e ações de combate de perdas reais. ....	23
Figura 7 – Instalação de uma VRP com by-pass e medidor de vazão.....	24
Figura 8 – Evolução das perdas Guará II – DF. ....	25
Figura 9 – Métodos para combate a perdas reais.....	26
Figura 10 – Tipos de perdas aparentes e ações de combate. ....	27
Figura 11 – Processo Comercial. ....	29
Figura 12 – Métodos para combate de perdas aparentes. ....	30
Figura 13 – Representação de uma rede de distribuição de água e sua modelagem. ....	42
Figura 14 – Resumo das etapas da pesquisa.....	45
Figura 15 – Interface inicial do <i>software WB-EasyCalc</i> . ....	48
Figura 16 – Hidrômetro Classe B. ....	49
Figura 17 – Representação dos ramais. ....	50
Figura 18 – Localizações dos pontos monitorados.....	52
Figura 19 – Manômetro instalado em cavaletes residenciais. ....	53
Figura 20 – Funcionamento do algoritmo <i>Demands on Distribution Network</i> . ....	55
Figura 21 – Localizações dos nós monitorados para calibração. ....	56
Figura 22 – Localização do Município de Piumhi. ....	58
Figura 23 – Componentes do Sistema de Abastecimento de Água de Piumhi – MG.....	59
Figura 24 – Setores de Abastecimento. ....	60
Figura 25 – Modelo hidráulico da rede de abastecimento de Piumhi. ....	67
Figura 26 – Isolinhas de pressão da rede de distribuição. ....	69

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – IPD e IPF anual no Brasil.....	38
Gráfico 2 – IPD e IPF por Regiões em 2018.....	39
Gráfico 3 – IPD Municipais em 2018.....	40
Gráfico 4 – Índice de Perdas na Distribuição (IPD).....	63
Gráfico 5 – Índice de Perdas por Ligação (IPL).....	64
Gráfico 6 – Índice de Perdas de Faturamento (IPF).....	65
Gráfico 7 – Perdas reais inevitáveis. ....	66
Gráfico 8 – Comparativo de pressões simuladas, reais e pós calibração. ....	68
Gráfico 9 – Comparativo de pressões simuladas, reais e pós calibração. ....	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos hidrômetros de acordo com as vazões. ....	28
Quadro 2 – Matriz do balanço hídrico. ....	32
Quadro 3 – Classificação dos sistemas de abastecimento em relação as perdas. ....	34
Quadro 4 – Matriz de avaliação com base no IVI. ....	37
Quadro 5 – Balanço hídrico do Brasil em 2018 (1000 m <sup>3</sup> ). ....	40
Quadro 6 – Balanço Hídrico em m <sup>3</sup> /dia. ....	61
Quadro 7 – Balanço Hídrico em m <sup>3</sup> /ano. ....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados para o Balanço Hídrico.....	47
Tabela 2 – Cálculo da cota média ponderada do setor 1. ....	50
Tabela 3 – Cálculo da cota média ponderada do setor 2. ....	51
Tabela 4 – Cálculo da cota média ponderada do setor 3. ....	51
Tabela 5 – Cálculo da cota média ponderada do setor 4. ....	51
Tabela 6 – Pressão média geral. ....	53
Tabela 7 – Coeficiente de Rugosidade de Hazen Williams.....	55
Tabela 8 – Características de pressão nos nós para a simulação. ....	70

## LISTA DE SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
AESBE	Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento
ANA	Agência Nacional de Águas
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
AWWA WLC	<i>American Water Works Association Water Loss Control Committee</i>
DMC	Distritos de Medição e Controle
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPD	Índice de Perdas na Distribuição
IPF	Índice de Perda de Faturamento
IPL	Índice de Perda por Ligação
IVI	Índice de Vazamentos na Infraestrutura
IWA	<i>International Water Association</i>
IWA WLTF	<i>International Water Association Water Loss Task Force</i>
LAO	Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PRI	Perdas Reais Inevitáveis
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SEMASA	Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento
VRP	Válvula Redutora de Pressão
WRC	<i>Water Research Center</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1	GERAL .....	17
2.2	ESPECÍFICOS .....	17
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>18</b>
3.1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	18
3.1.1	Mananciais e Captação.....	18
3.1.2	Estação Elevatória.....	18
3.1.3	Estação de Tratamento de Água.....	19
3.1.4	Adução .....	19
3.1.5	Reservatórios.....	19
3.1.6	Rede de Distribuição .....	19
3.2	PERDAS DE ÁGUA EM SAA .....	22
3.2.1	Perdas Reais .....	23
3.2.2	Perdas Aparentes .....	26
3.3	BALANÇO HÍDRICO.....	31
3.4	ÍNDICES DE PERDAS DE ÁGUA .....	33
3.4.1	Índice de Perda na Distribuição (IPD) .....	34
3.4.2	Índice de Perda de Faturamento (IPF) .....	35
3.4.3	Índice de Perda por Ligação (IPL).....	35
3.4.4	Índice de Perdas Reais Inevitáveis (PRI).....	36
3.4.5	Índice de Vazamentos na Infra-estrutura (IVI).....	36
3.5	PANORAMA DAS PERDAS DE ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO .....	37
3.6	MODELAGEM HIDRÁULICA.....	41
3.6.1	EPANET .....	42
3.6.2	Calibração da rede hidráulica.....	43
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>47</b>
5.1	BALANÇO HÍDRICO.....	47
5.2	MODELAGEM HIDRÁULICA.....	54
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>58</b>

6.1	ESTUDO DE CASO: CARACTERIZAÇÃO DO SAA DO MUNICÍPIO DE PIUMHI-MG.....	58
6.2	BALANÇO HÍDRICO.....	61
6.3	ÍNDICES DE PERDAS .....	63
6.4	MODELAGEM HIDRÁULICA.....	66
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>71</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>
	<b>APÊNDICE A – PRESSÃO NOS NÓS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE PIUMHI-MG.....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE B – MAPAS REGIONAIS DE PRESSÕES NOS NÓS.....</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXO A – RELATÓRIOS TÉCNICOS MENS AIS.....</b>	<b>100</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas dos sistemas de abastecimento de água brasileiros referem-se as elevadas perdas de água (HELLER e PÁDUA, 2006). De acordo com Tsutiya (2006), as perdas são causadas em grande parte por operação e manutenção deficientes das tubulações, e inadequada gestão comercial das empresas prestadoras de serviços de saneamento. A minimização deste problema deve ser algo frequente, entretanto, isso não quer dizer que é possível garantir a “perda zero” no funcionamento do sistema de abastecimento de água, podendo-se trabalhar com um nível de perdas aceitável tanto dos pontos de vista econômico e operacional, quanto sob a ótica de conservação dos recursos hídricos.

Dados do Banco Mundial (2016) atestam que mais de 32 bilhões de metros cúbicos de água tratada são perdidos todos os anos devido aos vazamentos nos sistemas urbanos de abastecimento de água, enquanto que 16 bilhões de metros cúbicos são entregues aos clientes gratuitamente. De acordo com Oliveira *et al.* (2020), segundo dados do último levantamento do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) que realizou um diagnóstico relacionado ao ano de 2018, as perdas de água no Brasil são em média 38,45%, pode-se chegar em algumas regiões como o nordeste e o norte de 45,98% a 55,53% e dependendo do município e região estas perdas podem atingir até 77,68%.

Quando se compara esses indicadores com outros países como Alemanha e Japão que tem perdas da ordem de 10%, verifica-se os grandes desafios das companhias de abastecimento brasileiras nesta questão (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Diversos são os fatores que influenciam o gerenciamento de perdas, tais como: condições físicas da infraestrutura, aspectos culturais e políticos, disponibilidade financeira, tecnologias disponíveis, qualificação da mão de obra entre outros. Contudo, todas as empresas responsáveis pelo saneamento dos municípios devem buscar continuamente níveis elevados de eficiência e estarem aptas a fornecerem o melhor serviço aos seus clientes (BEZERRA e CHEUNG, 2013). Ainda segundo os autores, as perdas afetam a imagem da companhia de saneamento junto a sociedade, aos agentes financiadores, aos órgãos ambientais e ao poder público, além de impactar diretamente de forma negativa o faturamento.

Segundo o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), autarquia responsável pelo abastecimento público do município de Piumhi, o volume de água do Ribeirão das Araras, principal fonte de abastecimento do município, recentemente sofreu variações negativas, além de aumentar a demanda de consumo devido o crescimento populacional, aliado ao adensamento

nos centros urbanos. Esses fatores fizeram com que o sistema de abastecimento de água trabalhasse em situações extremas e obrigaram a companhia a adotar o Rio Piumhi como um manancial para captação hídrica de forma provisória a fim de suprir a falta de água no período de escassez (MELO, 2018, *apud* SILVA, 2020).

Em épocas de escassez e crise hídrica, o controle de perdas além de ser muito importante, torna-se algo necessário, e a engenharia exerce papel fundamental na solução desses problemas. Para Tsutiya (2006), dois pontos devem ser destacados como motivos para minimizar as perdas reais, o primeiro deles relaciona-se à conservação de recursos naturais, pois quanto menor o volume perdido no sistema, menor será a necessidade de exploração ou ampliação das captações de água, o que faz com que ocorra diminuição no impacto ambiental causado. O segundo refere-se à saúde pública, pois quando há vazamentos na rede de distribuição ocorre a despressurização do sistema, o que pode levar à contaminação da água através da entrada de agentes nocivos na tubulação.

Nesse contexto, a pesquisa se justifica devido a importância da diminuição dessas perdas com o auxílio de metodologias como o balanço hídrico, os índices de perdas e os simuladores hidráulicos, pois estes apresentam-se como alternativa nos sistemas de apoio ao gerenciamento a curto prazo, além de possibilitarem o planejamento a longo prazo com o direcionamento voltado para o controle de perdas e melhorias na estrutura das redes de distribuição de água.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

O presente estudo tem como objetivo geral realizar uma análise quantitativa das perdas de água na rede de distribuição do município de Piumhi através de metodologias de gerenciamento de perdas, visando a compreensão da dinâmica do sistema, a identificação de anomalias e a melhoria do processo de decisão voltado para a operação, controle e minimização deste problema.

### **2.2 Específicos**

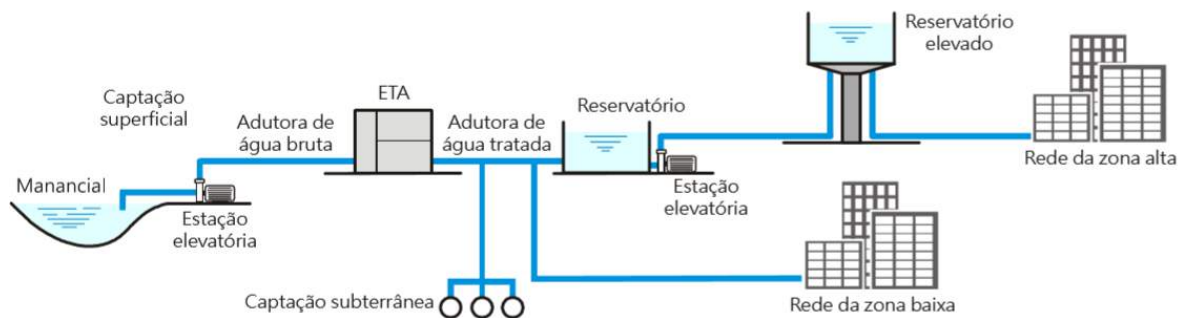
- Realizar o balanço hídrico da rede de distribuição do município;
- Caracterizar a rede de distribuição através dos índices de perda de água;
- Modelar e calibrar a rede de distribuição de água de Piumhi-MG;
- Realizar a simulação hidráulica estática;
- Propor melhorias com a finalidade de reduzir as perdas de água.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Sistema de Abastecimento de Água

Entende-se por sistema de abastecimento de água um conjunto de unidades que tem como objetivo captar água do meio ambiente, aduzir, tratar e reserva-la em conformidade com os padrões de potabilidade para assim distribuí-la para a população. Este sistema constitui-se das seguintes unidades: captação nos mananciais, estação elevatória, estação de tratamento de água (ETA), adução, reservação e rede de distribuição (BEZERRA e CHEUNG, 2013). A Figura 1 ilustra todas as unidades constituintes do sistema.

Figura 1 – Componentes do sistema de abastecimento de água.



Fonte: BEZERRA e CHEUNG, 2013.

##### 3.1.1 Mananciais e Captação

Segundo Tsutiya (2006), o manancial é o corpo de água, podendo ser superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para o abastecimento por meio de um conjunto de estruturas e dispositivos construídos junto dele denominado captação.

A captação em mananciais superficiais como rios, lagos ou represas é a mais utilizada no abastecimento pela disponibilidade e facilidade de captação e pode-se ocorrer por bombeamento e gravidade. Já a captação em mananciais subterrâneos pode ser realizada por galerias filtrantes, drenos, fontes ou poços (BEZERRA e CHEUNG, 2013).

##### 3.1.2 Estação Elevatória

As estações elevatórias são um conjunto de equipamentos cuja finalidade é fornecer energia para o transporte da água nos casos em que a distribuição por gravidade não é possível. Quando destinadas a conduzir água não tratada, denominam-se elevatórias de água bruta, caso contrário, recebem o nome de elevatórias de água tratada e são responsáveis por bombear o líquido da ETA até os reservatórios. Podem estar entre reservatórios, ou em algum trecho da

rede de distribuição de água, e neste caso são mais conhecidas como “*boosters*” (HELLER e PÁDUA, 2006).

### 3.1.3 Estação de Tratamento de Água

Um sistema público de abastecimento de água deve fornecer à comunidade água potável, ou seja, de boa qualidade, através da redução de impurezas e eliminação de substâncias que tornam o líquido impróprio para o consumo humano. Para tal e em função da qualidade da água fornecida pelos mananciais, procede-se seu tratamento em instalações denominadas estações de tratamento (NETTO *et al.*, 1998). São compostas por um conjunto de unidades com funções específicas, dispostas de maneira que ocorra escoamento por gravidade, desde a chegada da água bruta até a saída do fluido tratado, com exceção do líquido destinado para lavagem e usos auxiliares (BEZERRA e CHEUNG, 2013).

### 3.1.4 Adução

O transporte de água da captação até a ETA e desta até os reservatórios é feito por adutoras de água bruta e adutoras de água tratada, respectivamente, e podem operar como condutos livres ou forçados (JUNIOR, 2005). Sendo assim, a adução é o conjunto de tubulações, conexões e peças cuja principal finalidade é a de transportar água entre as unidades dos sistemas de abastecimento.

### 3.1.5 Reservatórios

A água é armazenada em reservatórios com a finalidade de regularizar a vazão, promover segurança ao abastecimento (garantindo o fornecimento de água em ocasiões de interrupção no funcionamento normal da adução), reservar água para combate a incêndios e regularizar pressões devido à localização dos mesmos (TSUTIYA, 2006).

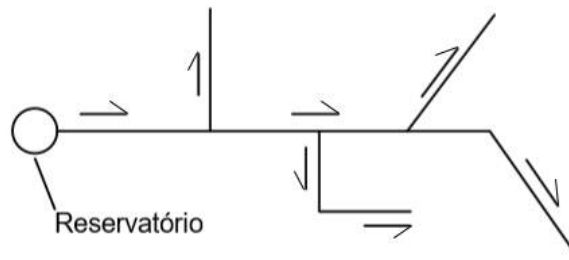
### 3.1.6 Rede de Distribuição

A rede de distribuição é composta pelo conjunto de tubulações e órgãos acessórios instalados em vias públicas, e que tem como objetivo fornecer, de forma contínua, água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas a múltiplos consumidores como residências, comércios e indústrias (HELLER e PÁDUA, 2006).

De acordo com Junior (2005) as redes podem ser do tipo ramificada, malhada sem anel e malhada com anel.

A rede ramificada possui uma tubulação principal, também chamada de tubulação tronco, da qual partem tubulações secundárias. Neste tipo de rede conhece-se o sentido da vazão em qualquer trecho, como ilustrado na Figura 2.

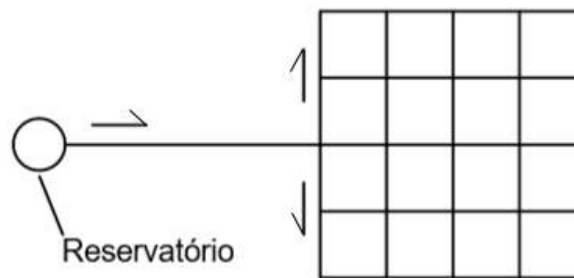
Figura 2 – Rede ramificada.



Fonte: Adaptado de JUNIOR, 2005.

Na rede malhada sem anel por meio da tubulação principal partem tubulações secundárias que são intercomunicadas entre si, o que evita extremidades mortas (final da rede, onde não há vazão) como ilustrado na Figura 3. Neste tipo de rede o sentido de escoamento muda com a demanda nos nós e condições de operações.

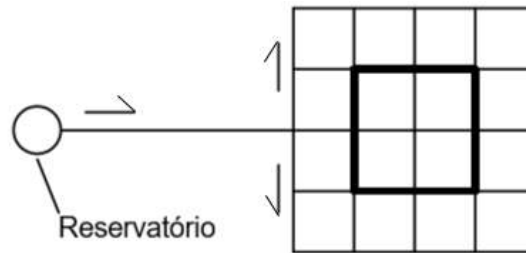
Figura 3 – Rede malhada sem anel.



Fonte: Adaptado de JUNIOR, 2005.

Em rede malhada com anel, as tubulações principais abrangem uma determinada área alimentando as tubulações secundárias como demonstrado na Figura 4. Neste tipo de rede pode-se abastecer um ponto por diversas vias o que faz com que seja possível reduzir significativamente a perda de carga.

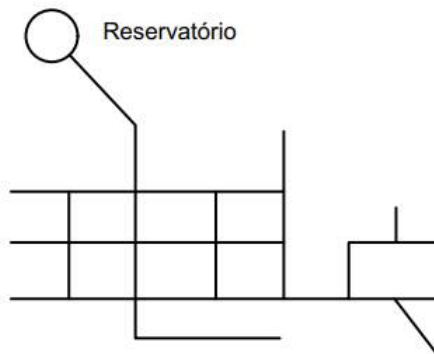
Figura 4 – Rede malhada com anel.



Fonte: Adaptado de JUNIOR, 2005.

Há ainda a rede mista que consiste na associação da rede malhada com a ramificada conforme ilustrado na Figura 5 (TSUTIYA, 2006).

Figura 5 – Rede Mista.



Fonte: Adaptado de TSUTIYA, 2006.

O cálculo das perdas de carga nas redes de abastecimento é realizado pelo princípio de Bernoulli representado pela Equação (1) (PORTO, 2006).

$$H = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g} = cte \quad (1)$$

Onde:

H = perda de carga;

P = pressão;

$\gamma$  = peso específico do fluido;

Z = altura em relação a um referencial;

v = velocidade do fluido ao longo do conduto;

g = aceleração da gravidade.

Observa-se através dessa equação que, se a velocidade de uma partícula de um fluido aumenta enquanto ela se escoar ao longo de uma linha de corrente, a pressão do fluido deve diminuir e vice-versa.

Para um bom funcionamento da rede de abastecimento é necessário que seu dimensionamento obedeça a limites prefixados de pressão estática, sob condições de consumo nulo e de pressão dinâmica, sob condições de consumo não nulo.

A NBR 12218/17 estabelece parâmetros para o projeto de redes de distribuição de água em áreas urbanas, sendo que a máxima pressão estática nas tubulações deve ser de 40 mca, podendo chegar a 50 mca em regiões acidentadas, enquanto que a mínima, deve ser 10 mca, a fim de permitir o abastecimento de um edifício de até três pavimentos (ABNT, 2017).

Com a finalidade de prevenir perdas por vazamentos nas junções das tubulações a NBR sugere que, sempre que possível, deve-se adotar pressões estáticas ente 25 e 30 mca.

A NBR estabelece ainda que a velocidade mínima nas tubulações seja de 0,6 m/s, e a máxima, de 3,5 m/s, valores estes referentes às demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução da rede de distribuição.

### **3.2 Perdas de Água em SAA**

Um dos maiores desafios na administração das redes de distribuição de água está em controlar as perdas. De acordo com a *International Water Association (IWA)*, definem-se perdas como toda perda física ou comercial de água ou todo o consumo não autorizado pelas empresas de saneamento que determina aumento do custo de funcionamento ou que impeça a realização plena da receita operacional (BÁGGIO, 2014).

As perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água são de diversos tipos e em grande parte são causadas por operação e manutenção deficiente das tubulações, além da inadequada gestão comercial das companhias de abastecimento de água, e é considerada como um dos principais indicadores de desempenho operacional das prestadoras de serviços de saneamento no mundo todo. (TSUTIYA, 2009)

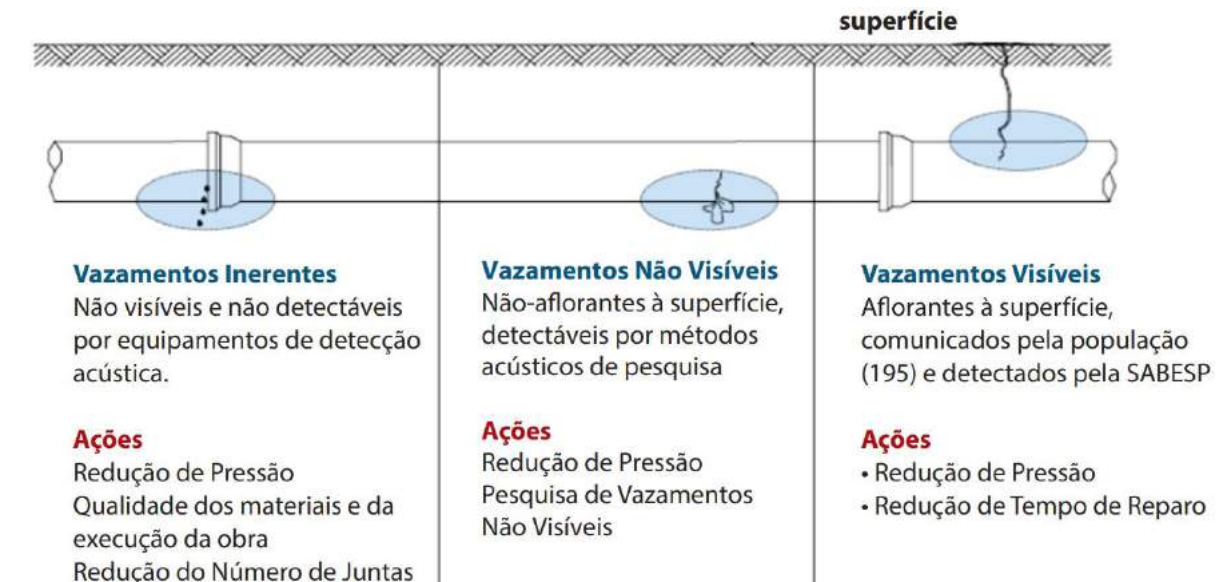
Segundo Costa (2015) é comum algumas concessionárias de abastecimento de água negligenciarem o controle de perdas relacionadas à operação e manutenção do sistema, pois idealizam, de maneira errônea, um funcionamento perfeito do sistema com equipamentos e materiais com vida útil infinita e operadores experientes. Por meio desta idealização observa-se em pouco tempo, a deterioração desses sistemas e conseqüentemente as perdas de água, desde a captação no manancial até o consumidor, são diversas e inevitáveis.

### 3.2.1 Perdas Reais

De acordo com a *American Water Works Association – AWWA* (2016), as perdas reais representam as perdas físicas de água tratada no sistema de distribuição e ocorrem principalmente devido a vazamentos nos canos, conexões, juntas e extravasamentos nos reservatórios. Este tipo de perda impacta diretamente o custo de produção da água tratada e a disponibilidade dos recursos hídricos.

Pode-se observar na Figura 6 os três tipos de vazamentos existentes nas conexões e tubulações causadores das perdas reais como vazamento inerentes, visíveis e não visíveis e as suas principais ações de combate.

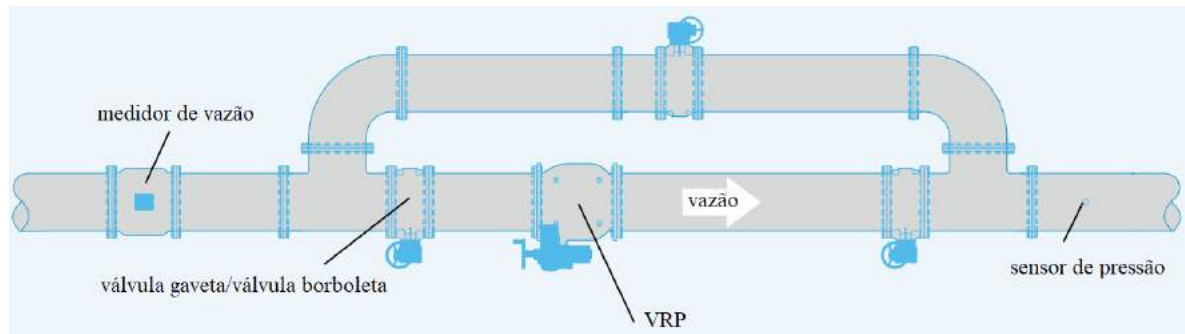
Figura 6 – Tipos de vazamentos e ações de combate de perdas reais.



Fonte: BÁGGIO, 2014.

Conforme observado na Figura 6, o controle das pressões na rede hidráulica mostra-se como uma das principais ações para minimização das perdas e pode ser realizado através da instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) como ilustrado pela Figura 7 e também por meio da setorização e implantação de Distritos de Medição e Controle (DMC).

Figura 7 – Instalação de uma VRP com by-pass e medidor de vazão.



Fonte: Adaptado de ZIEGLER *et al.*, 2011.

O gerenciamento de perdas através de DMC's possibilita a ação mais eficiente e focada, direcionando os recursos financeiros, que são geralmente escassos para essa finalidade, para os DMC's com os índices de perdas mais elevados, o que permite obter melhores resultados e maior redução no volume de água perdido (JÚNIOR, 2014).

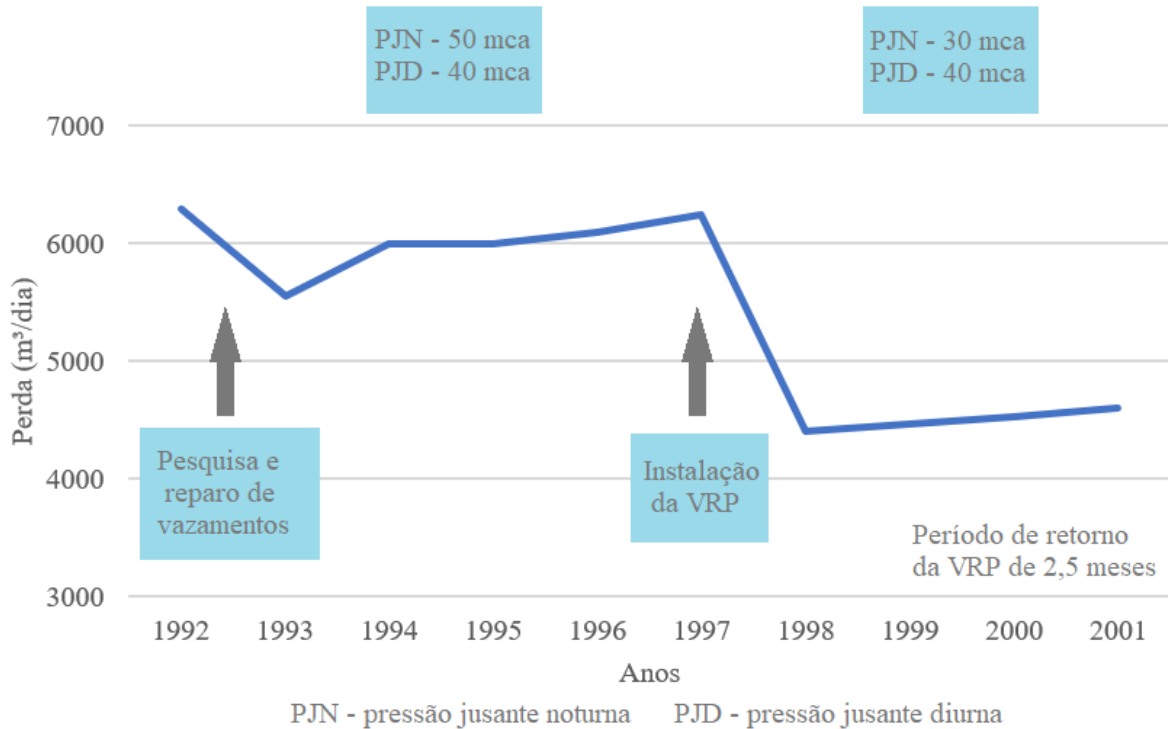
De acordo com Gonçalves *et al.* (2015), obteve-se redução de 7,64% no índice de perda após 14 meses do início do controle de pressões na rede de abastecimento do município de Canoas-RS, passando de 47,57% para 39,93%, o que comprova a eficiência do método na minimização das perdas. Apesar da redução no volume de água perdido, é necessário adotar outras ações para reduzir ainda mais esse valor.

O controle de pressão através do uso de VRP's constitui-se como uma das ferramentas mais importantes no controle e redução de perdas, pois devem assegurar as pressões mínimas e máximas conforme estabelecidos pela NBR12218 (GONÇALVES e LIMA, 2007).

A pesquisa de vazamentos representa a realização de campanhas para a detecção de vazamentos não visíveis e pode ser feito através de aparelhos de detecção de ruídos como geofones eletrônicos, por exemplo (JÚNIOR, 2014).

A Figura 8 ilustra a evolução de um setor de distribuição de água no Distrito Federal (DF) e através dela, pode-se constatar a importância das atividades de controle de perdas reais por meio de ações como a pesquisa e reparos de vazamentos e a instalação de VRPs.

Figura 8 – Evolução das perdas Guar4 II – DF.

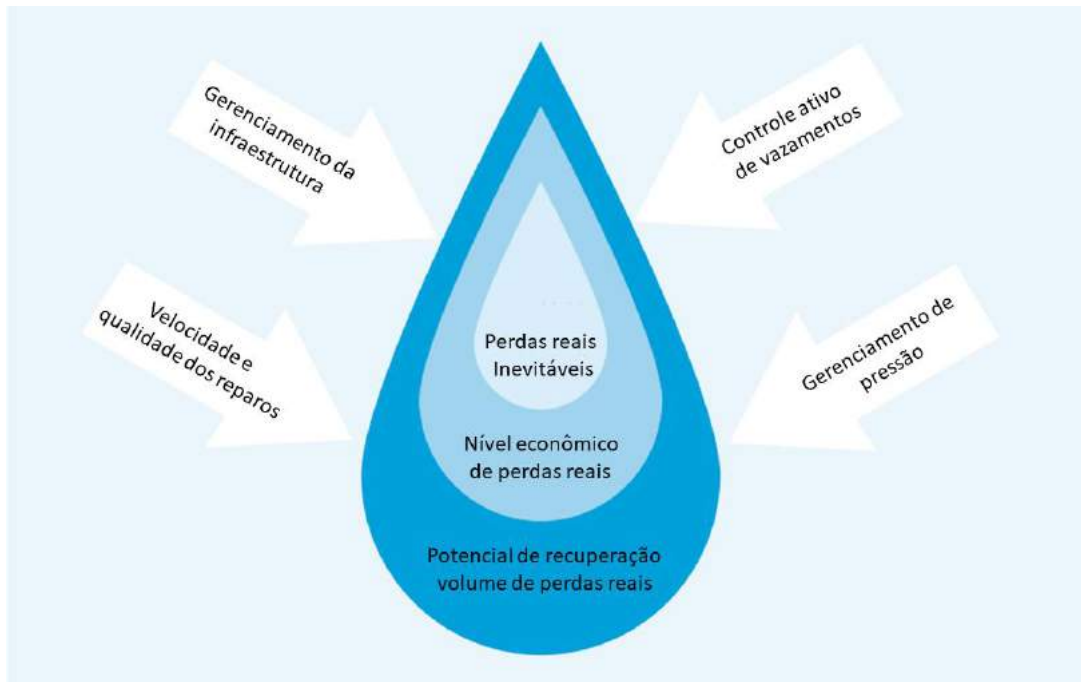


Fonte: Adaptado de GONÇALVES e LIMA, 2007.

Observa-se que houve queda a partir de 1992 pela realização da pesquisa e combate de vazamentos não visíveis, com a utilização de geofone eletrônico e correlacionador de ruídos. Já no ano de 1997 há redução brusca das perdas devido a instalação de uma VRP.

Os quatro principais métodos para o gerenciamento efetivo de controle e redução das perdas reais são ilustrados na Figura 9, a parte mais interna representa as Perdas Reais Inevitáveis (PRI), enquanto a parte mais externa representa o nível em que se encontram as atuais perdas, ou seja, o volume com potencial de recuperação para atingir o nível econômico por meio das ações de redução de perdas reais.

Figura 9 – Métodos para combate a perdas reais.



Fonte: Adaptado de ZIEGLER *et al.*, 2011.

O conjunto adequado de métodos de intervenção deve ser selecionado, a partir das características individuais das perdas de água. A combinação correta dos métodos depende das características do sistema e da relação custo-benefício de cada método específico para cada concessionária de saneamento e cabe a mesma decidir se uma única estratégia ou a combinação de várias oferecerá a maneira mais econômica de minimizar as perdas de água. (ZIEGLER *et al.*, 2011).

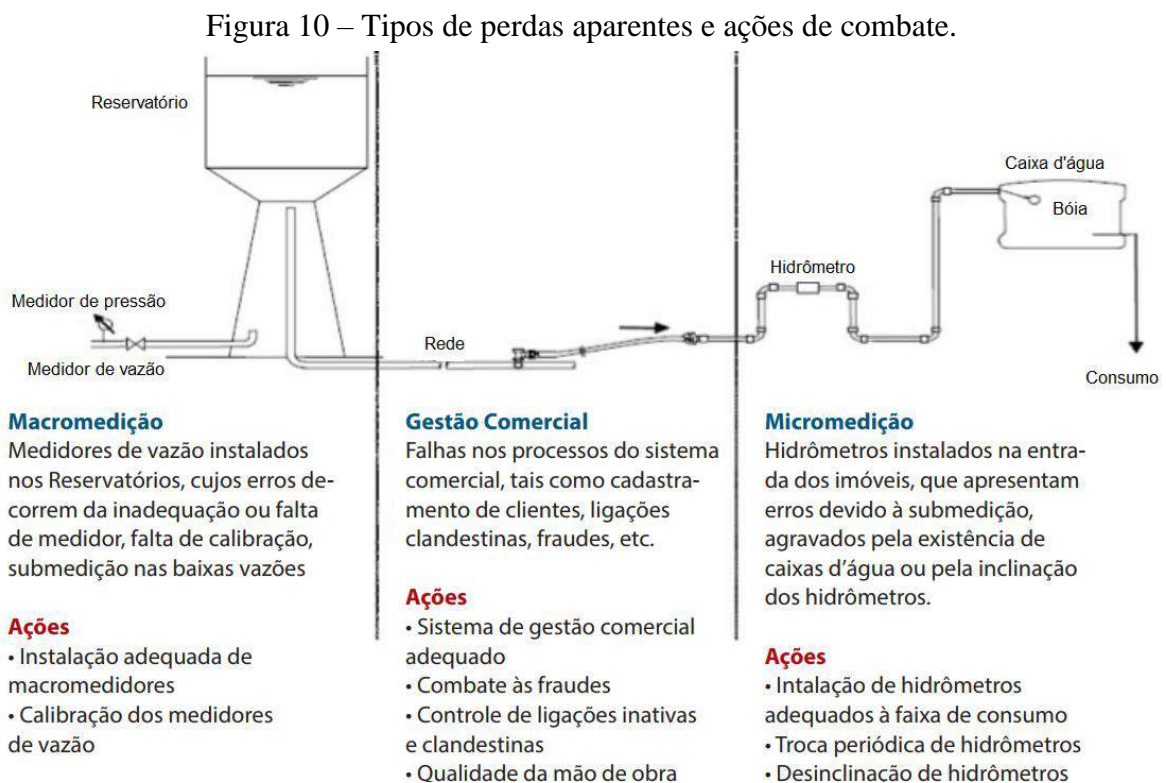
A classificação do tipo de perda facilita a identificação do método mais adequado para seu combate. É importante conhecer, ao menos de modo estimado, o impacto causado por cada perda no contexto geral, pois isso facilita o processo de priorização desses métodos (HUBNER, 2010).

### 3.2.2 Perdas Aparentes

De acordo com o Ministério das Cidades (2018), são perdas não físicas que ocorrem quando a água é entregue a um usuário, mas, por algumas razões, não é medida com precisão, como ocorre quando há fraudes nos hidrômetros, ou simplesmente não ocorre a medição, como em casos de ligações clandestinas.

Segundo a AWWA (2016), as perdas aparentes são consideradas perdas não físicas pois nenhuma água é fisicamente perdida do sistema de distribuição através de falha na tubulação, equipamentos ou de operação, que são as causas de perdas físicas.

Pode-se observar na Figura 10 as três principais causas de perdas aparentes relacionadas a macromedição, gestão comercial e micromedição, e as suas principais ações de combate.



Fonte: BÁGGIO, 2014.

A macromedição consiste na técnica de medição de grandes vazões e de volumes de água distribuídos. Pode ser empregada para verificar a conformidade das instalações de cada usuário de água e permite ainda, confrontar o volume medido pelos hidrômetros dos consumidores com o volume medido em campo por um macromedidor (ANA, 2010, *apud* HUBNER, 2010).

Para se obter um sistema adequado de macromedição é necessário um correto projeto de localização dos macromedidores, com a especificação precisa dos componentes do medidor e dos dispositivos e meios de calibração. Deve-se também, para a adequada manutenção preventiva e corretiva dos macromedidores, obter corretamente os dados de campo e consolidá-los em relatórios gerenciais para a composição do sistema de informações gerenciais (HUBNER, 2010).

Entende-se por micromedição, a apuração dos volumes de água na entrada dos consumidores finais, em que são feitas leituras periódicas nos hidrômetros instalados nos ramais de entrada das edificações, podendo ser em residências, indústrias e comércios (FILHO, 2015).

Obtém-se um sistema adequado de micromedição através da realização de um diagnóstico que verifique o índice de cobertura de micromedição, as condições de funcionamento e o tempo de uso dos hidrômetros instalados, que devem ser trocados periodicamente a cada cinco anos de acordo com recomendação técnica do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), pois quanto maior a idade de instalação de um hidrômetro, maior será sua submedição.

Os hidrômetros são divididos em três classes (A, B e C), e são classificados de acordo com a vazão mínima ( $Q_{\min}$ ) e a vazão de transição ( $Q_t$ ) conforme demonstrado pelo Quadro 1.

Quadro 1– Classificação dos hidrômetros de acordo com as vazões.

Classe Metroológica	Vazão (L/h)	Vazão Nominal – $Q_n$ (m <sup>3</sup> /h)					
		0,6	0,75	1	1,5	2,5	3,5
A	$Q_{\min}$	24	30	40	40	100	140
	$Q_t$	60	75	100	150	250	350
B	$Q_{\min}$	12	15	20	30	50	70
	$Q_t$	48	60	80	120	200	280
C	$Q_{\min}$	6	7,5	10	15	25	35
	$Q_t$	9	11	15	22,5	37,5	52,5

Fonte: INMETRO, 2000.

Em pesquisa desenvolvida por Borges (2007), com hidrômetros da classe B, encontrou-se média final de submedição de 13,56% para os equipamentos e amostras realizadas. Este valor é próximo ao obtido pelo Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA) e Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo (LAO) de 12%.

Pode haver uma sobreavaliação das perdas reais que são resultantes de dois fatores. O primeiro devido a supermedição da macromedição e o segundo refere-se a submedição da micromedição devido a defeito nos hidrômetros. Daí a importância de ter um sistema de medição com a maior qualidade possível, para garantir a precisão dos dados utilizados no controle das perdas. (PATRÍCIO, 2007).

O sistema de gestão comercial constitui-se da composição modular das atividades comerciais da empresa de saneamento. Como pode-se observar na Figura 11, nele está contido desde o acatamento de serviços até o processo de relatórios gerenciais. Inclui também os

indicadores de desempenho e dados estatísticos, com o propósito de controlar as fases do processo, acelerar as atividades de atendimento ao público e identificar melhorias que podem ser feitas na qualidade da prestação dos serviços (BOVO *et al.*, 2007).

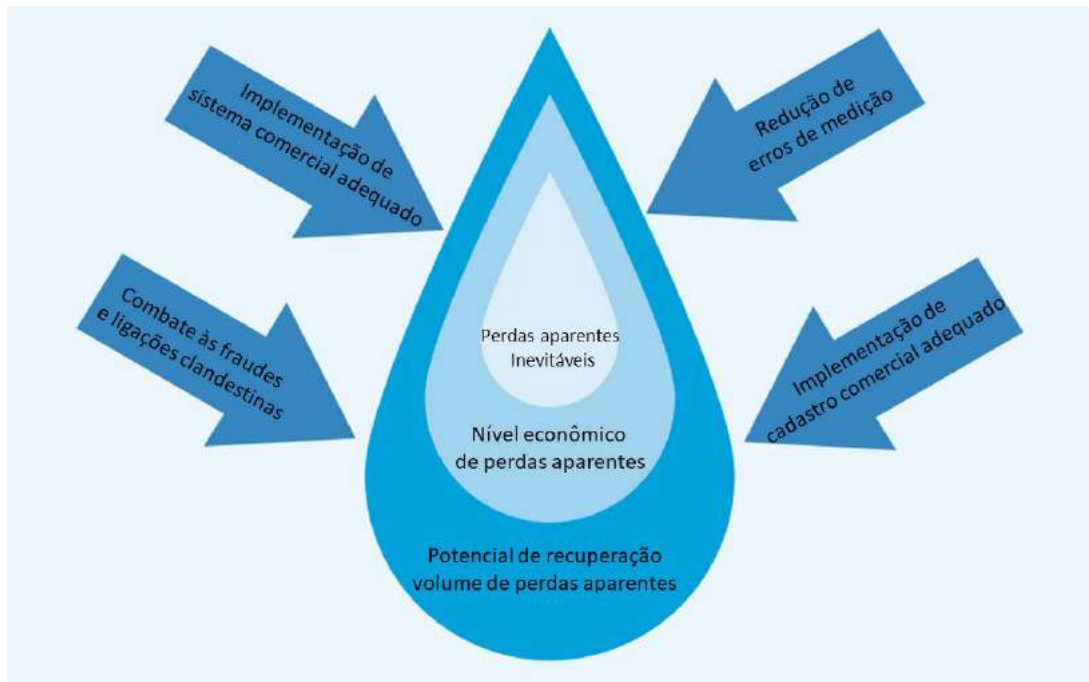
Figura 11 – Processo Comercial.



Fonte: Adaptado de BOVO *et al.*, 2007.

Assim como as perdas reais, as aparentes possuem quatro principais métodos para o gerenciamento efetivo de controle e redução que estão esquematizados pela Figura 12.

Figura 12 – Métodos para combate de perdas aparentes.



Fonte: Adaptado de ZIEGLER *et al.*, 2011.

Da mesma forma que nas perdas reais, o conjunto e a combinação adequada de métodos de intervenção para perdas aparentes deve ser selecionado também a partir das características individuais das perdas, das características do sistema e da relação custo-benefício de cada método específico (ZIEGLER *et al.*, 2011).

As perdas reais requerem mais atenção na realização de ações de combate e redução de perdas, porém não se deve esquecer que a redução de perdas aparentes também pode refletir diretamente na produção da água, uma vez que minimiza o desperdício e o consumo através de fraudes (FILHO, 2016).

Segundo Filho (2016), a idealização de “perda zero” em sistemas de abastecimento de água é inexistente, pois mesmo que se tome cuidados e realize esforços para o combate, haverá sempre um volume excedente de perdas no sistema que são chamados de perdas inevitáveis, composta em sua maior parte, pelos vazamentos inerentes (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018). Deve-se ainda realizar as ações de combate às perdas regularmente, pois caso contrário, estas irão voltar a aumentar gradativamente, conceito este conhecido como crescimento natural das perdas.

### 3.3 Balanço Hídrico

Uma das ferramentas mais eficazes para a gestão da água nas companhias de abastecimento é a auditoria da água nos sistemas de distribuição, por meio da qual pode-se identificar e quantificar medidas a serem implementadas com o intuito de reduzir o uso e as perdas de água, o que possibilitará além da redução dos custos, a conservação dos recursos hídricos (GANORKAR *et al.*, 2013).

Na literatura técnica, as concessionárias para gerir a água, utilizam-se habitualmente de uma metodologia proposta pela IWA *Water Loss Task Force* (IWA WLTF), que se baseia em uma matriz onde são esquematizados os processos pelos quais a água pode passar desde o momento de entrada no sistema chamada de balanço hídrico (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Esta metodologia também é adotada e pelo *American Water Works Association Water Loss Control Committee* (AWWA WLC).

Segundo a Aesbe (2015, p. 10) pode-se entender o balanço hídrico como uma técnica de modelagem:

Como se sabe, um modelo é uma aproximação da realidade, já que a realidade mesma nunca poderá ser conhecida. O balanço hídrico, por definição, é modelado para um grau de confiança de 95% e as incertezas de medição/estimativas associadas a cada dado de entrada idealmente devem ser informadas nos modelos. (AESBE, 2015, p.10).

Para a realização do balanço, inicia-se com o volume de água que entra no sistema onde será feita a análise. Esse volume divide-se em dois grupos: consumos autorizados e perdas de água de acordo com o esquema apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Matriz do balanço hídrico.

Volume de entrada	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo medido faturado	Água faturada
			Consumo não medido faturado	
		Consumo autorizado não faturado	Consumo medido não faturado	Água não convertida em receita
			Consumo não medido não faturado	
	Perdas de água	Perdas aparentes	Consumo não autorizado	
			Imprecisão de medição	
		Perdas reais	Vazamento e extravasamento em reservatórios	
			Vazamento em adutoras e redes	
Vazamento em ramais				

Fonte: Adaptado de LAMBERT & HIRNER, 2000.

Os componentes do balanço hídrico segundo a AESBE (2015) estão definidos a seguir:

- **Volume de entrada:** o quanto de água que realmente entra no sistema de distribuição de água, ou seja, a água captada pelo prestador de serviços ou água bruta importada, ambas tratadas por meio de ETA.
- **Consumo autorizado:** soma do consumo autorizado faturado com o não faturado, ou seja, é o volume fornecido aos consumidores.
- **Perdas de água:** diferença entre o volume fornecido e o consumo autorizado.
- **Consumo autorizado faturado:** é o que gera receita para concessionária de abastecimento através dos volumes de água medidos nos hidrômetros ou estimados em locais com inexistência de hidrômetro.
- **Consumo autorizado não faturado:** é a soma do “volume não faturado medido” com o “volume não medido”. Este consumo não gera receita para a companhia de água.
- **Perdas aparentes:** volume de água consumido, porém não contabilizado pela companhia. Tais como ligações clandestinas e submedição dos hidrômetros residenciais.
- **Perdas reais:** volume efetivamente perdidos na rede de distribuição devido a vazamentos e extravasamentos.
- **Consumo medido faturado:** pode ser obtido através do cadastro para a região de estudo, são os dados dos hidrômetros.
- **Consumo não medido faturado:** é a água entregue através das ligações que não tem hidrômetro e houve o faturamento (emissão de conta de água), podendo ser monitorados por região através de macromedidores. Pode-se

também fazer estimativas, mas deve-se ter cuidado com esta opção pela possibilidade de subestimação e superestimação.

- **Consumo medido não faturado:** é o volume de consumo autorizado, medido pela empresa de saneamento, porém que não foi faturado como por exemplo o volume de lavagem de reservatórios, combate de incêndios, ou até mesmo o volume de limpeza das redes.
- **Consumo não medido não faturado:** volume de água colocado na distribuição que não foi emitida a conta de água e nem medido por meio de um hidrômetro ou qualquer outro medidor de vazão.
- **Consumo não autorizado:** água entregue ao usuário, mas sem autorização da empresa de saneamento, podendo ser por ligações clandestinas, falhas de cadastro ou fraudes nos medidores.
- **Imprecisão de medição:** água entregue para o consumidor final que não é medida pelo hidrômetro, por causa de alguma ineficiência como em casos de hidrômetros antigos que ocorrem a submedição.
- **Água faturada:** soma do volume faturado medido e o volume faturado não medido anualmente, ou seja, parte de água comercializada e convertida em receita.

Conforme é sugerido pela IWA, normalmente o período de avaliação das informações que compõem um balanço hídrico é 12 meses, representando assim uma anualidade dos componentes avaliados de maneira a considerar a sazonalidade.

Para a Aesbe (2015), a adoção das ferramentas propostas pela IWA para a análise de perdas, particularmente o balanço hídrico, seria oportuno para as companhias de abastecimento, pois daria base para um grande salto na qualidade do gerenciamento operacional do sistema, alavancando-as na direção das empresas de classe mundial do setor.

Existem vários softwares de balanço disponíveis livremente na internet, como por exemplo o *WB-EasyCalc*, desenvolvido pelo Banco Mundial e o *BH-SAA*.

### 3.4 Índices de Perdas de Água

Os índices são dados importantes para permitir que o poder público tenha uma imagem clara do desempenho das concessionárias de saneamento em relação a redução de perdas de água, incluindo impactos causados ao meio ambiente, eficiência de recursos e de custos (*EUROPEAN COMMISSION, 2015*).

A IWA propõe indicadores que são classificados em três níveis: básicos, intermediários e avançados.

São considerados como básicos os índices que derivam de informações mínimas, exigíveis de todos os sistemas e são compostos basicamente por perdas percentuais ou

volumétricas relacionadas com a extensão da rede de distribuição e com a quantidade de ligações, na unidade de tempo e possui limitação devido à impossibilidade de apuração separadamente de perdas reais e aparentes. Os intermediários derivam de informações técnicas mais refinadas do que as utilizadas nos índices básicos e possui separação de perdas reais e aparentes. Já no avançado inclui-se em sua composição a pressão de operação da rede (BEZERRA e CHEUNG, 2013).

Segundo Miranda (2002), a maioria dos estudos realizados propõe a utilização dos índices percentuais em conjunto com os chamados fatores de escala como forma de se fazer uma melhor avaliação de desempenho da rede de distribuição de água.

### 3.4.1 Índice de Perda na Distribuição (IPD)

O IPD é um índice de percentual básico que faz a relação entre o volume total de água perdido, com o volume disponibilizado ao sistema, volume fornecido, em termos anuais, conforme apresentado na Equação (2).

$$IPD = \frac{VD - VU}{VD} \quad (2)$$

Onde:

VD = Volume disponibilizado (m<sup>3</sup>);

VU = Volume utilizado (m<sup>3</sup>).

De acordo com Gonçalves e Alvim (2007), este índice é muito utilizado no Brasil pela sua facilidade de cálculo e por meio dele pode-se classificar o sistema de abastecimento de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação dos sistemas de abastecimento em relação as perdas.

Índices de Perdas (%)	Classificação do sistema
IPD > 40	mau gerenciamento
40 > IPD < 25	gerenciamento de nível intermediário
IPD < 25	bom gerenciamento

Fonte: Adaptado de GONÇALVES e ALVIM, 2007.

O IPD é o mais indicado para apuração sistemática do desempenho de uma mesma rede, porém não é indicado quando se pretende comparar sistemas distintos. Os principais motivos para esta contraindicação são por sistemas com mesmo volume poderem apresentar índices diferentes devido a especificidades como a predominância de grandes consumidores em

um e um padrão de consumidores residenciais em outro sistema, diferença de consumo *per capita* entre eles ou pela existência de intermitência de água (COSTA, 2015).

### 3.4.2 Índice de Perda de Faturamento (IPF)

O IPF relaciona o volume disponibilizado ao volume faturado de acordo com a Equação 3. É uma composição de perdas reais e aparentes que, além daquelas atribuídas a desvios de medição, incorporam também os volumes medidos não faturados.

$$IPF = \frac{VD - VF}{VD} \quad (3)$$

Onde:

VD = Volume disponibilizado (m<sup>3</sup>);

VF = Volume faturado (m<sup>3</sup>).

Vale ressaltar que os valores das tarifas de água variam de acordo com as faixas de consumo e por haver uma tarifa de consumo mínimo, as perdas de faturamento não necessariamente representam as de volume.

### 3.4.3 Índice de Perda por Ligação (IPL)

Classificado como intermediário, este índice relaciona a diferença entre o volume disponibilizado e utilizado ao número de ligações ativas de acordo com a Equação (4).

$$IPL = \frac{VD - VU}{LA * ND} \quad (4)$$

Onde:

VD = Volume disponibilizado (m<sup>3</sup>);

VU = Volume utilizado (m<sup>3</sup>);

LA = Número de ligações ativas;

ND = Período de referência (dias).

Segundo Bezerra e Cheung (2013), recomenda-se este índice quando a densidade de ramais é superior a 20 ramais/km, pois tende a dar valores muito elevados para áreas urbanas com baixas densidades.

#### 3.4.4 Índice de Perdas Reais Inevitáveis (PRI)

O IWA WLTF, com base em resultados de observações de estudos de casos internacionais, estipulou que se pode calcular a PRI através da Equação (5).

$$PRI = (18 * Ext + 0,8 * LA + 25 * C * LA) * P \quad (5)$$

Onde:

Ext = Extensão da rede de distribuição (Km);

LA = Número de ligações ativas;

C = Comprimento médio da ligação da divisa do terreno até o hidrômetro (Km);

P = Pressão média (mca).

Não se recomenda a adoção desta equação para sistemas que operam com pressões abaixo de 20 mca, por haver maior dificuldade de localização de vazamentos, e em regiões onde há interrupção temporária no fornecimento e os vazamentos emergem à superfície com maior facilidade. Neste último caso, os vazamentos são eliminados rapidamente e a equação aponta para valores superiores aos reais (BEZERRA e CHEUNG, 2013).

#### 3.4.5 Índice de Vazamentos na Infraestrutura (IVI)

É o mais atual índice utilizado para avaliar o desempenho e comparar sistemas. Trata-se de um índice adimensional avançado que relaciona o nível atual de perdas encontrado num sistema e o nível mínimo de perdas esperado para o sistema (perdas inevitáveis) conforme a Equação (6). Assim sendo, o valor ideal do IVI corresponde a unidade, ou seja, quanto mais próximo de 1,0 o IVI de determinado sistema, melhor é a sua eficiência operacional relacionado às perdas (COSTA, 2015).

$$IVI = \frac{VD - VU - VPA}{PRI} \quad (6)$$

Onde:

VD = Volume disponibilizado (m<sup>3</sup>);

VU = Volume utilizado (m<sup>3</sup>);

VPA = Volume de perdas aparentes (m<sup>3</sup>);

PRI = Perdas reais inevitáveis (m<sup>3</sup>).

Pode-se classificar o sistema com base nos valores de IVI em quatro categorias de desempenho técnico A, B, C e D, que são separadas para países desenvolvidos e em desenvolvimento de acordo com o Quadro 4.

Quadro 4 – Matriz de avaliação com base no IVI.

Categoria de desempenho técnico		IVI	Pressão média (metros)				
			10	20	30	40	50
			Perdas (litros/ligação/dia)				
Países Desenvolvidos	A	1 - 2	-	< 50	< 75	< 100	< 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
Países em Desenvolvimento	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4 - 8	50 - 100	100 - 200	150 - 300	200 - 400	250 - 500
	C	8 - 16	100 - 200	200 - 400	300 - 600	400 - 800	500 - 1000
	D	> 16	>200	> 400	> 600	> 800	> 1000

Fonte: Adaptado de BEZERRA & CHEUNG, 2013.

Segue a seguir considerações feitas por Bezerra e Cheung (2013) sobre cada categoria de desempenho:

A: a redução adicional de perda no sistema pode não ser econômica e apenas deve ser realizada em casos de insuficiência de abastecimento; são necessárias análises mais cautelosas para verificar o custo de melhoria efetiva.

B: há potencial para melhorias significativas no sistema; deve-se considerar o gerenciamento de pressão através dos DMCs por exemplo, pesquisas frequentes de vazamentos e uma melhor manutenção da rede.

C: o sistema possui registro deficiente de vazamentos; é tolerável apenas se a água for barata e abundante na região, mesmo assim, deve-se analisar o nível e a natureza dos vazamentos e intensificar os esforços para redução dos mesmos.

D: sistema com uso muito ineficiente dos recursos; a necessidade de um programa de redução de vazamentos é incontestável e deve ser prioridade.

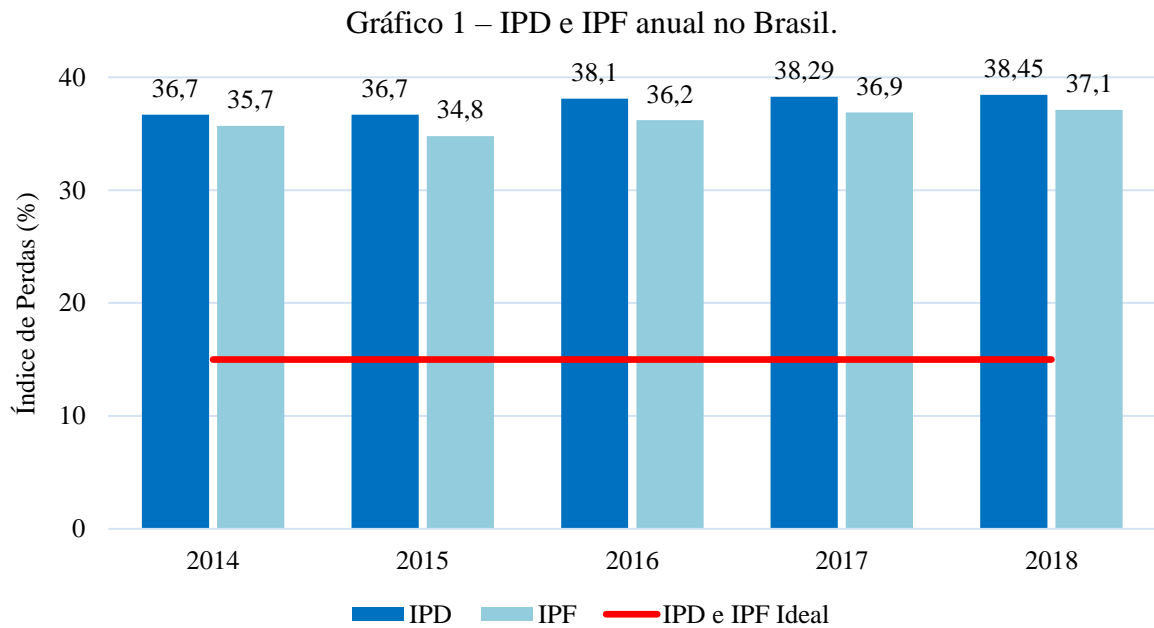
Devido a exigência de dados operacionais que não fazem parte da rotina de monitoramento das companhias de abastecimento público, o IVI ainda é pouco utilizado no Brasil. O que torna a institucionalização de um sistema de informações com índices de perdas em nível mais detalhado, um grande desafio para o país (BIASUTTI e COELHO, 2019).

### 3.5 Panorama das Perdas de Água no Brasil e no Mundo

Segundo estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil por meio de dados do SNIS de 2018, o IPD e o IPF no Brasil foi de 38,45 e 37,1% respectivamente, 23,45 e 22,1% acima da

média dos países desenvolvidos (15%). O valor destes países desenvolvidos é utilizado como parâmetro ideal para o indicador de perdas. Os índices foram ainda maiores que no ano anterior, que totalizaram 38,29 e 36,9%. (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Os dados do Brasil tornam-se ainda mais preocupantes quando se observa, por meio do Gráfico 1, o retrocesso das companhias de saneamento brasileiras nos IPD e IPF no período de 2014 a 2018.



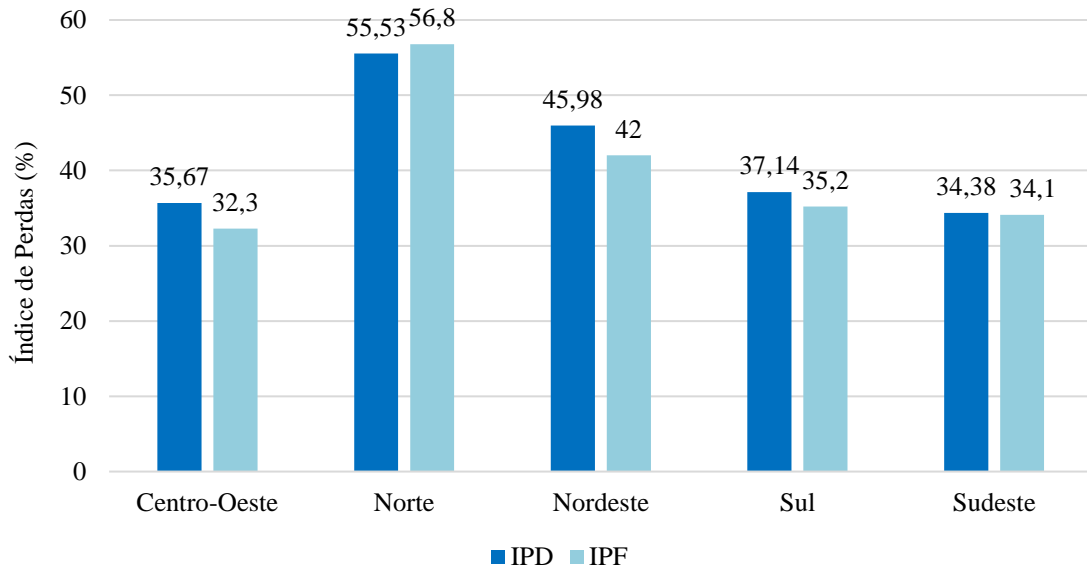
Fonte: Adaptado de OLIVEIRA *et al.*, 2020.

Para o SNIS (2019), as possíveis causas para o aumento do IPD nos últimos anos podem ter origem relacionada tanto na qualidade dos dados informados para o cálculo do índice, quanto no efetivo aumento do volume de perdas por alguma ineficiência por parte das companhias de saneamento.

De acordo com o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) publicado em 2013, espera-se que até o ano de 2033 as perdas na distribuição de água atinjam níveis entre 29 e 33%, o que exige dos prestadores esforços específicos para que isso ocorra de fato.

O Gráfico 2 demonstra os IPD e IPF nas regiões brasileiras no ano de 2018 e pode-se observar que elas possuem heterogeneidade no que se refere aos índices de perdas com grandes diferenças entre elas, sendo que as regiões Norte e Nordeste são as que possuem índices mais elevados. Por outro lado, as regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste, apresentam índices similares que se situam abaixo da média nacional e sinalizam contrastes importantes com as demais regiões do país.

Gráfico 2 – IPD e IPF por Regiões em 2018.

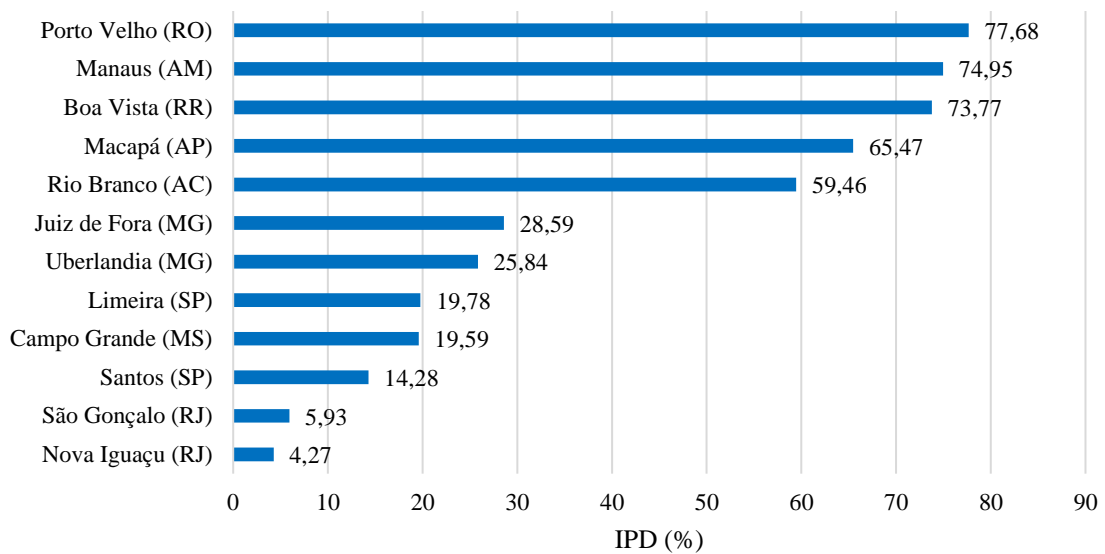


Fonte: Adaptado de OLIVEIRA *et al*, 2020.

O IPD no estado de Minas Gerais em 2018 foi de 36,42%, acima do regional (34,38%), porém abaixo do nacional (38,45%). Já o IPL para o mesmo ano foi de 248,03 l/dia/ligação abaixo do índice regional e nacional que foram de 337,98 e 340,9 respectivamente.

É válido salientar que as cidades, assim como as regiões brasileiras, possuem heterogeneidade no que diz respeito a perdas de água, como por exemplo, os municípios de Nova Iguaçu, São Gonçalo e Santos apresentam índices abaixo do tido como excelência, enquanto que Porto Velho possui o maior índice de perdas entre a amostra, perdendo 77,68% da água produzida como demonstrado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – IPD Municipais em 2018.



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA *et al*, 2020.

Com base nos dados do SNIS 2018 o Instituto Trata Brasil pôde também apurar o balanço hídrico para o mesmo ano de referência, conforme disposto no Quadro 5.

Quadro 5 – Balanço hídrico do Brasil em 2018 (1000 m<sup>3</sup>).

Água que entra no sistema (16.705.849)	Consumo autorizado faturado (10.186.684)	Consumo faturado medido (8.052.076)	Água faturada (10.186.684)	
		Consumo faturado não medido (2.134.608)		
		Volume de serviços (521.984)		Água não faturada (6.519.165)
		Perdas comerciais (2.398.872)		
	Perdas físicas (3.598.309)			

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA *et al*, 2020.

Os dados até aqui expostos demonstram a preeminência das companhias de saneamento brasileiras de superar um grande desafio que consiste em atingir níveis de eficiência aceitáveis na distribuição de água.

Por meio da redução das perdas pode-se disponibilizar mais água para a população sem ter a necessidade de captação em novos mananciais. Quando se considera um cenário de redução das perdas de 39% para 20%, o volume economizado equivalente a 1,8 bilhões de m<sup>3</sup>, seria suficiente para abastecer 32,6 milhões de brasileiros em um ano, o que representa cerca de 16% da população brasileira (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

### 3.6 Modelagem Hidráulica

O termo modelagem hidráulica refere-se ao uso de uma representação matemática de um sistema de abastecimento de água real. Modelos de redes hidráulicas são usados para simular o comportamento de sistemas existentes ou planejados sob uma ampla gama de condições, sem que ocorra a interrupção do abastecimento aos usuários (ZIEGLER *et al.*, 2011). Ainda segundo os autores, a modelagem é uma ferramenta valiosa para tornar a operação e o gerenciamento de redes de distribuição de água mais eficientes.

Estes modelos ao reproduzirem, com uma margem de erro reduzida, o comportamento hidráulico do sistema físico que representam, permitem acompanhar o desempenho operacional do sistema atual, e são também um suporte fundamental ao projetista na previsão de cenários e comportamentos futuros por modificações a serem realizadas na rede (SILVA, 2016).

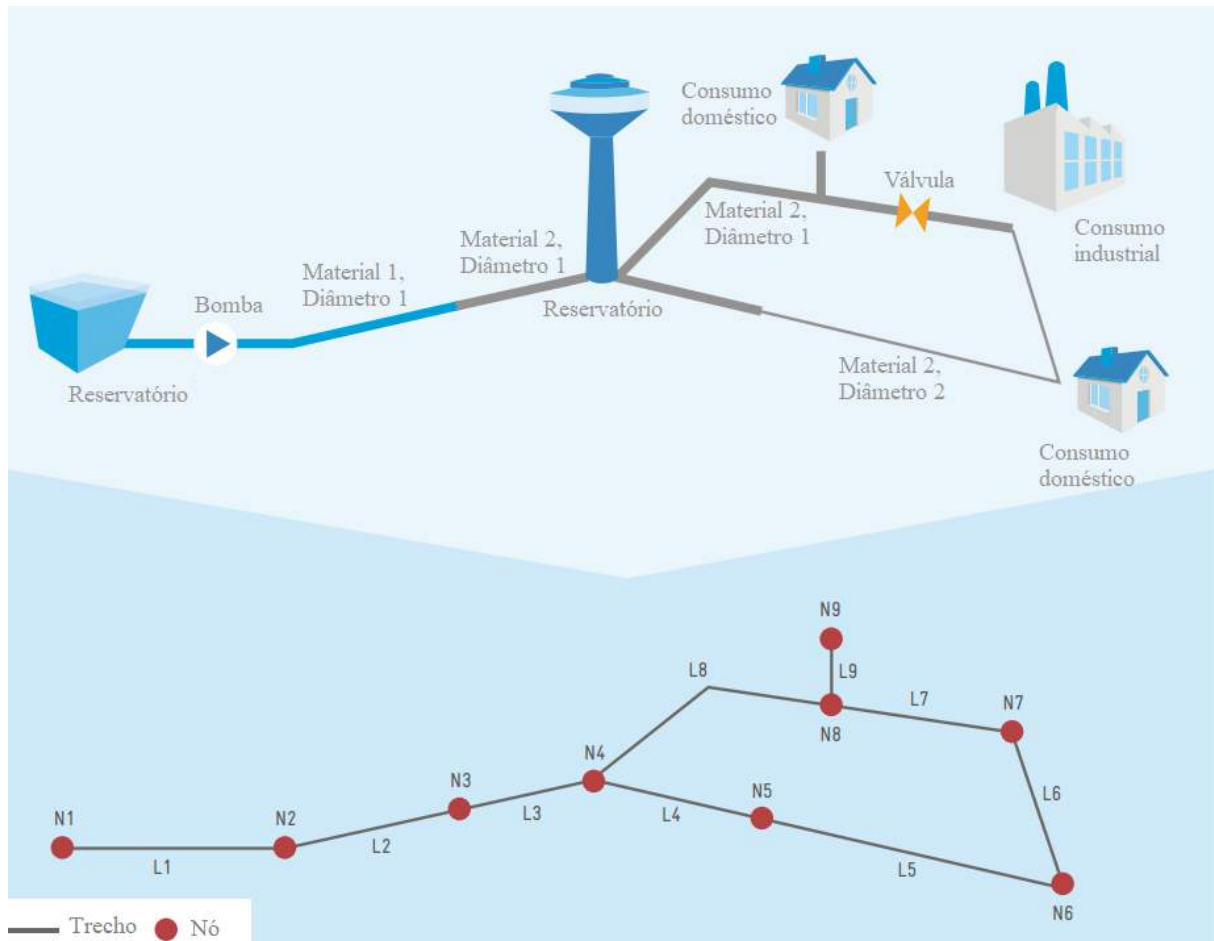
Uma rede de distribuição de água pode ser descrita como um dígrafo (conjunto de pontos interligados por retas) em que cada trecho representará uma seção homogênea de um tubo.

Os nós designam mudanças físicas em uma seção de tubo, como por exemplo, mudança de material, mudança de diâmetro ou ramificações da tubulação. Os nós também são usados para representar os pontos onde a água entra e sai do sistema, como tanques, consumidores e pontos finais de tubulações.

As válvulas e bombas também devem ser representadas na construção do modelo hidráulico.

As características físicas e não físicas devem ser atribuídas a todos os componentes do sistema como o diâmetro do tubo, material, curva da bomba, níveis mínimo e máximo de água do tanque. A Figura 13 representa uma rede simplificada de distribuição de água como um dígrafo.

Figura 13 – Representação de uma rede de distribuição de água e sua modelagem.



Fonte: Adaptado de ZIEGLER *et al.*, 2011.

Segundo Palo (2010), a utilização da modelagem hidráulica é uma ferramenta eficaz para estudar as causas das perdas de água nas redes de distribuição, pois através dela pode-se melhorar a gestão operacional garantindo a sustentabilidade da companhia de saneamento e a economia de recursos humanos, econômicos e principalmente hídricos.

É possível encontrar vários programas comerciais ou de uso livre para o cálculo do fluxo em redes de abastecimento de água como o *GISWATER*, *EPANET*, *HidroCAD*, *WaterCAD*, entre outros.

### 3.6.1 EPANET

Desenvolvido pela *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA), Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, é um programa computacional de uso público que conta com ferramentas e aplicações em redes pressurizadas de distribuição de água. A versão brasileira foi desenvolvida pelo Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em

Saneamento (LENHS) do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

O EPANET é um programa que permite executar simulações hidráulicas estáticas e dinâmicas da rede de distribuição e de qualidade da água. Através dele pode-se obter a partir dos dados físicos da mesma como comprimentos dos trechos e cotas dos nós, juntamente com as características da tubulação: diâmetro dos tubos, tipo de material utilizado em cada trecho e demandas efetivas nos nós, fornecendo como resultado o valor da vazão em cada trecho e a pressão em cada nó.

O EPANET foi desenvolvido para servir como uma ferramenta de apoio à análise de sistemas de distribuição, melhorando o conhecimento sobre o transporte e o destino dos constituintes da água para consumo humano. Pode ser utilizado em diversas situações, como por exemplo, estabelecer cenários de projeto como a expansão de uma rede existente, calibrar os modelos hidráulicos, realizar a análise do decaimento do cloro residual e fazer uma avaliação dos consumos (ROSSMAN, 2000).

O EPANET constitui-se como uma ferramenta essencial na modelação das redes de distribuição, devido à sua facilidade de funcionamento, possibilidade de melhoramento e gratuidade (VILAS-BOAS, 2008).

### 3.6.2 Calibração da rede hidráulica

A calibração do modelo descreve o processo de realizar a comparação das condições reais medidas do sistema com resultados do modelo simulado sob as mesmas condições de contorno. O modelo deve ser ajustado até que as discrepâncias entre a realidade e os resultados simulados sejam minimizadas. O processo de calibração geralmente envolve os parâmetros de rugosidade do tubo, consumo de água, perdas de água e controles do sistema, com maior importância atribuída à rugosidade do tubo. Na maioria dos casos, a rugosidade integral da rede é determinada. Esse fator inclui não apenas a rugosidade real do tubo, mas também a perda de carga local, diâmetros internos reduzidos devido a incrustação e sedimentação, bem como fatores desconhecidos (por exemplo, válvulas parcialmente fechadas ou informações incorretas sobre diâmetros). As medições de vazão e pressão são tomadas simultaneamente quando a seção do tubo atinge condições de fluxo constante (ZIEGLER *et al.*, 2011).

Diversas pesquisas foram desenvolvidas para a criação de algoritmos a fim de facilitar no processo de calibração. Dente elas, pode-se citar Beregula (2018), que criou um algoritmo que faz a calibração do modelo através das demandas nos nós.

Segundo Mays (1999), a *Water Research Center* (WRC) estabelece os seguintes critérios para a verificação da calibragem de um modelo em que a diferença entre o valor observado em campo e o calibrado, ou seja, o erro relativo, devem ser os seguintes:

- 5% para as medidas de vazão, quando estas excedem 10% da demanda total e 10% para as medidas de vazão, quando estas não excedem 10% da demanda total;
- 0,50 m para 85% das pressões medidas, 0,75m para 95% das pressões medidas e 2,00 m para 100% das pressões medidas.

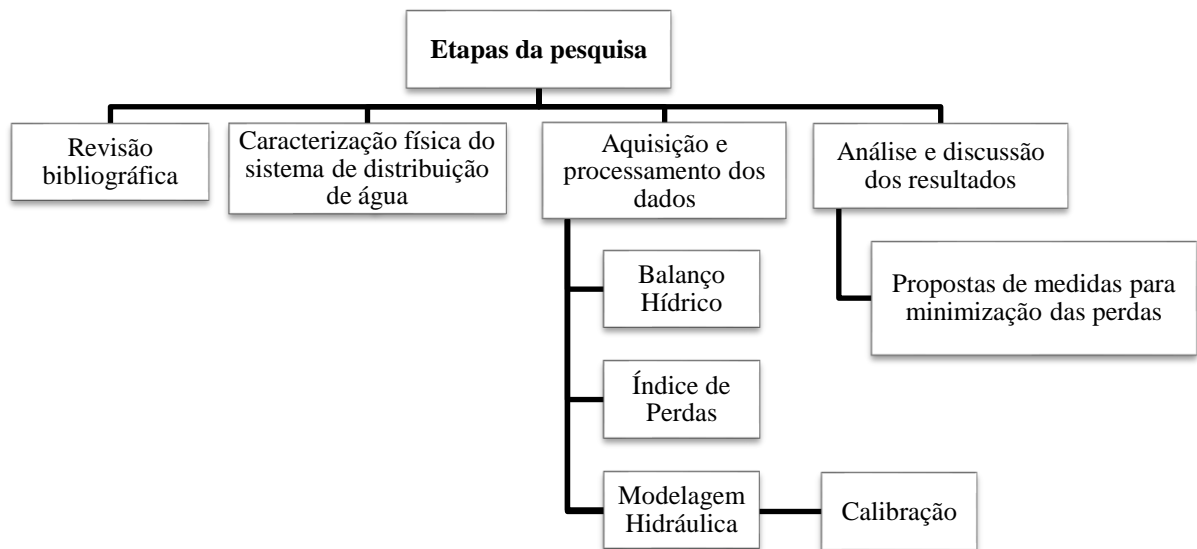
Quando os parâmetros utilizados para realizar a calibração estiverem de acordo com o proposto pela WRC, conclui-se que o modelo hidráulico se encontra bem calibrado, ou seja, seus valores representam a realidade, sendo, portanto, possível utilizá-lo como ferramenta de modo a saber o comportamento da rede de abastecimento.

#### 4 METODOLOGIA

Segundo Gil (2002), a classificação de uma pesquisa científica pode ocorrer com base em seus objetivos, pela forma de abordagem do problema e pelos procedimentos técnicos utilizados. De acordo com essas classificações, a presente pesquisa é considerada explicativa, por possuir como objetivos identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos e quantitativa, com base em sua abordagem, por possibilitar a representação do objeto de estudo em números. Já em relação aos seus procedimentos técnicos, é considerada como um estudo de caso uma vez que apresenta uma análise de uma rede de abastecimento real.

Um resumo esquemático das etapas que foram desenvolvidas durante o período de execução da pesquisa é mostrado na Figura 14.

Figura 14 – Resumo das etapas da pesquisa.



Fonte: Arquivo do autor, 2021.

Esta pesquisa foi dividida em quatro partes principais. Na primeira parte, foi realizado um estudo sobre as causas das perdas de água e suas principais metodologias para mitigação através de bibliografias específicas para aprofundamento do tema. Na segunda etapa, analisou-se a divisão administrativa da gestão dos sistemas de abastecimento de água do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do município de Piumhi e delimitou-se a área a ser estudada. Na terceira parte, foram coletados os dados necessários para realizar o balanço

hídrico, o cálculo dos índices de perdas, desenvolver a modelagem hidráulica da rede e sua calibração. Por fim, na quarta etapa, com os resultados obtidos na fase anterior, foi possível propor medidas para que seja possível a diminuição das perdas na rede de distribuição estudada.

Para este trabalho, realizou-se o balanço hídrico para o ano de 2020 da área em estudo com o uso do *software WB-EasyCalc* v6.12, do Banco Mundial. O *software* é gratuito e disponibilizado em 17 idiomas, com a utilização de planilha do *Excel*.

Segundo Júnior (2014) a utilização do *software* disponibilizado pelo Banco Mundial, *WB EasyCalc*, mostra-se útil no aprofundamento das investigações sobre as perdas de água, pois através dele pode-se obter de maneira detalhada os componentes das perdas, indicadores e os gráficos que auxiliam na gestão do sistema.

Antes dos dados serem levantados, definiu-se o período de estudo de 12 meses, conforme sugerido pela IWA de modo a considerar as sazonalidades e permitir uma boa avaliação do sistema.

Para a obtenção dos dados necessários para a realização do método proposto pela IWA utilizou-se dos relatórios técnicos mensais do SAAE (ANEXO A), onde consta o volume de água disponibilizado ao sistema, o volume utilizado na ETA para lavagem de filtros, por exemplo, e os volumes medidos e faturados.

Com os dados referentes a macro e micromedição disponibilizados, calculou-se os índices mensais de perdas de água como o IPD, IPF, IPL, PRI e IVI através da utilização das equações 1, 2, 3, 4 e 5, trazidas no item 3.4 deste trabalho, respectivamente e pode-se classificar o sistema de abastecimento com os valores obtidos.

No cálculo das perdas reais inevitáveis, considerou-se nulo o valor do comprimento médio da ligação da divisa do terreno até o hidrômetro em razão de grande parte dos hidrômetros encontrarem-se na divisa dos terrenos.

Para a construção do modelo hidráulico, realizou-se o cadastramento, com o auxílio do *software QGIS* e o *plugin Qepanet*, da rede de distribuição de água em estudo com base em dados levantados em campo através de mapas e projetos de loteamentos.

Para que fosse possível realizar a simulação hidráulica foram inseridas algumas informações nos elementos constituintes da rede. No nó inseriu-se o consumo e a cota topográfica, nos trechos os comprimentos e a rugosidade, por fim, nos reservatórios, foi inserido o nível d'água.

A calibração do modelo foi realizada com a utilização do algoritmo desenvolvido por Beregula (2018).

## 5 DESENVOLVIMENTO

### 5.1 Balanço Hídrico

A partir do ANEXO A foi possível desenvolver a Tabela 1 de modo a facilitar a visualização dos dados necessários para a realização do balanço hídrico.

Tabela 1 – Dados para o Balanço Hídrico.

Mês	Ligações ativas	Volumes Água (m <sup>3</sup> )				Consumido	Extensão da rede (m)
		Produzido	Distribuído	Medido	Faturado		
JAN	14205	359.769	315.616	208.530	273.558	44.153	185.728
FEV	14192	352.623	308.654	175.130	253.154	43.969	185.824
MAR	14293	377.911	333.173	186.665	260.741	44.738	185.824
ABR	14128	358.292	315.654	189.579	265.321	42.638	185.824
MAI	14327	370.258	316.517	207.043	275.402	53.741	186.280
JUN	14510	356.223	302.150	198.494	269.444	54.073	186.586
JUL	14516	368.201	315.140	191.929	266.363	53.061	186.736
AGO	14504	377.957	322.548	204.086	274.761	55.409	186.736
SET	14676	357.924	304.348	242.622	302.849	53.576	186.976
OUT	14684	363.581	310.474	222.747	288.744	53.107	187.210
NOV	14719	372.520	319.063	199.399	272.899	53.457	247.058
DEZ	14847	378.710	325.800	203.921	275.719	52.910	247.293
<b>TOTAL</b>		<b>4.393.969</b>	<b>3.789.137</b>	<b>2.430.145</b>	<b>3.278.955</b>	<b>604.832</b>	

Fonte: Arquivo do autor, 2021.

Para a execução do método proposto pela IWA, foram inseridas as médias dos valores mensais para as ligações ativas e extensão da rede. Já os volumes de água (produzido, medido e consumido) foram inseridos no software o somatório dos valores mensais.

Iniciou-se o cálculo do balanço hídrico pela edição da aba Início, com o preenchimento do nome da empresa, período de referência dos dados e o período em número de dias correspondentes aos dados inseridos. A Figura 15 apresenta a interface inicial do programa com os dados preenchidos e uma lista com as demais abas a serem editadas enumeradas de 1 a 9.

Figura 15 – Interface inicial do software *WB-EasyCalc*.

Fonte: *WB-EasyCalc*, 2021.

Na aba seguinte, foi inserido o volume de entrada no sistema, ou seja, o volume disponibilizado ao sistema no período de referência considerado, que foi de 4.393.969 m<sup>3</sup>. Nesta mesma aba, incluiu-se ainda a margem de erro percentual referente a imprecisão do macromedidor de vazão utilizado no valor de 4% pois de acordo com Frangipani (2007), calhas *parshall* e vertedores em geral apresentam tipicamente imprecisão de 2 a 4 %.

Na sequência, a aba consumo faturado foi preenchida com o volume utilizado pelos clientes, ou seja, a somatória dos volumes micromedidos através do hidrômetro de cada usuário, que totalizou 2.430.145 m<sup>3</sup>. Os volumes faturados não medidos, como no caso de ligações sem hidrômetros, também deveriam ser inseridos nesta mesma aba, porém não houve ocorrência de tal situação. Os volumes inseridos nesta aba são os que de fato foram medidos nos hidrômetros das residências, dessa forma, desconsiderou-se a tarifa mínima estabelecida de 15 m<sup>3</sup>.

Após a planilha de consumos faturados, na sequência foi preenchida a de consumos não faturados, ou seja, os volumes que foram efetivamente utilizados com a ciência da empresa, micromedidos ou não e não faturados. Estes volumes são referentes aos utilizados para usos operacionais como lavagem de tanques e reservatórios que, para o período considerado foi de 604.832 m<sup>3</sup>.

Na aba seguinte, consumo não autorizados, inseriu-se informações como os casos de ligações irregulares e fraudes. Estimou-se esta informação por meio do histórico de notificações de irregularidades ocorridas no município através de pesquisa em banco de dados. Como para o período considerado houve apenas três casos, adotou-se 1,0 m<sup>3</sup>/dia, totalizando 365 m<sup>3</sup> com margem de erro de 10% de acordo com o adotado por Melato (2010) para esse tipo de estimativa.

Em seguida, na aba imprecisões dos medidores e erros de manipulação de dados foram inseridos os erros de submedição. Para a realização da micromedição no município de Piumhi utiliza-se, em sua maioria, de hidrômetros de classe B, com vazão nominal de 0,75 m<sup>3</sup>/h e vazão mínima de 15 l/h conforme ilustrado pela Figura 16. Foi inserido o valor de 13,56% ±1, ou seja, o valor encontrado de submedição por Borges (2007) para a mesma classe de hidrômetro.

Figura 16 – Hidrômetro Classe B.



Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

A aba seguinte, dados da rede, foi preenchida com o número de ligações ativas no valor de 14.467 que corresponde à média dos valores mensais para o período referente no município.

A próxima aba foi completada com a pressão média na rede de distribuição. Obteve-se a pressão média de acordo com o proposto pela Aesbe (2015), e pelo Ministério das Cidades (2018). Inicialmente dividiu-se o setor por faixas de cotas de 10 metros de amplitude, calculou-se a cota média de cada faixa e computou-se a quantidade de ramais em cada intervalo para ser o fator de ponderação.

Para a obtenção da quantidade de ramais criou-se uma camada de pontos no *QGIS*, em que cada ponto representa um hidrômetro, como ilustrado pela Figura 17, e uma camada do tipo polígono para cada intervalo. Por fim utilizou-se da ferramenta de contagem de pontos em polígonos para a obtenção desta quantidade.

Figura 17 – Representação dos ramais.



Fonte: *QGIS*, 2021.

Obtidas as cotas médias e as quantidades de ramais, multiplicou-se os dois valores de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo da cota média ponderada do setor 1.

Cota mínima	Cota máxima	Cota média	Quantidade de ramais	Cota média x Quantidade de ramais
785	795	790	14	11060
795	805	800	20	16000
805	815	810	328	265680
815	825	820	1332	1092240
825	835	830	679	563570
835	845	840	351	294840
Total			2724	2243390

Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

A soma dos produtos de cota média pela quantidade de ramais dividido pela soma total de ramais, forneceu a cota topográfica de 823.56, na qual retirou-se a pressão média em campo.

Repetiu-se este mesmo processo para todos os demais setores do sistema de acordo com as Tabelas 3, 4 e 5 e obteve-se as cotas topográficas de 790.99, 825.73, e 856.04 para os setores 2, 3 e 4 respectivamente.

Tabela 3 – Cálculo da cota média ponderada do setor 2.

Cota mínima	Cota máxima	Cota média	Quantidade de ramais	Cota média x Quantidade de ramais
755	765	760	58	4480
765	775	770	322	247940
775	785	780	889	693420
785	795	790	1957	1546030
795	805	800	2449	1959200
805	815	810	1969	1594890
815	825	820	14	11480
Total			7658	6057440

Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

Tabela 4 – Cálculo da cota média ponderada do setor 3.

Cota mínima	Cota máxima	Cota média	Quantidade de ramais	Cota média x Quantidade de ramais
815	825	820	1106	906100
825	835	830	715	592620
835	845	840	102	85680
845	855	850	64	54400
855	865	860	8	6880
Total			1995	1645680

Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

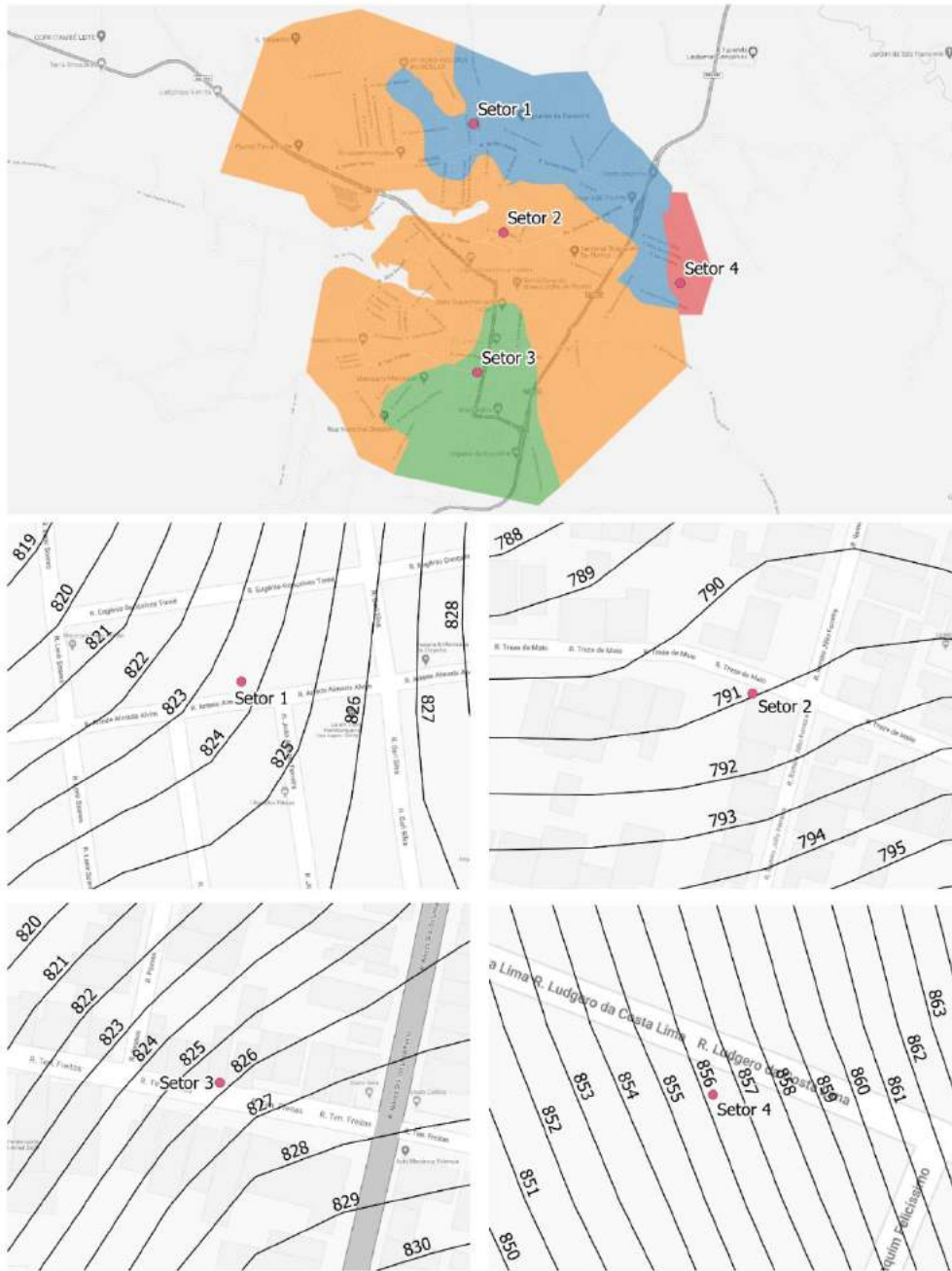
Tabela 5 – Cálculo da cota média ponderada do setor 4.

Cota mínima	Cota máxima	Cota média	Quantidade de ramais	Cota média x Quantidade de ramais
845	855	850	59	50150
855	865	860	37	31820
865	875	870	15	13050
Total			111	95020

Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

A Figura 18 ilustra as localizações dos pontos em que foram medidas as pressões de acordo com as cotas obtidas para cada um dos setores.

Figura 18 – Localizações dos pontos monitorados.



Fonte: QGIS, 2021.

As medições foram realizadas em cavaletes residenciais utilizando manômetro analógico da marca Famabras conforme ilustrado pela Figura 19, que apresenta uma visualização geral do equipamento e a maneira como foi instalado nos cavaletes. Os valores de pressões obtidos para os setores 1, 2, 3 e 4 foram 27, 45, 42 e 50 respectivamente. Foi somado 2 mca no valor de cada pressão em função da profundidade da rede de abastecimento e da altura do cavalete.

Figura 19 – Manômetro instalado em cavaletes residenciais.



Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

Por fim, para obter a pressão média do sistema todo, realizou-se outra ponderação conforme mostrado pela Tabela 6.

Tabela 6 – Pressão média geral.

Setor	Quantidade de ramais	Pressão média	Pressão média final
1	2724	29	
2	7658	47	
3	1995	44	42,64
4	111	52	

Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

Com o valor obtido da pressão média, foi preenchida a aba “Pressão” e considerou-se um erro de 2% referente a imprecisão do equipamento utilizado para as realizações das medições.

Na sequência, na aba abastecimento intermitente, foram inseridas informações relacionadas ao tempo em que o abastecimento é efetivamente realizado no sistema. Como não há intermitência no abastecimento, considerou-se um período de 24 horas de abastecimento por dia, durante 7 dias na semana, ou seja, sem ocorrência de intermitência e desconsiderando a margem de erro para esse caso.

Por fim, a última aba foi preenchida com informações como os valores da tarifa média de venda de água e do custo de produção e distribuição por m<sup>3</sup>. Adotaram-se os valores de R\$ 1,70/m<sup>3</sup> para a tarifa média de água e R\$ 1,20/m<sup>3</sup> para o custo de produção de água de acordo com informações obtidas no SAAE.

Após o devido preenchimento das abas anteriormente citadas, obteve-se o resultado do balanço hídrico.

## 5.2 Modelagem hidráulica

Inicialmente, para a construção do modelo, realizou-se o cadastramento por meio do *software QGIS* e o *plugin Qepanet*, da rede de distribuição de água em estudo com base nos dados levantados em campo através de mapas e projetos de loteamentos, como o caminhamento dos tubos, diâmetros, interligações, registros de manobras, cotas topográficas e ocorrências operacionais.

Para a elaboração do modelo o programa foi pré-configurado para operar com base no *Datum SIRGAS2000*, fuso horário 23S, com sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM).

As cotas topográficas nos nós foram obtidas automaticamente por meio da utilização do Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado para *download* pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) originário da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) do *United States Geological Survey* (USGS), de resolução de 90 metros, mas com o tratamento do dado original, com a correção de alguns valores incorretos de altitude.

Para a estimativa do consumo de cada nó utilizou-se a camada de pontos feita para o cálculo do balanço hídrico, que representa os ramais, e do algoritmo *Demands on Distribution Network*, que estima a demanda nos nós com base no consumo das famílias. O cálculo é realizado somando a demanda dos domicílios e designando a demanda total nos nós da rede de distribuição. Este *plugin* de processamento é baseado no componente distância ao nó mais próximo como ilustrado pela Figura 20.

Figura 20 – Funcionamento do algoritmo *Demands on Distribution Network*.



Fonte: QGIS, 2021.

Para obter a demanda em cada ramal, utilizou-se do banco de dados de consumo do SAAE com a finalidade de identificar grandes consumidores, adotados neste trabalho como aqueles que consomem mais de 50 m<sup>3</sup>/mês. Estes usuários foram locados no mapa a fim de aproximar a simulação da realidade.

A demanda nos demais ramais foi calculada pelo histórico do consumo residencial, e consistiu basicamente em calcular o consumo *per capita* de cada ligação cujo valor obtido foi de 0,0055 l/s.

Os coeficientes de rugosidade de Hazen Williams de cada tubulação foram adotados de acordo com o material e diâmetro dos tubos conforme especificado pela Tabela 7.

Tabela 7 – Coeficiente de Rugosidade de Hazen Williams.

<b>Tipo de Tubo</b>	<b>Coeficiente de Rugosidade (C)</b>
Ferro Fundido usado	90
Plástico PVC até 75 mm	125
Plástico PVC até 100 mm	135
Plástico PVC mais de 100 mm	140

Fonte: Adaptado de PORTO, 2006.

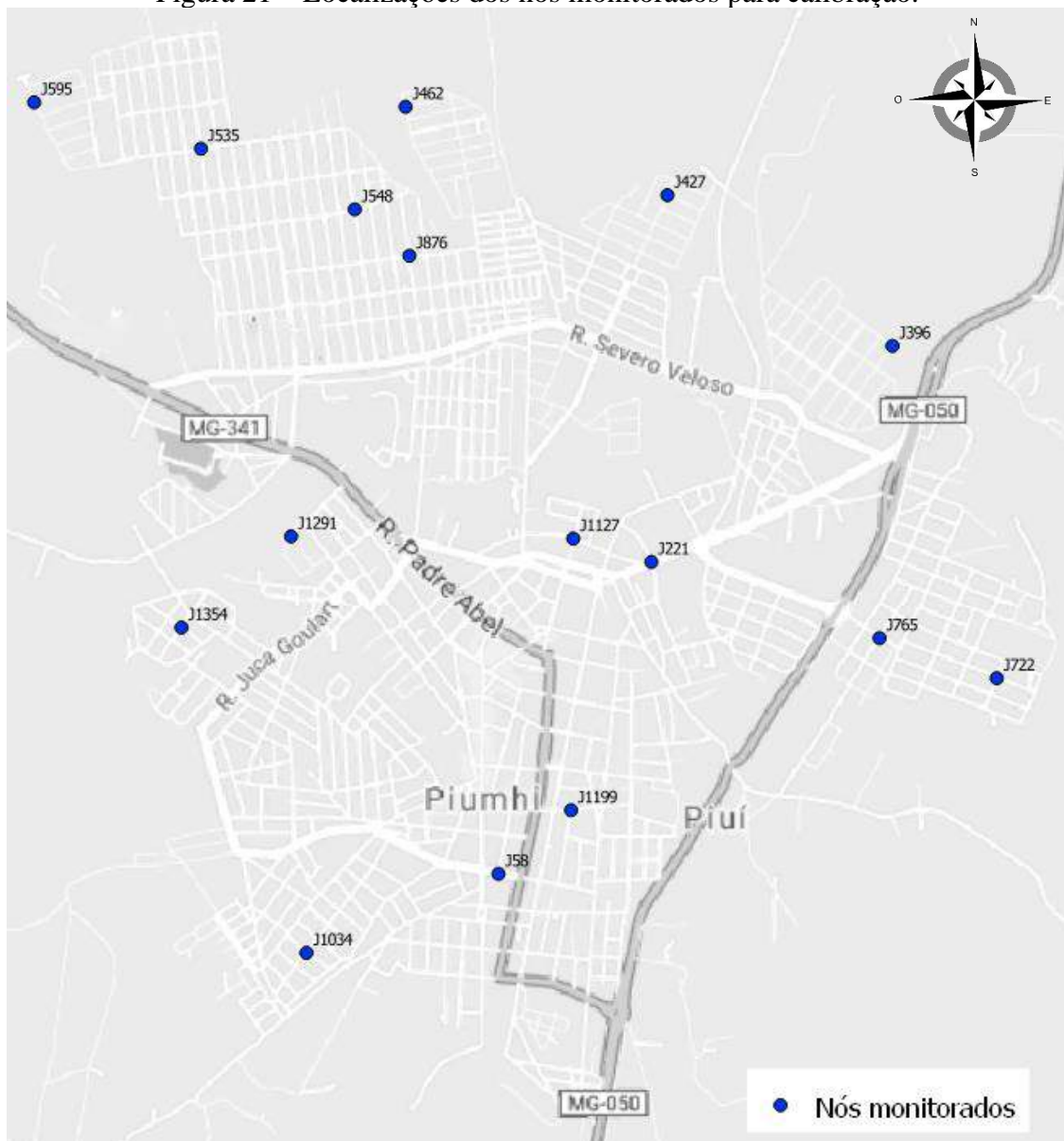
Após o cadastramento, realizou-se a importação do modelo para o EPANET para que pudesse ser feita a simulação hidráulica e obter os dados de vazões em cada trecho e pressão em cada nó.

Por último, realizou-se a calibração da modelagem da rede, verificando-se as divergências nos pontos escolhidos a serem monitorados, com o intuito de identificar, no modelo calibrado, possíveis anomalias do sistema que causam as perdas de água, como pressões acima da máxima recomendada pela NBR 12218.

Para que fosse possível realizar a calibração, foi medida a pressão em 16 pontos cuja localizações encontram-se disponíveis na Figura 21. Assim como para a obtenção da pressão média, as pressões aqui medidas foram obtidas nos cavaletes residenciais, portanto, também foram acrescidos 2 mca nos valores de pressões obtidos em campo.

Os pontos selecionados são representativos na rede de distribuição, com pontos de mínima, média e máxima pressão.

Figura 21 – Localizações dos nós monitorados para calibração.



Fonte: QGIS, 2021.

O algoritmo utilizado na calibração foi desenvolvido por Bregula (2018), e recebe um arquivo de entrada no formato .inp com todas as características físicas e não físicas exportadas do EPANET, e outro arquivo contendo os dados de pressões que foram medidas em campo. Após serem realizadas as iterações, como resultado, o algoritmo retorna os valores de consumo de modo que a pressão simulada esteja o mais próximo possível da pressão medida na rede.

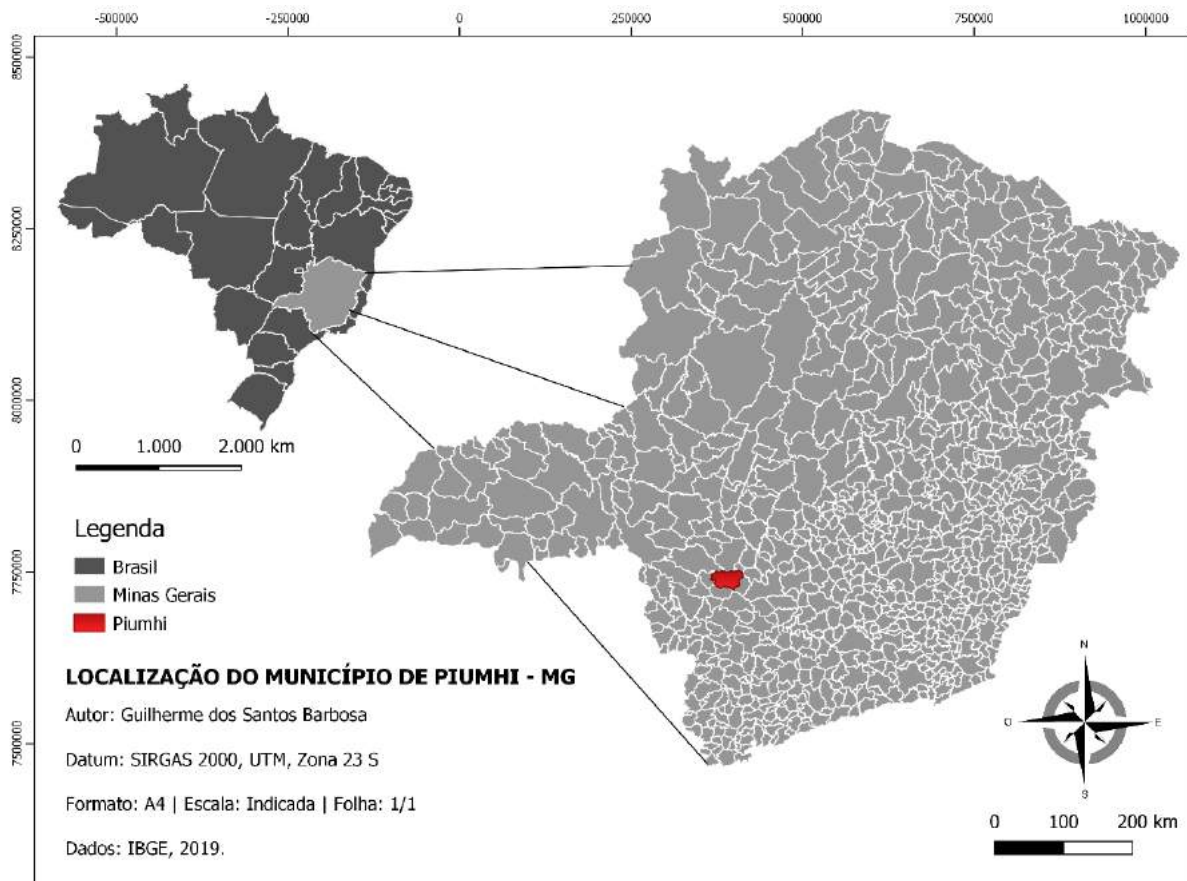
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os itens a seguir trazem uma breve descrição da área de estudo e descrevem os resultados obtidos pelas metodologias de gerenciamento de perdas de água utilizadas nesta pesquisa, como o balanço hídrico, os índices de perda, realizados com dados do ano de 2020 e a modelagem hidráulica, aplicadas na rede de abastecimento do município.

### 6.1 Estudo de Caso: Caracterização do SAA do Município de Piumhi-MG

O município de Piumhi localiza-se na região centro-oeste do estado de Minas Gerais como ilustrado pela Figura 22, possui área territorial de 902,468 km<sup>2</sup> e população estimada de 34.918 habitantes de acordo com o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Figura 22 – Localização do Município de Piumhi.



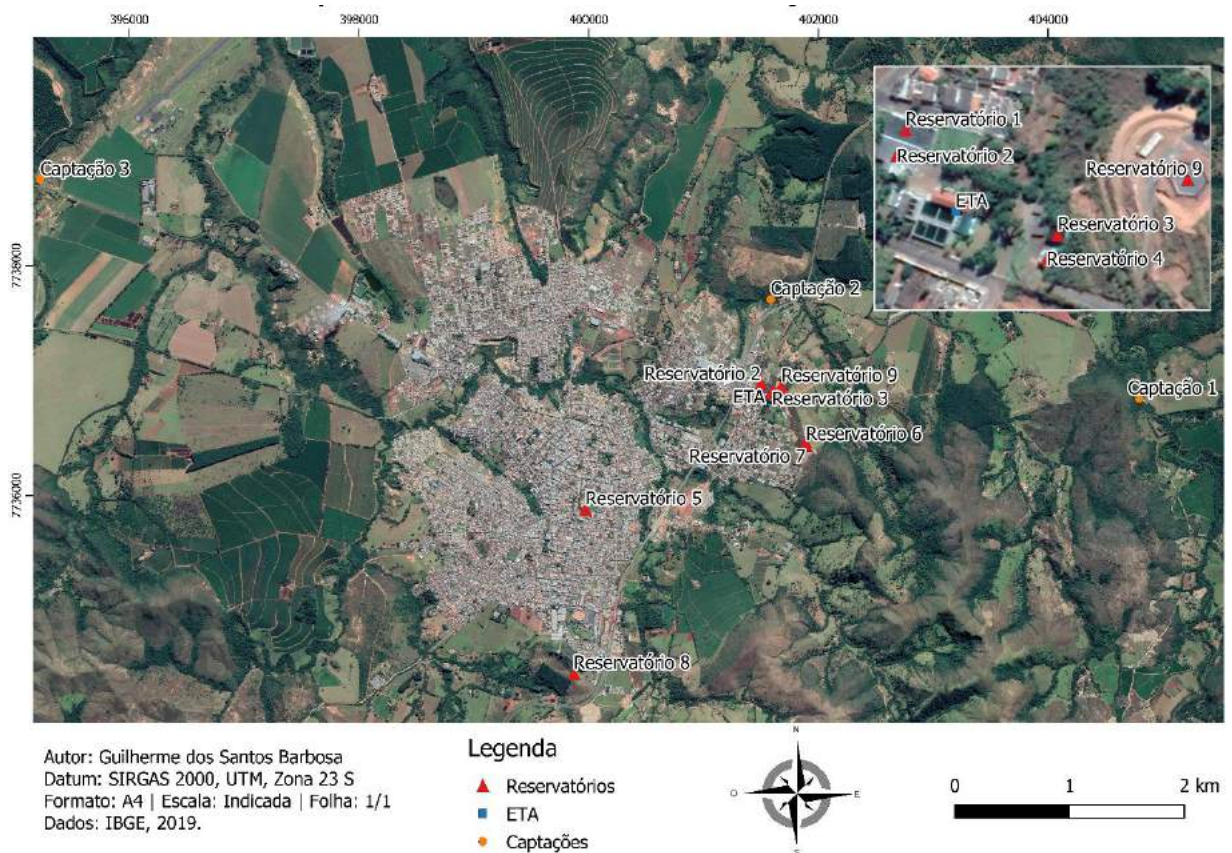
Fonte: QGIS, 2021.

A concessionária responsável pelo sistema de água e esgoto da cidade é o SAAE, que foi criado pela Lei Municipal número 1035/90 em 06 de março de 1990. É uma autarquia municipal com autonomia administrativa, personalidade jurídica e financeira com destaque

regional na área de saneamento básico. Desenvolvendo serviços de utilidade pública e essencial à população, o SAAE tem participado do crescimento do município e principalmente na qualidade da água distribuída a população.

O sistema de abastecimento de água da sede do município, é composto pela captação, adução, tratamento, reserva, distribuição e medição e abrange 100% da área da sede do município. A localização de alguns destes elementos pode ser observada por meio da Figura 23.

Figura 23 – Componentes do Sistema de Abastecimento de Água de Piumhi – MG.



Fonte: QGIS, 2021.

O sistema de abastecimento da cidade de Piumhi, possui 3 (três) sistemas de abastecimento referentes aos 3 (três) mananciais, ou seja, Ribeirão Araras (Captação 1), Ribeirão Taboão (Captação 2) e Rio Piumhi (Captação 3). A captação deste último manancial é feita de maneira provisória, pois os elementos fixos estão em processo de construção.

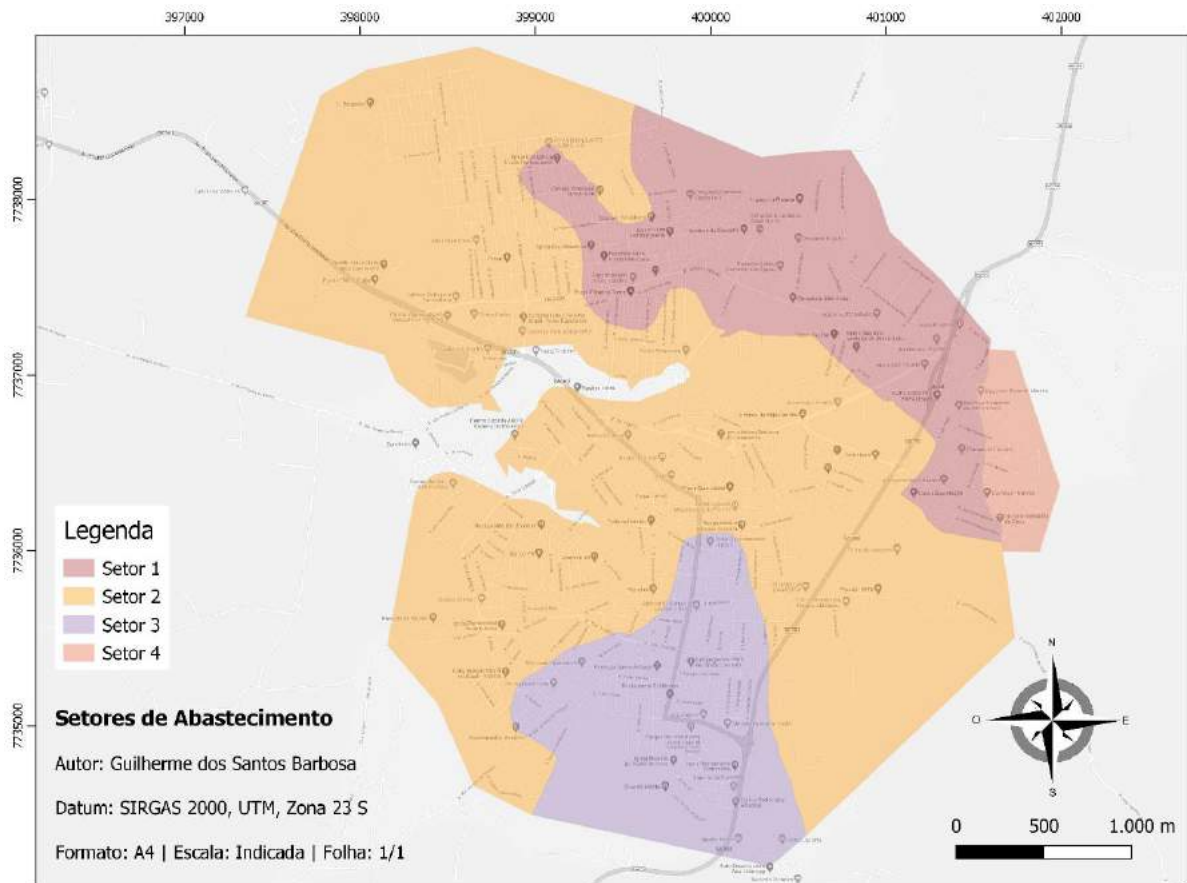
No município, além do sistema que abastece a sede por meio de captação de mananciais superficiais, existem poços profundos do tipo artesianos, que abastecem povoados localizados na área rural.

A ETA funciona 24 horas por dia e tem capacidade de produzir, atualmente, 150 l/s.

Existem oito reservatórios no sistema de abastecimento de água do município, sendo que o nono está em processo de construção.

Na rede de distribuição de água existem 14.709 ligações domiciliares, 8 ligações industriais, 39 ligações comerciais e 91 ligações públicas, totalizando 14.847 ligações de acordo com dados do relatório técnico da empresa. A rede de distribuição já possui setorização definida conforme demonstrado na Figura 24 e é dividida em função dos reservatórios ao qual abastecem.

Figura 24 – Setores de Abastecimento.



Fonte: QGIS, 2021.

O setor 1, localizado na região norte da cidade, é atualmente abastecido pelos reservatórios 3 e 4 e futuramente, pelo reservatório 9, que se encontra em construção. Já o setor 2 é abastecido pelos reservatórios 1, 2 e 5.

O setor 3 é abastecido pelo reservatório 8, enquanto que o setor 4 é abastecido pelos reservatórios 6 e 7.

## 6.2 Balanço Hídrico

Com base nos resultados gerados pelos dados de entrada e finalização do preenchimento da planilha *WB-EasyCalc*, é possível realizar as tomadas de decisões corretas relacionadas às reduções de perdas reais e aparentes no sistema em estudo.

O *software* utilizado para a realização do balanço hídrico apresenta o resultado de três formas distintas sendo elas: em m<sup>3</sup>/dia, para o período considerado, e o anual. Em função do período utilizado ser de um ano, serão apresentados apenas dois resultados em razão dos dois últimos serem iguais.

Os Quadros 6 e 7 apresentam os dados do balanço hídrico calculados pelo *WB-EasyCalc*, como descrito anteriormente, em m<sup>3</sup>/dia e m<sup>3</sup>/ano respectivamente.

Quadro 6 – Balanço Hídrico em m<sup>3</sup>/dia.

<b>Volume de entrada no sistema</b> 12.038	<b>Consumo autorizado</b> 8.315	<b>Consumo autorizado faturado</b> 6.658	<b>Consumo medido faturado</b> 6.658	<b>Água faturada</b> 6.658
			<b>Consumo não medido não faturado</b> 0	
		<b>Consumo autorizado não faturado</b> 1.167	<b>Consumo medido não faturado</b> 1.657	<b>Água não faturada</b> 5.380
			<b>Consumo não medido não faturado</b> 0	
	<b>Perdas de água</b> 3.723	<b>Perdas aparentes</b> 1.045	<b>Consumo não autorizado</b> 1	
			<b>Imprecisões dos medidores e erros de manipulação de dados</b> 1.044	
<b>Perdas reais</b> 2.678				

Fonte: Adaptado de *WB – EasyCalc*, 2021.

Quadro 7 – Balanço Hídrico em m<sup>3</sup>/ano.

<b>Volume de entrada no sistema</b> 4.393.969	<b>Consumo autorizado</b> 3.034.977	<b>Consumo autorizado faturado</b> 2.240.145	<b>Consumo medido faturado</b> 2.430.145	<b>Água faturada</b> 2.430.145	
			<b>Consumo não medido não faturado</b> 0		
		<b>Consumo autorizado não faturado</b> 604.832	<b>Perdas aparentes</b> 381.586	<b>Consumo medido não faturado</b> 604.832	<b>Água não faturada</b> 1.963.824
				<b>Consumo não medido não faturado</b> 0	
	<b>Perdas de água</b> 1.358.992			<b>Consumo não autorizado</b> 365	
				<b>Imprecisões dos medidores e erros de manipulação de dados</b> 381.221	
		<b>Perdas reais</b> 977.406			

Fonte: Adaptado de WB – EasyCalc, 2021.

De acordo com o apresentado no Quadro 6, o sistema de distribuição do município de Piumhi teve 1.358.992 m<sup>3</sup> de água perdida no ano de 2020 o que representa 30,92% do volume total disponibilizado. Este volume perdido seria suficiente para abastecer a cidade por cerca de 7 meses considerando o consumo médio mensal de 202.512 m<sup>3</sup>.

Para atingir o máximo de 20%, considerado como um valor aceitável para as perdas segundo Oliveira *et al.* (2020), o volume perdido de 1.358.992 m<sup>3</sup> deveria ser de no máximo de 878.794 m<sup>3</sup> para o período estudado.

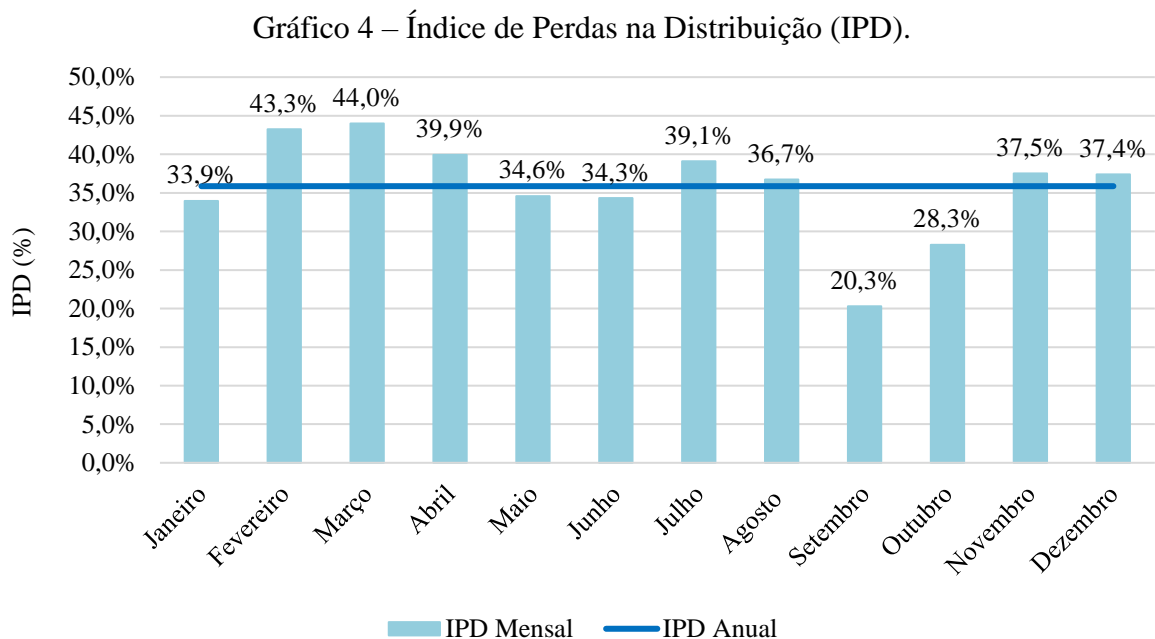
Nas perdas de água, 28,08% corresponderam a perdas aparentes. Através de banco de dados com as datas de instalações das ligações ativas obteve-se a idade média dos hidrômetros de 11 anos, valor acima do recomendado pelo INMETRO (cinco anos), o que faz com que ocorra maior submedição e conseqüentemente aumente o valor dessas perdas. O consumo médio mensal das ligações ativas, no valor de 14 m<sup>3</sup>, foi próximo a tarifa mínima estabelecida pela companhia de abastecimento do município de 15 m<sup>3</sup>. Sendo assim, a substituição dos hidrômetros e conseqüente diminuição da idade do parque dos hidrômetros, que deve ocorrer com os mais antigos e que realizam leituras de maiores volumes, poderá fazer com que diminua as perdas aparentes e possivelmente as perdas de faturamento.

As perdas reais que totalizaram 977.406 m<sup>3</sup> para o período analisado, representaram 22,24% do volume total disponibilizado ao sistema de abastecimento do município. Estas perdas são referentes a vazamentos que ocorrem nas tubulações devido a diversos fatores. Os

vazamentos não visíveis poderiam ser identificados caso houvesse campanha de controle de perdas reais por meio de equipamentos como a haste de escuta e geofone eletrônico.

### 6.3 Índices de Perdas

O Gráfico 4 representa os valores do Índice de Perdas na Distribuição mensais e o anual para o período considerado.



Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

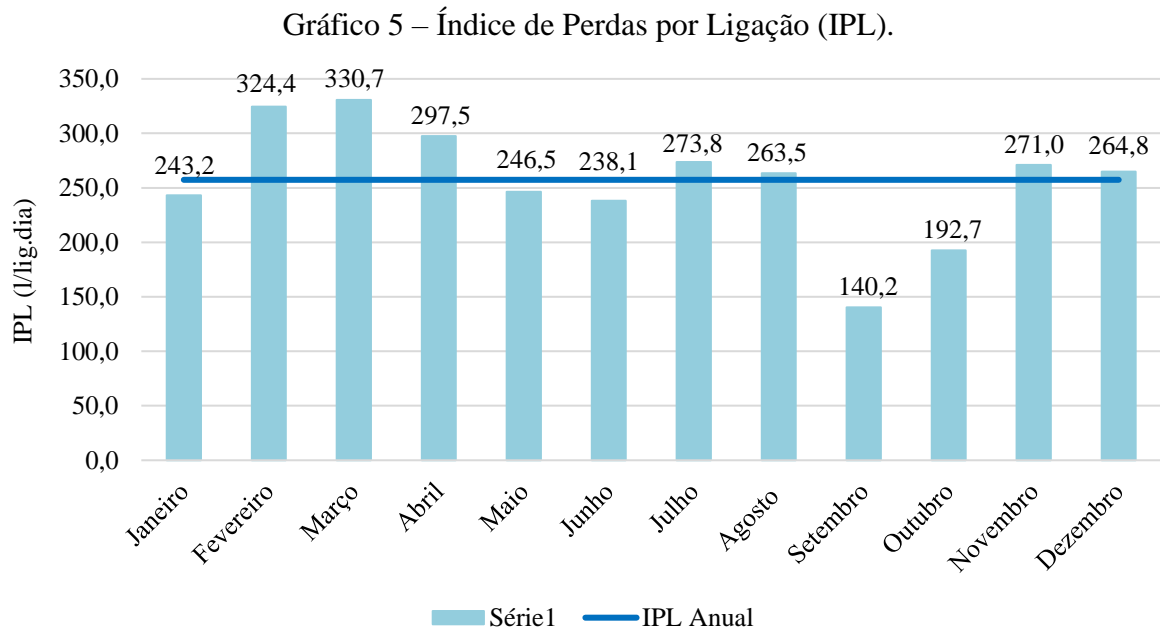
O IPD médio anual foi de 35,87%, 2,58% menor que o valor do país e 0,58% menor que o do estado para o ano de 2018, último estudo divulgado pelo SNIS.

O valor do IPD calculado foi maior do que o obtido em 2015 no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Piumhi, no valor de 34,44%. O PMSB estabelece como meta que os índices de perdas sejam inferiores a 25%, ou seja, ainda não foi possível alcançar o proposto pelo plano.

Os meses de janeiro, maio, junho, setembro e outubro ficaram abaixo da média anual enquanto que os demais meses ficaram acima. Os meses de setembro e outubro foram os que tiveram menores valores, 20,28% e 28,26% respectivamente. Isso deve-se ao fato de que o volume consumido pelos usuários nesses meses foram os maiores e quanto maior a demanda/vazão, menor a pressão na rede, de acordo com o princípio de Bernoulli (Equação 1), e menor será a probabilidade de ocorrer um vazamento visto que a pressão é uma das principais causas desta irregularidade.

De acordo com o valor do IPD anual e com o Quadro 2 pode-se classificar como um sistema que possui gerenciamento de nível intermediário das perdas.

O Gráfico 5 representa os valores do Índice de Perdas por Ligação mensais e o anual para o período considerado.



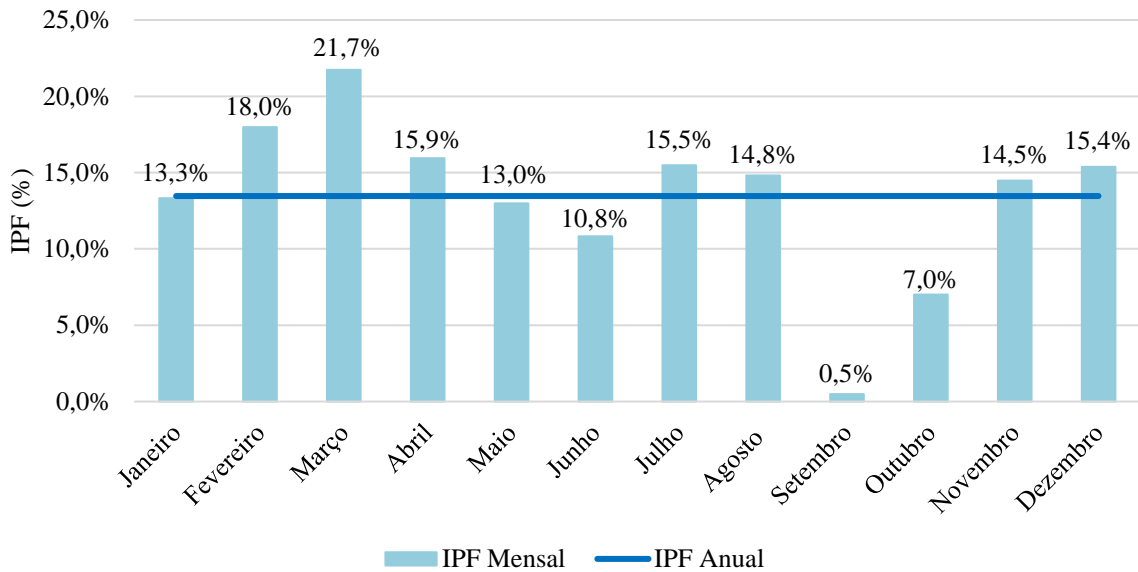
Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

A média de perdas por ligação foi de 257,4 litros/dia/ligação, acima do valor de Minas Gerais, porém abaixo do país, com valores de 248,03 e 340,9 respectivamente. Este índice apresenta comportamento semelhante ao IPD com os mesmos meses ficando acima e abaixo da média anual.

De acordo com o IPL médio anual e a pressão média da rede pode-se classificar o sistema na categoria de desempenho técnico B, ou seja, o sistema possui potencial para melhorias significativas, portanto, deve-se considerar o gerenciamento de pressão através de válvulas redutoras ou DMCs por exemplo, além de realizar pesquisas frequentes de vazamentos e uma melhor manutenção da rede.

O Gráfico 6 representa os valores dos índices mensais e o anual de perdas de faturamento para o período considerado.

Gráfico 6 – Índice de Perdas de Faturamento (IPF).



Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

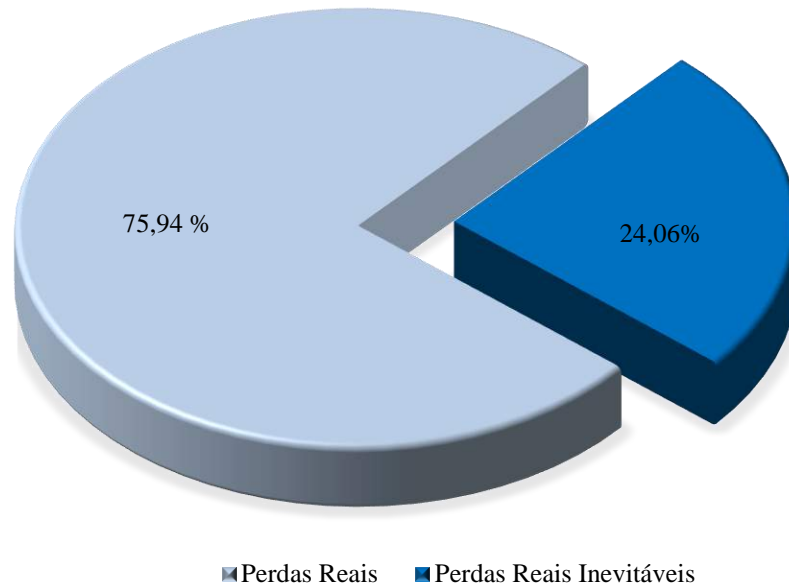
O IPF médio anual do município foi de 13,5%, muito abaixo do índice do país com o valor de 37,1%, ficando abaixo da média até mesmo dos países desenvolvidos. O valor do IPF calculado foi menor do que o obtido no PMSB, no valor de 24,41%.

Os baixos valores obtidos neste índice não refletem a realidade em razão da política de tarifa mínima, em que clientes que consomem pouco pagam o consumo de 15 m<sup>3</sup> referente ao mínimo, o que faz com que o IPF possa eventualmente ficar negativo, devido ao volume faturado ser maior que o distribuído.

Os valores encontrados neste indicador reforçam a ideia de que é necessário utilizar diversos índices como forma de se fazer uma melhor avaliação de desempenho da rede de distribuição de água.

O volume de perdas reais inevitáveis obtido foi de 235.173,6 m<sup>3</sup>, o que equivale a 24,06% do que foi perdido, conforme demonstrado pelo Gráfico 7. Porém, deve ser estudado o limite econômico de vazamentos para as condições da rede, disponibilidade hídrica e demanda do sistema em estudo, que se refere ao ponto de equilíbrio numa relação de custo benefício, ou seja, o ponto acima do qual qualquer outra redução de vazamento obtida acarretaria num excesso de custo, acima dos benefícios derivados dos ganhos, como por exemplo, os custos para reduzir as perdas superarem os custos de produção e distribuição de água

Gráfico 7 – Perdas reais inevitáveis.



Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

O IVI para o ano de 2020 foi de 4,16, ou seja, as perdas reais no sistema de abastecimento do município de Piumhi são 4,16 vezes maiores do que as perdas reais inevitáveis. De acordo com este valor e o Quadro 4, pode-se classificar o sistema na categoria de desempenho técnico B, mesma categoria quando é considerado o IPL e a pressão média da rede de abastecimento, reforçando a ideia de que para minimizar as perdas no sistema deve-se considerar o gerenciamento de pressão, além de realizar pesquisas frequentes de vazamentos e uma melhor manutenção da rede.

#### 6.4 Modelagem Hidráulica

O modelo hidráulico realizado com o auxílio do software *Qgis* e utilizado para a simulação hidráulica no EPANET neste trabalho encontra-se disponível na Figura 25.

Figura 25 – Modelo hidráulico da rede de abastecimento de Piumhi.

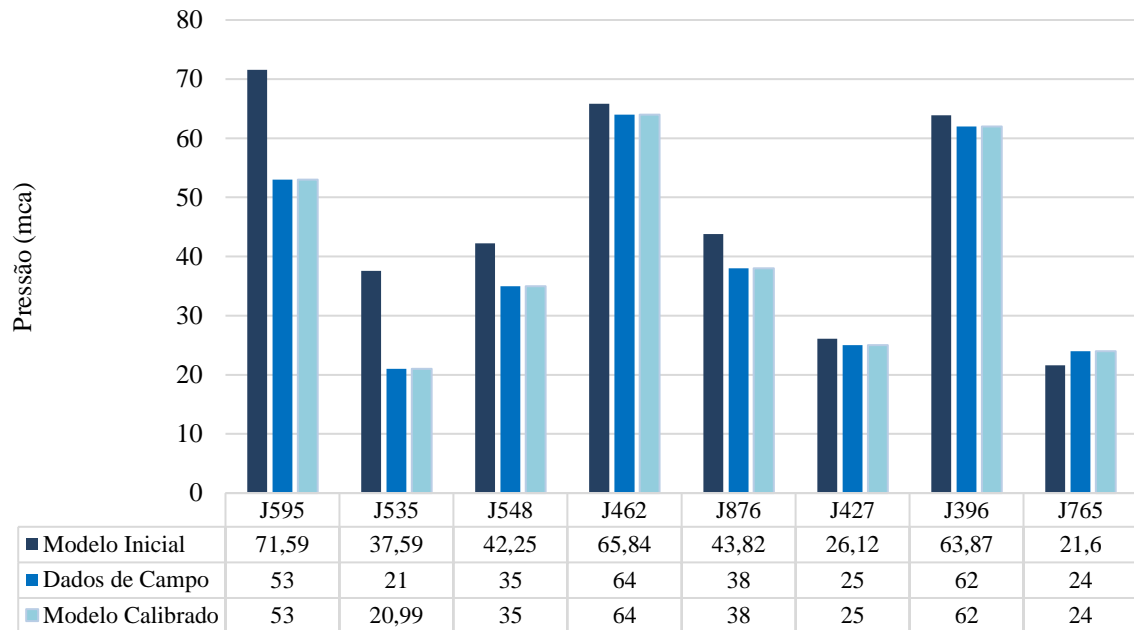


Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

A rede em estudo, que cobre toda a malha urbana do município, é do tipo mista, possui 1561 nós e apresenta tubulação de PVC e ferro fundido com diâmetros nominais que variam entre 50 e 300 mm.

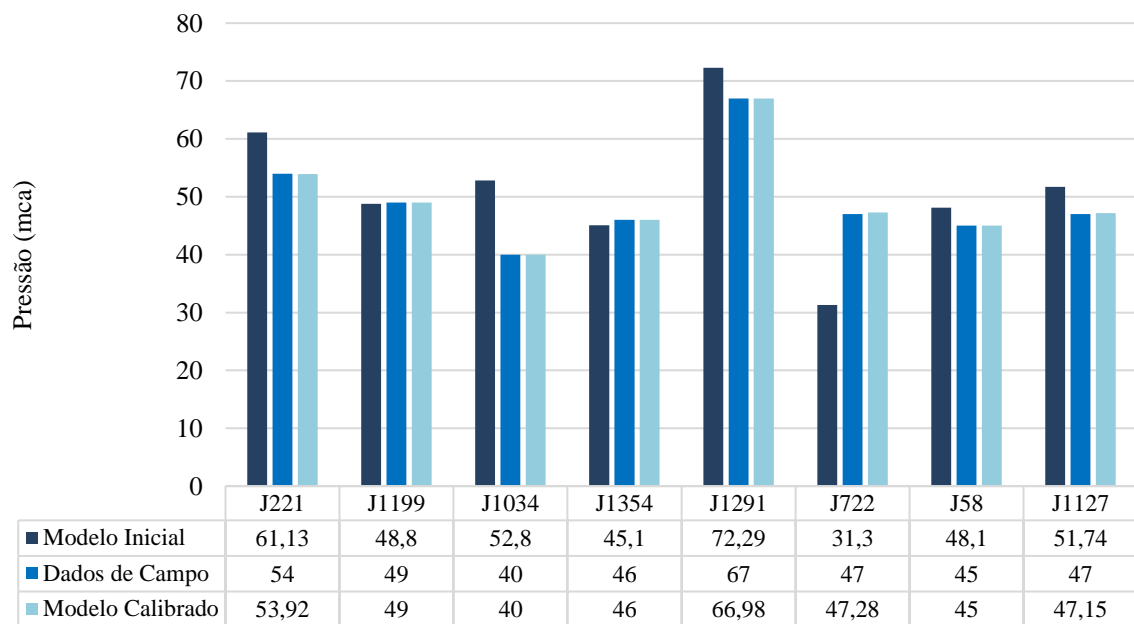
Para que fosse possível realizar a calibração do modelo utilizou-se a variável pressão para aproximá-lo dos valores reais. Os Gráficos 8 e 9 demonstram um comparativo das pressões nos nós em que foram medidos em campo com os valores obtidos na modelagem antes e após a calibração da rede.

Gráfico 8 – Comparativo de pressões simuladas, reais e pós calibração.



Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

Gráfico 9 – Comparativo de pressões simuladas, reais e pós calibração.



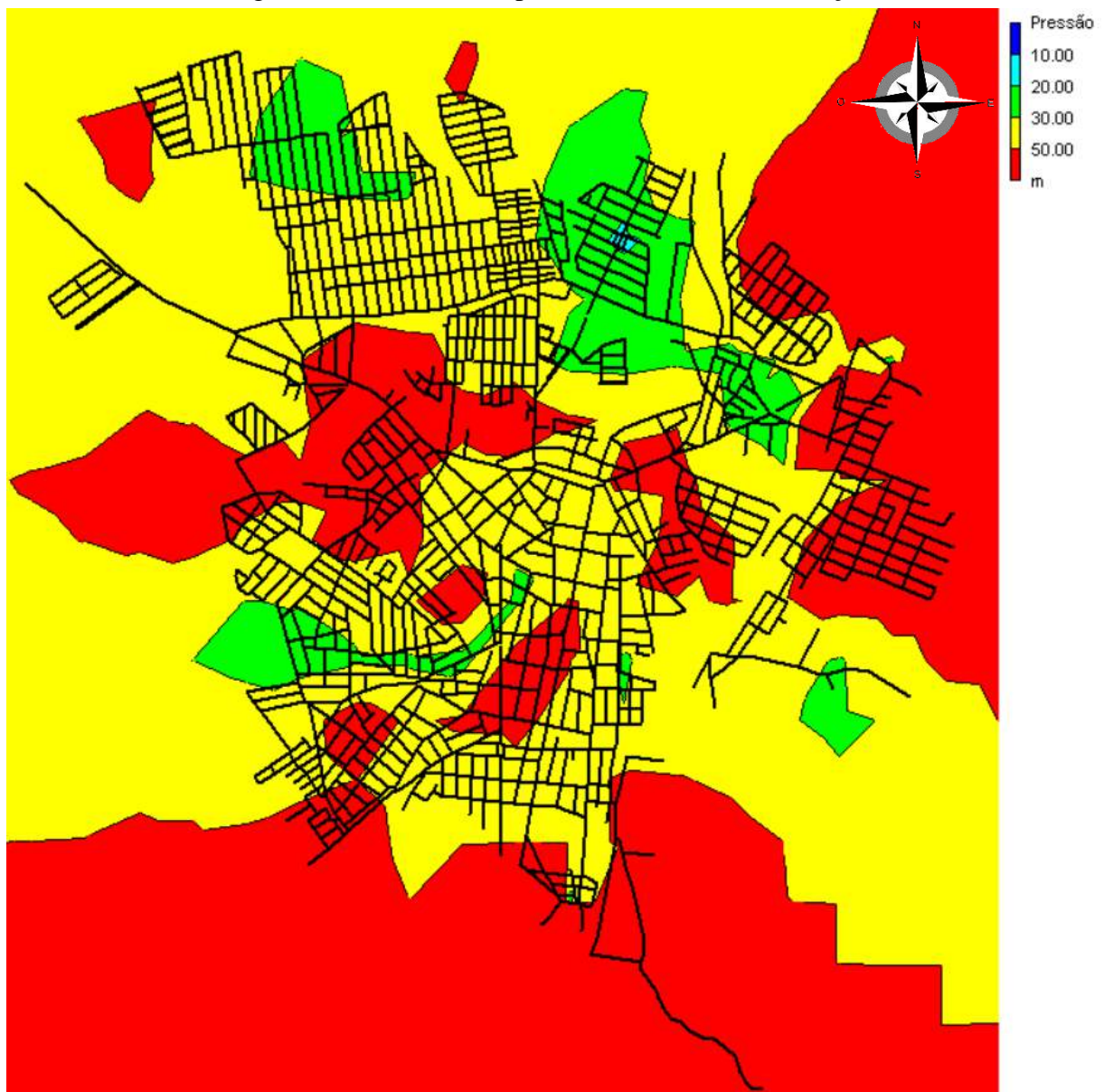
Arquivo do Autor, 2021.

Como pode-se observar, houve redução significativa no erro de pressão. O erro acumulado antes da calibração era de 105,34 mca com maior diferença de 18,59 mca para o nó J595. Após a calibração obteve-se um erro acumulado de 0,54 mca com maior diferença de 0,28 mca para o nó J722. Os pontos monitorados ficaram com pressões na faixa recomendada pela

WRC em que 100% dos pontos não variam mais de 2 mca. Os valores das pressões obtidos pela simulação nos demais nós após a calibração encontram-se disponíveis no APÊNDICE A.

Com o modelo calibrado foi possível gerar um mapa com as isolinhas de pressão em toda a rede de abastecimento do município conforme ilustrado pela Figura 26. Além do mapa de isolinhas de pressão, foi gerado um mapa de cada região do município com as pressões nos nós de modo a facilitar na visualização das informações que se encontra disponível no APÊNDICE B.

Figura 26 – Isolinhas de pressão da rede de distribuição.



Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

Como pode-se observar, não foi obtido nenhum valor abaixo do mínimo estipulado pela NBR 12218 (ABNT, 2017) de 10 mca, porém identificou-se no modelo calibrado alguns

nós com pressões acima da máxima recomendada, ou seja, as áreas identificadas com coloração vermelha na Figura 24.

A Tabela 8 traz um resumo das características das pressões observadas na simulação. É possível observar que cerca de 28% dos nós apresentam pressão acima da máxima recomendada pela norma.

Tabela 8 – Características de pressão nos nós para a simulação.

<b>Pressão (mca)</b>	<b>Abaixo de 10</b>	<b>Entre 10 e 20</b>	<b>Entre 20 e 30</b>	<b>Entre 30 e 50</b>	<b>Acima de 50</b>
Quantidade de nós	0	63	265	787	434
Pressão mínima (mca)	-	10,13	20,14	30,01	50,04
Pressão máxima (mca)	-	19,94	29,99	49,98	86,42
Média	-	15,03	25,06	39,99	68,23
Porcentagem	0	4,07%	17,11%	50,81%	28,02%

Fonte: Arquivo do Autor, 2021.

A pressão é um dos principais fatores que causa os vazamentos e, conseqüentemente, o aumento no volume de perdas reais. Portanto, é necessário a instalação de VRP em locais específicos com a finalidade de reduzir as pressões nessas áreas e reduzir também os índices de perdas.

O modelo, em termos de vazões, não se encontra devidamente calibrado. Caso a calibração estivesse feita com as duas variáveis (pressão e vazão), seria possível identificar trechos com velocidades elevadas na rede. A existência de velocidades muito elevadas revelase problemática pois terá uma contribuição significativa para o desgaste das tubulações, bem como irá estar diretamente relacionada com a existência de elevadas perdas de carga no sistema, sendo, portanto, a principal vantagem de se ter um modelo calibrado com ambas as variáveis.

## 7 CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou identificar alguns dos elementos mais importantes para o gerenciamento das redes de distribuição de água, utilizados nos diversos programas de controle de perdas, à luz de conceitos e metodologias atualmente em uso.

Através dos resultados obtidos no cálculo do balanço hídrico e dos indicadores de perdas concluiu-se que a rede de abastecimento do município de Piumhi-MG possui grande potencial de melhorias na operação caso o gerenciamento das perdas seja realizado.

Verificou-se que, para o ano de 2020, os valores obtidos no balanço hídrico e com o cálculo dos índices de perdas, encontram-se, de modo geral, abaixo das médias nacional e estadual. Estes valores são satisfatórios devido ao valor de produção da água ser baixo e ter uma relativa abundância de água na região, porém alguns pontos podem ser melhorados para conseguir alcançar o valor de 25% de perdas estipulado pelo PMSB.

Foi possível identificar neste trabalho que a idade do parque de hidrômetros do município, com média de 11 anos, encontra-se muito acima do que é recomendado pelo INMETRO (cinco anos) valor este que faz com que as perdas aparentes sejam maiores. Portanto, é necessário que faça a substituição dos medidores de água para a diminuição da idade do parque dos hidrômetros, que deve ocorrer principalmente a partir dos mais antigos e que realizam leituras de maiores volumes.

Através da modelagem hidráulica, identificou-se áreas com nós que possuem pressões acima do recomendado pela NBR 12218/17, principal causa dos vazamentos nas redes. Sendo, portanto, necessária a instalação de VRR's para diminuir estas pressões e reduzir os volumes de perdas reais na rede de abastecimento.

O controle das perdas de água na rede de abastecimento precisa ser um processo cíclico, com o acompanhamento e campanhas para mitigação das perdas reais e aparentes conjuntamente. Para isso é necessário que se conheça todo o sistema e suas deficiências de modo a priorizar as ações que terão efeito efetivo na minimização do problema, ou seja, caso a rede apresente alto índice de vazamentos, deve-se focar em estratégias para redução das perdas reais, porém essas estratégias não surtirão tanto efeito caso o sistema não apresente uma boa gestão com foco do controle de perdas se restringir às perdas reais.

A melhor forma de mitigar as perdas de água de um sistema de abastecimento é por meio do gerenciamento. Segundo Deming (1989) “não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende e não há sucesso no que não se

gerencia”. A afirmação do autor deixa clara a necessidade de se medir e entender o processo para um bom gerenciamento através da utilização de metodologias que mensuram e definam os processos, permitindo que sejam aplicadas melhorias nos mesmos.

Nesse sentido, a utilização de metodologias para o gerenciamento e controle das perdas pode melhorar a operação da rede de abastecimento e diminuir a necessidade de novos mananciais para captação, além de prolongar a vida útil do sistema.

Por esse motivo, é necessário que a companhia responsável pelo sistema de abastecimento do município de Piumhi-MG reconheça a importância de se gerenciar e utilize as informações fornecidas pelo presente trabalho na adoção de medidas de controle de perdas, a fim de reduzir impactos ambientais, seja por meio da implantação de medidas estruturais ou de políticas públicas.

No caso deste estudo e devido à falta de material disponível para proceder à medição das vazões, a calibração da rede de acordo com este parâmetro apresenta fragilidades além de ser possível apenas realizar a simulação estática. Para que no futuro se consiga uma melhoria neste aspecto em relação ao que foi feito, basta seguir o mesmo processo aqui realizado, mas tendo como base uma quantidade maior de informação disponível.

Neste sentido, sugere-se que sejam desenvolvidos trabalhos futuros utilizando as variáveis de pressão e vazão para ser feita a calibração do modelo, de modo a identificar trechos com altas velocidades, além de realizar a simulação dinâmica com a finalidade de se saber a variação do comportamento das pressões e vazões da rede de abastecimento durante todo o dia.

Sugere-se também o desenvolvimento de estudos para identificar o nível econômico das perdas para a rede de abastecimento do município a fim de se saber o volume que é compensatório reduzir de modo que os custos para a redução das perdas não superem os custos de produção e distribuição de água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Water audits and loss control programs**. 4<sup>a</sup>. ed. Denver: AWWA, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO. **Guia prático para determinação de volume de entrada nos sistemas de abastecimento**. 1<sup>a</sup>. ed. Brasília: AESBE, v. I, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO. **Guia prático para método direto de quantificação de perdas reais em sistemas de abastecimento**. 1<sup>a</sup>. ed. Brasília: Aesbe, v. 6, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO. **Guia prático para quantificação de balanços hídricos e indicadores de desempenho operacional**. 1<sup>a</sup>. ed. Brasília: AESBE, v. V, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público: NBR 1218**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- BÁGGIO, M. A. **Redução de perdas em sistemas de abastecimento de água**. 2<sup>a</sup>. ed. Brasília: Funasa, 2014. 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: Maio 2020.
- BEREGULA, R. L. **Uso do epanet para determinar pressões de serviço da rede de abastecimento de água de Lucas do Rio Verde - MT**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso: Cuiabá, 2018.
- BEZERRA, S. D. T. M.; CHEUNG, P. B. **Perdas de Água: Tecnologias de Controle**. 1<sup>a</sup>. ed. João Pessoa: UFPB, 2013.
- BIASUTTI, S. **Indicadores de perdas para serviços de abastecimento de água: padronização e limitações da aplicação no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Espírito Santo: Vitória, 2016.
- BIASUTTI, S.; COELHO, E. R. C. Normatização de indicadores de perdas de água: a experiência das agências reguladoras no Brasil. **Revista DAE**, São Paulo, n. 215, p. 17-24, Abril 2019.
- BORGES, E. J. B. **Análise da micromedição do volume de água potável domiciliar e sua influência no cálculo das perdas no sistema de distribuição**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia: Uberlândia, 2007.
- BOVO, A. et al. **Guias práticos: Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água - Controle e redução de perdas aparentes processo comercial**. Brasília: SNSA, v. VI, 2007.
- CARVALHO, J. A. R. **Plano municipal de saneamento básico do município de Piumhi - MG**. Passos, 2015.

COSTA, A. G. **Sistemas de abastecimento de água**. Fortaleza: ANA, 2015. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/1046/1/Sistema%20de%20Abastecimento%20de%20C3%81guas-%20Livro.pdf>. Acesso em: Maio 2020.

EUROPEAN COMMISSION. **Good practices on leakage management**. Luxembourg: Europe Commission, 2015.

FILHO, J. T. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água**: posicionamentos e contribuições técnicas da ABES. [S.l.]: ABES, 2015.

FILHO, J. T. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. **Revista DAE**, São Paulo, n. 201, p. 6-20, Maio 2016.

FRANGIPANI, M. **Guias práticos - Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água**: macromedição. Brasília: SNSA, v. 1, 2007.

GANORKAR, R. A. et al. Water audit- A tool for assessment of water losses. **International Journal Of Computational Engineering Research**, p. 252-256, Março 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

GONÇALVES, A. A. et al. A redução das perdas através do controle de pressões no abastecimento de água no município de Canoas: estudo de caso em uma empresa de saneamento. **Ciência e Conhecimento**, São Jerônimo, v. IX, n. 2, p. 37-56, 2015.

GONÇALVES, E.; ALVIM, P. R. A. **Guias práticos: Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água - Pesquisa e combate a vazamentos não visíveis**. Brasília: SNSA, v. III, 2007.

GONÇALVES, E.; LIMA, C. V. D. **Guias práticos: Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água - Controle de pressões e operação de válvulas reguladoras de pressão**. Brasília: SNSA, v. IV, 2007.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. D. **Abastecimento de água para consumo humano**. 1ª. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

HUBNER, R. **Medidas de redução de perdas de água em redes de abastecimento**. Blumenau: SENAI, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000**. Brasília, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/piumhi.html>. Acesso em: Setembro 2020.

JUNIOR, A. P. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 1ª. ed. Barueri: Manoele, 2005.

JÚNIOR, J. D. C. D. S. **Distritos de medição e controle como ferramenta de gestão de perdas em redes de distribuição de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil na

área de Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.: Campinas, 2014.

JÚNIOR, J. F. D. S. **Detecção de perdas em sistemas de distribuição de água através de rede de sensores sem fio**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Pernambuco: Recife, 2017.

LAMBERT, A.; HIRNER, W. **Losses from water supply systems: standard terminology and recommended performance measures - The blue pages**. London: IWA, 2000.

MAYS, L. W. **Water distribution systems handbook**. 1ª. ed. [S.l.]: MCGraw - Hill Education, 1999.

MELATO, D. S. **Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: aplicação no sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. Brasília: SNSA, 2013.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica: O projeto com + água.2**. [S.l.]: SNSA, v. 1, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/perdas/Vol.1-ProjetoCom-mais-Agua.2.pdf>. Acesso em: Julho 2020.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica: Perdas aparentes**. [S.l.]: SNSA, v. 4, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/perdas/Vol.4-Perdas-Aparentes.pdf>. Acesso em: Julho 2020.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica: Perdas reais**. [S.l.]: SNSA, v. 3, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/perdas/Vol.3-Perdas-Reais.pdf>. Acesso em: Julho 2020.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica: Planejamento e gestão**. [S.l.]: SNSA, v. 2, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/perdas/Vol.2-Planejamento-e-Gestao.pdf>. Acesso em: Julho 2020.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Caderno temático 2 - Ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica**. Brasília: Ministério das Cidades, 2018.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos serviços de água e esgoto - 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019.

MIRANDA, E. C. D. **Avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água - Indicadores de perdas e metodologias para análise de confiabilidade**. Dissertação

(Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)- Universidade de Brasília.  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental: Brasília, 2002.

NETTO, J. M. D. A. et al. **Manual de Hidráulica**. 8ª. ed. São Paulo : Edgard Blucher , 1998.

OLIVEIRA, G. et al. **Perdas de Água 2020 (SINIS 2018)**: Desafio para a disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. São Paulo: Trata Brasil, 2020.  
Disponível em: [http://tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/Estudo\\_de\\_Perdas\\_2019\\_5.pdf](http://tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/Estudo_de_Perdas_2019_5.pdf).  
Acesso em: Abril 2020.

PALO, P. R. **Avaliação da eficácia de modelos de simulação hidráulica na obtenção de informações para diagnóstico de perdas de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária: São Paulo, 2010.

PATRÍCIO, R. J. D. O. **Análise de perdas na rede de distribuição de água em um subsetor da cidade de Presidente Prudente - SP**. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais) - UNESP: Ilha Solteira, 2007.

PENA , M. M. **Aplicação e análise de metodologia da IWA para o controle de perdas no sistema de abastecimento de água da baixada de Jacarepaguá/RJ**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2010.

PORTO, R. D. M. **Hidráulica Básica**. 4ª. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.

ROSSMAN, L. **Manual do usuário: Epanet 2.0 Brasil**. Tradução e Adaptação: Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento: João Pessoa, 2000. Disponível em: [http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/epanet/manual\\_do\\_epanet\\_brasil.pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/epanet/manual_do_epanet_brasil.pdf). Acesso em: Junho 2020.

SALVINO , M. M. **Modelagem computacional visando a reabilitação de redes hidráulicas**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba: João Pessoa, 2012.

SILVA, J. H. F. D. **Exploração das potencialidades do programa EPANET na simulação hidráulica em sistemas de abastecimento de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Hidráulica) - Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia: Porto, 2008.

SILVA, P. A. S. D. **Modelação e calibração de um sistema de abastecimento de água: sistema adutor de Câmara de Lobos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade da Madeira. Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia: Funchal, 2016.

SILVA, R. D. **A influência das atividades antrópicas na qualidade da água na sub-bacia no Ribeirão das Araras**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Avançado Piumhi: Piumhi, 2020.  
Disponível em:  
<https://pergamum.ifmg.edu.br:8443/pergamumweb/vinculos/000067/0000675d.pdf>. Acesso em: Janeiro 2020.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, 2006.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**: gerenciamento de perdas de água e de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água - guia do profissional em treinamento: nível 2. Brasília: ReCESA, 2009.

VILAS-BOAS, P. R. **Modelação de uma rede de distribuição de água**. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil - Especialização em Hidráulica) - Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia : Porto, 2008.

WORLD BANK. WB-EasyCalc. **WB-EasyCalc, The Free Water Balance Software, version 6.12, 2020**. Disponível em: <http://www.liemberger.cc/>. Acesso em: Maio 2020.

ZIEGLER, D. et al. **Guidelines for water loss reduction**: A focus on pressure management. Germany: Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, 2011.

**APÊNDICE A – Pressão nos nós da rede de distribuição de Piumhi-MG.**

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J1585	855.29	32.79	J1508	834.41	30.51
J1586	855.29	32.79	J1509	834.41	30.51
J1587	856.25	36.85	J1510	831.03	26.53
J1588	856.25	36.85	J1511	831.03	26.53
J1589	871.48	63.48	J1512	826.93	21.13
J1590	859.77	30.67	J1513	826.93	21.13
J1591	859.77	30.67	J1514	833.55	27.05
J1592	860.36	30.36	J1515	833.55	27.05
J1593	860.36	30.36	J1516	834.24	27.04
J1594	867.48	40.88	J1517	834.24	27.04
J1595	867.48	40.88	J1519	838.53	31.73
J1596	868.87	51.97	J1520	838.53	31.73
J1597	868.87	51.97	J1521	838.53	31.53
J1598	868.86	51.96	J1522	852.27	37.57
J1599	868.86	51.96	J1523	852.27	37.57
J1600	869.08	55.88	J1524	850.40	35.70
J1601	869.08	55.88	J1525	850.40	34.90
J1602	869.11	55.91	J1526	838.62	27.12
J1603	869.11	55.91	J1527	838.64	25.64
J1604	824.43	58.73	J1528	838.67	23.87
J1605	838.33	72.63	J1529	838.68	22.98
J1606	827.18	52.58	J1530	838.92	26.82
J1607	827.18	52.58	J1531	838.92	26.82
J1608	840.87	59.07	J1532	860.27	30.57
J1609	840.87	59.07	J1533	860.27	30.57
J1610	841.07	56.37	J1534	860.27	30.57
J1611	841.07	56.37	J1535	860.27	30.57
J1612	839.29	41.49	J1536	856.19	42.29
J1613	839.29	41.49	J1537	856.19	42.29
J1614	839.67	39.07	J1538	856.16	48.86
J1615	839.67	39.07	J1539	856.16	48.86
J1616	838.68	38.88	J1540	830.28	36.68
J1617	838.68	38.88	J1541	830.28	36.68
J1618	838.67	38.87	J1542	831.02	26.52
J1619	838.67	38.87	J1543	831.02	26.52
J1620	838.42	32.42	J1544	845.60	20.30
J1621	838.42	32.42	J1545	898.70	73.40
J1622	838.42	32.42	J1546	838.45	24.35
J1623	838.42	32.42	J1547	838.45	24.35
J1624	874.90	53.30	J1548	838.45	24.55
J1625	874.90	53.30	J1549	838.45	24.55
J1500	838.26	71.36	J1550	838.45	37.75
J1501	838.26	71.36	J1551	838.45	37.75
J1502	833.84	40.64	J1552	838.45	24.55
J1503	838.38	45.18	J1553	838.45	24.55
J1504	834.63	33.13	J1554	857.79	28.79
J1505	834.63	33.13	J1555	857.79	28.79
J1506	835.00	33.50	J1556	857.40	19.80
J1507	835.00	33.50	J1557	857.40	19.80

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J1558	857.37	29.67	J1475	846.14	25.14
J1559	857.37	29.67	J1476	846.14	27.14
J1560	857.53	19.43	J1477	846.14	53.14
J1561	857.53	19.43	J1478	846.14	34.04
J1562	857.58	17.28	J1479	846.14	39.24
J1563	857.58	17.28	J1480	846.14	36.64
J1564	857.63	22.63	J1481	846.14	25.44
J1565	857.63	22.63	J1482	862.76	22.96
J1566	838.38	49.18	J1483	862.76	20.76
J1567	838.38	49.18	J1484	862.76	20.96
J1568	838.38	65.38	J1486	862.76	10.76
J1569	838.38	65.38	J1487	862.76	10.76
J1570	843.96	24.96	J1488	862.76	43.76
J1571	843.96	24.96	J1489	862.76	37.06
J1572	843.96	42.26	J1490	852.44	47.14
J1573	843.96	42.26	J1491	852.42	47.62
J1574	857.63	20.33	J1493	859.33	43.83
J1498	898.70	46.00	J1494	860.24	55.24
J1499	838.45	52.45	J1495	860.24	69.24
J1444	876.48	21.98	J1496	860.24	51.74
J1445	876.40	22.40	J1497	856.19	39.59
J1446	876.27	40.47	J1405	876.05	17.05
J1447	876.30	35.90	J1406	876.14	15.14
J1448	876.26	41.36	J1407	876.31	23.31
J1449	875.13	61.73	J1408	876.31	29.81
J1450	875.13	77.23	J1409	876.33	28.53
J1451	875.13	58.03	J1410	876.33	30.33
J1452	875.13	51.13	J1411	876.27	32.17
J1453	875.13	52.33	J1412	876.27	34.47
J1454	875.13	22.43	J1413	876.22	34.62
J1455	875.13	43.23	J1414	876.22	36.32
J1456	875.13	10.13	J1415	876.22	37.22
J1457	866.43	64.33	J1416	875.29	38.89
J1458	866.42	62.52	J1417	875.29	43.49
J1459	866.41	61.41	J1418	866.96	59.86
J1460	866.40	60.00	J1419	866.96	59.86
J1461	866.38	57.58	J1420	866.96	59.86
J1462	866.39	56.79	J1421	866.99	59.89
J1463	866.40	60.60	J1422	866.84	68.84
J1464	838.16	46.56	J1423	866.96	67.96
J1465	838.18	49.88	J1424	824.46	58.56
J1466	837.98	49.58	J1425	824.46	54.66
J1467	838.08	64.38	J1426	824.46	53.86
J1468	838.45	66.45	J1427	824.46	43.76
J1469	838.45	67.65	J1428	824.46	45.46
J1470	838.45	63.45	J1429	837.99	44.99
J1471	866.44	61.44	J1430	838.18	53.08
J1472	846.14	36.94	J1431	838.18	52.18
J1473	846.14	39.24	J1432	838.17	47.87
J1474	846.14	34.64	J1433	838.17	48.07

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J1434	838.18	51.28	J1349	821.74	48.74
J1435	838.17	47.97	J1350	821.74	44.74
J1436	866.44	59.54	J1351	821.76	36.16
J1437	866.44	60.44	J1352	821.85	32.85
J1438	866.43	58.53	J1353	821.70	47.80
J1439	866.41	57.41	J1354	821.00	46.00
J1440	866.40	62.50	J1355	821.65	39.35
J1441	866.40	76.40	J1356	822.03	32.93
J1442	859.26	28.36	J1357	821.85	35.35
J1443	859.33	34.93	J1358	821.82	41.42
J1369	822.11	65.51	J1359	822.91	34.11
J1370	822.15	59.95	J1360	822.58	33.58
J1371	822.09	54.69	J1361	822.82	31.12
J1372	822.09	52.49	J1362	822.83	42.03
J1373	822.09	49.79	J1363	822.84	35.04
J1374	822.09	48.39	J1364	822.83	38.83
J1375	822.09	52.99	J1365	822.84	38.84
J1376	822.09	55.89	J1366	822.86	30.96
J1377	822.09	47.09	J1367	822.86	27.86
J1378	822.09	57.49	J1368	822.11	60.11
J1379	838.20	62.70	J1287	838.32	64.42
J1380	838.20	68.20	J1288	838.28	63.18
J1381	822.09	53.49	J1289	838.22	63.12
J1382	822.09	46.09	J1290	838.12	64.12
J1383	822.09	41.89	J1291	837.78	66.98
J1384	822.09	40.29	J1292	837.83	65.63
J1385	822.09	39.29	J1293	837.91	54.71
J1386	822.09	35.89	J1294	837.96	53.26
J1387	822.09	32.89	J1295	838.18	52.28
J1388	822.09	33.19	J1296	838.33	79.83
J1389	822.09	36.79	J1297	838.33	63.63
J1390	822.09	40.59	J1298	838.33	67.03
J1391	824.69	25.89	J1299	838.33	60.33
J1392	824.69	40.29	J1300	838.33	57.13
J1393	824.69	57.79	J1301	838.33	54.63
J1394	824.69	57.79	J1302	838.33	54.13
J1395	824.69	39.69	J1303	838.33	52.33
J1396	824.69	22.79	J1304	838.33	49.83
J1397	824.69	31.69	J1305	838.33	47.93
J1398	824.69	25.39	J1306	838.33	52.33
J1399	824.69	22.09	J1307	838.33	70.33
J1400	824.69	22.59	J1308	838.33	62.33
J1401	824.69	21.29	J1309	838.33	68.93
J1402	866.42	70.42	J1310	838.33	66.83
J1403	866.41	67.41	J1311	838.33	55.93
J1404	866.40	64.60	J1312	838.33	55.93
J1345	821.76	68.86	J1313	838.33	48.83
J1346	821.78	66.78	J1314	838.33	63.33
J1347	821.69	53.69	J1315	838.32	71.42
J1348	821.74	64.94	J1316	838.33	70.33

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J1317	838.33	66.23	J1231	870.92	52.52
J1318	838.22	59.02	J1232	872.23	48.03
J1319	838.17	60.37	J1233	871.89	54.09
J1321	838.40	52.00	J1234	873.23	51.33
J1322	838.39	52.69	J1235	871.80	58.50
J1323	838.40	63.90	J1236	872.50	62.30
J1324	838.43	47.13	J1237	872.57	62.57
J1325	838.44	48.84	J1238	871.89	56.29
J1326	838.45	66.25	J1239	871.89	56.29
J1327	838.45	11.45	J1240	873.57	54.17
J1328	857.80	32.30	J1241	873.61	54.21
J1329	857.37	32.97	J1243	822.17	53.37
J1330	856.85	34.65	J1244	839.78	36.88
J1332	838.46	35.56	J1245	839.79	40.29
J1333	838.49	34.19	J1246	839.79	50.79
J1335	838.38	44.78	J1247	839.78	43.98
J1336	838.20	47.90	J1248	839.78	45.38
J1337	838.20	55.20	J1249	874.39	63.69
J1338	838.20	47.00	J1250	874.40	61.80
J1339	838.20	46.80	J1251	839.78	40.68
J1340	838.20	45.20	J1252	839.78	36.78
J1341	838.20	45.20	J1253	839.78	37.48
J1342	824.69	30.69	J1254	839.78	43.78
J1343	824.69	23.39	J1255	838.43	26.13
J1344	824.69	24.19	J1256	838.42	26.72
J1271	838.41	35.11	J1257	838.42	29.72
J1272	838.45	30.35	J1258	838.41	33.01
J1273	838.45	30.85	J1259	838.41	35.41
J1274	838.45	31.25	J1260	838.41	32.51
J1275	839.79	44.79	J1261	838.41	30.61
J1276	839.79	53.79	J1262	838.41	36.71
J1277	838.36	41.76	J1263	838.35	61.35
J1278	838.39	39.09	J1264	838.35	61.15
J1279	838.40	38.70	J1265	838.35	59.35
J1280	838.41	36.51	J1266	838.36	45.56
J1281	838.35	44.15	J1268	838.33	57.63
J1282	838.37	45.17	J1269	838.41	34.41
J1283	838.34	47.94	J1270	838.42	32.42
J1284	838.37	50.47	J1064	840.84	55.94
J1285	838.34	48.64	J1065	840.84	48.74
J1286	838.34	47.74	J1066	840.81	55.81
J1222	860.18	35.78	J1067	840.78	57.18
J1223	838.45	56.45	J1068	840.81	51.31
J1224	839.31	41.51	J1069	840.63	56.83
J1225	838.60	38.20	J1070	840.78	49.48
J1226	839.89	56.99	J1071	840.74	56.84
J1227	839.89	51.99	J1072	840.75	57.25
J1228	873.86	61.36	J1073	840.76	55.16
J1229	838.54	29.84	J1074	840.77	51.17
J1230	857.63	18.03	J1075	840.79	42.39

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J1076	840.78	47.78	J1127	838.45	47.15
J1077	840.79	40.49	J1128	838.72	45.42
J1078	840.84	37.44	J1129	838.60	50.60
J1079	840.84	35.34	J1130	838.60	50.90
J1080	840.81	34.31	J1131	838.56	49.66
J1081	840.81	33.81	J1132	838.59	56.59
J1082	840.76	51.36	J1133	838.57	55.57
J1083	840.81	41.31	J1134	838.57	60.37
J1084	843.24	46.14	J1135	838.57	54.07
J1085	843.96	42.26	J1136	838.54	44.54
J1086	861.69	34.99	J1137	838.54	44.84
J1087	860.18	33.98	J1138	838.62	43.62
J1088	860.18	37.88	J1139	838.63	43.03
J1089	860.00	39.00	J1140	838.65	43.15
J1090	860.00	34.40	J1141	838.83	40.83
J1091	859.98	32.78	J1142	838.69	41.29
J1092	859.97	31.47	J1143	838.68	38.88
J1093	859.91	37.81	J1144	838.62	38.42
J1094	859.87	33.37	J1145	838.61	40.61
J1096	860.28	31.28	J1146	838.48	41.48
J1097	860.18	33.08	J1147	838.49	39.59
J1098	841.93	20.63	J1148	838.50	43.90
J1099	841.54	32.84	J1149	838.51	42.31
J1100	841.93	30.23	J1150	838.60	41.40
J1101	842.25	30.25	J1151	838.54	24.84
J1102	842.52	30.12	J1152	839.51	25.81
J1103	842.61	27.51	J1153	839.77	26.37
J1104	842.44	27.84	J1154	839.77	25.57
J1105	842.61	26.01	J1155	838.46	26.06
J1106	842.61	22.21	J1156	874.03	59.73
J1107	842.44	19.44	J1157	874.29	59.99
J1108	841.45	52.15	J1158	874.34	59.84
J1109	842.52	31.52	J1159	874.38	60.08
J1110	842.52	33.82	J1160	874.39	57.49
J1111	842.55	35.25	J1161	874.32	55.42
J1112	842.55	30.75	J1162	874.35	53.45
J1113	842.57	29.27	J1163	874.21	54.31
J1114	842.58	26.98	J1164	874.43	53.13
J1115	842.57	26.37	J1165	874.55	56.75
J1116	842.78	21.78	J1166	874.56	59.96
J1117	841.93	14.83	J1167	874.60	63.90
J1118	841.93	18.93	J1168	874.64	63.94
J1119	841.93	30.33	J1169	874.64	57.94
J1120	841.16	40.96	J1170	874.71	56.91
J1121	840.97	55.07	J1171	874.98	56.18
J1122	841.06	57.26	J1172	874.68	63.98
J1123	841.07	56.37	J1173	839.78	43.18
J1124	841.13	42.83	J1174	839.78	41.78
J1125	839.83	55.63	J1175	839.78	29.58
J1126	839.13	45.73	J1176	839.78	35.58

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J1177	839.78	35.58	J994	856.55	32.45
J1178	839.78	35.38	J995	856.03	31.93
J1179	839.78	29.78	J996	856.03	31.83
J1180	839.78	29.78	J997	856.81	28.51
J1181	875.01	51.21	J998	856.94	29.84
J1182	875.01	47.31	J999	850.11	37.21
J1183	875.09	41.99	J1000	838.72	26.32
J1184	875.09	42.79	J1001	838.71	27.51
J1185	875.09	43.69	J1002	824.69	29.79
J1186	875.06	43.66	J1003	824.73	24.23
J1187	875.06	43.26	J1004	822.24	47.84
J1188	875.12	48.82	J1005	822.14	48.14
J1189	875.11	54.01	J1006	822.09	54.39
J1190	875.13	55.13	J1007	822.08	62.38
J1191	875.14	50.14	J1008	822.09	66.09
J1192	875.14	50.04	J1010	824.43	58.73
J1193	875.14	45.94	J1011	824.78	19.38
J1194	875.19	46.69	J1012	824.78	20.48
J1195	875.32	45.32	J1013	824.77	20.37
J1196	874.44	52.14	J1014	824.78	19.38
J1197	874.36	49.16	J1015	824.77	17.17
J1198	874.05	48.15	J1016	824.77	16.57
J1199	872.20	49.00	J1017	824.76	16.56
J1200	874.41	54.91	J1018	824.75	19.35
J1201	874.40	54.30	J1019	824.77	16.93
J1202	874.40	53.90	J1020	824.76	17.66
J1203	874.41	57.51	J1021	869.08	58.78
J1204	874.00	54.60	J1022	824.69	31.69
J1205	873.94	54.54	J1023	866.67	64.67
J1206	871.89	56.09	J1025	824.70	26.80
J1207	873.72	61.12	J1026	824.70	27.40
J1208	839.86	50.96	J1027	824.69	23.19
J1209	839.86	57.56	J1028	824.71	27.41
J1210	839.90	52.70	J1029	824.72	24.92
J1211	839.92	53.62	J1030	824.72	25.32
J1212	840.04	57.24	J1031	824.71	28.21
J1213	839.85	55.65	J1032	866.75	70.25
J1214	839.78	41.78	J1033	865.35	46.65
J1215	839.77	41.97	J1034	859.20	40.00
J1216	839.73	36.03	J1035	865.60	46.10
J1217	839.71	35.61	J1036	867.14	41.14
J1218	839.71	31.71	J1037	867.41	41.51
J1219	839.74	32.94	J1038	867.78	43.18
J1220	839.72	31.22	J1039	868.20	44.80
J1221	839.74	37.44	J1040	866.38	53.18
J989	855.76	41.56	J1041	866.41	54.21
J990	856.19	39.19	J1042	866.44	55.14
J991	856.23	30.73	J1043	866.42	86.42
J992	856.24	31.84	J1044	866.42	68.82
J993	856.49	31.19	J1045	866.42	57.92

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J1046	866.41	67.81	J907	824.53	24.83
J1047	866.41	66.21	J908	824.63	23.43
J1048	866.41	65.21	J909	824.65	25.35
J1049	866.41	57.21	J910	824.65	26.45
J1050	866.41	56.81	J911	824.63	30.63
J1051	866.40	53.40	J912	824.56	34.56
J1052	866.41	56.01	J914	824.69	31.49
J1053	866.41	56.81	J915	824.70	29.10
J1054	872.93	35.53	J916	824.70	28.40
J1055	874.02	34.92	J917	824.69	25.39
J1056	872.93	19.93	J918	824.69	22.29
J1057	871.26	47.36	J919	870.04	45.74
J1058	872.00	35.90	J920	870.16	46.76
J1059	871.26	37.46	J921	870.50	47.10
J1060	872.00	38.70	J922	871.23	46.43
J1061	869.40	40.40	J923	871.82	44.92
J1062	869.69	40.19	J924	871.98	43.58
J1063	869.69	40.59	J925	872.22	43.12
J874	852.60	37.80	J926	872.28	42.58
J875	852.58	38.08	J927	873.72	40.32
J876	851.90	38.00	J928	873.48	51.28
J877	854.28	41.28	J929	871.58	45.38
J878	855.27	42.47	J930	872.02	45.02
J879	852.46	37.96	J931	871.57	45.97
J880	852.45	39.65	J932	870.48	47.08
J881	852.41	44.81	J933	870.32	47.62
J882	854.28	49.48	J934	870.03	47.43
J883	852.45	39.65	J935	870.18	53.08
J884	852.45	43.85	J936	871.48	59.48
J885	852.45	41.95	J937	869.37	49.37
J886	852.45	48.35	J938	869.39	49.59
J887	852.45	48.45	J939	869.98	47.88
J888	838.62	37.62	J940	869.94	40.24
J889	838.62	36.12	J941	870.56	38.86
J890	838.64	32.74	J942	866.45	58.65
J891	838.67	29.27	J943	866.44	53.94
J892	838.68	26.28	J944	866.67	62.27
J893	838.68	24.18	J945	866.67	58.67
J894	838.36	49.86	J946	866.84	64.14
J895	838.36	49.86	J948	824.71	28.31
J896	838.38	50.48	J949	867.11	55.11
J897	838.38	49.98	J950	867.63	55.43
J898	838.53	27.33	J951	867.94	56.64
J899	838.53	31.73	J952	868.17	58.47
J901	824.38	44.18	J953	868.35	59.75
J902	824.01	44.61	J954	868.24	55.44
J903	824.34	59.84	J955	868.42	58.72
J904	824.29	40.89	J956	868.94	60.64
J905	824.32	37.72	J957	869.02	63.02
J906	824.29	34.29	J958	869.09	62.09

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J959	869.02	61.22	J856	856.22	34.42
J960	869.09	56.99	J857	856.21	34.21
J962	869.01	55.01	J858	856.19	36.29
J963	869.12	55.92	J859	856.19	37.39
J964	868.82	56.82	J860	856.19	38.39
J965	868.86	57.16	J862	856.19	40.79
J966	868.90	58.50	J863	856.19	41.79
J967	868.94	59.94	J864	856.25	25.65
J968	869.00	59.10	J865	856.25	26.35
J969	868.97	56.97	J866	856.25	26.95
J970	824.70	34.50	J867	856.22	28.52
J971	824.70	31.00	J868	856.21	29.41
J972	824.70	27.40	J869	856.69	26.59
J973	824.72	28.22	J870	838.47	48.17
J974	824.74	21.04	J871	838.56	39.36
J975	824.69	30.89	J872	838.63	35.93
J976	824.69	30.69	J873	838.69	32.09
J977	824.69	29.99	J781	855.64	33.14
J978	824.69	29.29	J782	856.13	36.73
J979	824.78	34.28	J783	855.79	33.39
J980	824.78	30.68	J784	855.83	33.73
J981	824.78	30.08	J785	855.90	34.70
J982	824.78	27.78	J786	855.97	37.47
J983	824.87	37.97	J787	856.03	42.23
J984	824.87	37.97	J788	856.06	47.96
J985	825.20	48.90	J789	856.07	35.67
J986	826.34	51.74	J790	855.80	33.10
J987	825.23	47.23	J791	855.66	34.16
J988	824.87	40.07	J792	855.67	36.17
J835	855.90	32.80	J793	855.69	39.79
J836	855.97	33.77	J794	855.71	37.61
J837	854.41	35.61	J795	855.79	37.29
J838	854.78	33.28	J796	855.67	38.37
J839	855.16	32.86	J797	855.69	50.99
J840	855.92	32.32	J798	855.71	49.71
J841	856.04	30.94	J799	855.80	50.80
J842	856.21	30.21	J800	855.80	49.80
J843	856.30	30.30	J801	855.81	36.81
J844	856.43	30.43	J802	855.84	37.34
J845	856.50	30.20	J803	855.97	42.47
J846	856.71	28.71	J804	856.03	50.13
J847	856.72	27.72	J805	856.12	37.32
J848	856.72	27.42	J806	856.12	40.12
J849	856.74	25.44	J808	838.45	34.15
J850	856.67	26.27	J809	838.45	26.05
J851	856.29	30.29	J810	857.18	44.18
J852	856.25	31.05	J811	857.18	40.88
J853	856.25	32.15	J812	838.45	22.85
J854	856.25	33.25	J813	838.45	34.55
J855	856.25	34.15	J814	838.38	51.68

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J815	838.38	63.78	J724	898.68	38.68
J816	838.38	33.18	J725	898.66	28.36
J817	838.38	34.28	J726	898.68	19.28
J818	838.38	33.78	J727	898.70	65.99
J819	838.38	49.88	J728	898.70	64.40
J820	838.45	32.45	J729	898.70	63.00
J821	838.45	35.85	J730	898.70	58.50
J822	838.45	43.35	J731	898.70	56.30
J823	838.45	60.85	J732	898.70	51.00
J824	838.45	62.25	J733	898.70	53.10
J825	838.45	64.35	J734	898.70	57.90
J826	838.45	20.45	J735	898.70	61.70
J827	838.45	25.35	J736	898.70	51.50
J828	838.45	33.05	J737	898.71	35.21
J829	838.45	40.95	J738	898.71	22.71
J830	838.45	65.85	J739	898.71	20.71
J831	838.38	64.38	J740	898.69	27.19
J832	838.45	32.65	J741	898.69	11.39
J834	838.45	30.45	J742	898.70	77.70
J772	898.70	73.40	J743	898.70	72.70
J773	845.60	21.60	J744	898.70	55.60
J774	845.93	27.93	J745	898.70	50.70
J775	846.20	35.20	J746	898.70	45.70
J776	846.18	35.88	J747	898.70	60.90
J777	846.18	49.18	J748	898.70	62.20
J778	846.05	24.95	J749	898.70	67.20
J779	846.18	22.98	J750	898.69	77.69
J780	846.32	15.12	J669	824.73	38.43
J754	846.14	42.74	J670	824.73	44.43
J755	846.14	48.54	J671	824.73	43.83
J756	846.14	48.74	J672	824.73	43.23
J757	846.14	52.44	J673	824.73	49.93
J758	845.93	25.33	J674	824.73	51.53
J759	845.93	31.33	J675	824.73	45.13
J760	845.93	26.93	J676	824.73	45.13
J762	846.06	44.36	J677	840.22	59.02
J763	846.06	53.56	J678	840.11	59.71
J764	845.96	27.56	J679	840.11	59.71
J765	845.40	24.00	J680	840.03	57.53
J766	898.70	61.00	J681	838.38	49.18
J767	898.70	70.00	J682	838.38	50.08
J768	898.70	71.70	J683	838.38	56.68
J769	898.70	77.70	J684	838.38	58.68
J770	898.70	74.70	J685	838.38	61.38
J771	898.70	76.70	J686	838.38	67.38
J719	898.68	48.68	J687	838.38	70.48
J720	898.68	58.98	J688	838.38	59.38
J721	898.68	52.28	J689	838.38	67.38
J722	898.66	47.28	J690	838.38	65.38
J723	898.68	35.98	J691	838.38	64.78

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J692	838.38	44.38	J655	830.47	38.67
J693	875.13	151.83	J571	857.54	20.24
J694	875.13	64.03	J572	857.53	19.63
J695	875.13	53.13	J573	857.54	20.94
J696	875.13	50.83	J574	857.53	22.83
J697	838.45	41.25	J575	857.53	19.43
J698	838.45	41.05	J576	857.52	21.92
J699	838.45	48.35	J577	857.54	19.44
J700	838.45	47.75	J578	857.52	18.02
J701	838.45	40.95	J579	857.52	18.92
J702	838.45	40.35	J580	857.49	18.49
J703	838.45	39.35	J581	857.50	19.00
J704	838.45	38.25	J582	829.96	44.16
J705	838.45	55.45	J583	829.78	55.18
J706	838.45	29.25	J584	829.78	55.58
J707	838.45	28.45	J585	829.04	54.64
J708	838.45	24.95	J586	828.99	54.59
J709	838.45	33.85	J587	828.14	52.84
J710	838.45	29.55	J588	828.09	52.79
J711	838.45	36.35	J589	827.19	51.79
J712	838.45	35.85	J590	827.14	51.74
J713	838.45	29.15	J591	826.35	52.55
J718	838.45	55.45	J592	826.33	52.93
J656	857.58	17.28	J593	826.11	52.51
J657	857.61	17.01	J594	826.18	52.98
J658	857.62	17.42	J595	824.80	53.00
J659	857.34	27.34	J596	824.89	53.09
J660	857.22	25.72	J597	825.51	53.81
J661	856.88	21.98	J598	825.53	53.83
J662	856.85	24.85	J599	825.57	53.87
J663	856.80	21.70	J600	825.58	54.08
J664	856.78	25.28	J601	825.58	54.08
J665	856.76	23.56	J602	825.61	40.81
J666	856.76	26.26	J603	825.64	40.84
J667	856.70	27.50	J604	825.66	40.46
J668	856.70	31.70	J605	825.64	40.84
J641	830.79	31.09	J606	825.61	40.81
J642	830.78	31.08	J607	825.58	40.98
J643	830.41	36.81	J608	825.58	40.98
J644	830.50	34.10	J609	826.11	40.31
J645	830.50	33.90	J610	826.10	40.10
J646	830.64	31.54	J611	826.19	40.29
J647	830.65	31.45	J612	827.14	39.74
J648	830.74	32.64	J613	827.19	39.79
J649	830.73	32.73	J614	828.09	40.09
J650	830.64	34.04	J615	828.15	40.15
J651	830.64	33.94	J616	828.98	41.58
J652	830.52	36.22	J617	829.04	41.64
J653	830.51	36.31	J618	830.29	36.69
J654	830.47	38.77	J619	830.48	33.68

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J620	830.49	33.39	J569	838.53	25.43
J621	830.65	31.05	J535	826.79	20.99
J622	830.66	30.86	J536	834.29	27.09
J623	830.82	28.72	J537	834.37	27.87
J624	830.84	28.54	J538	834.39	27.49
J625	831.03	26.53	J539	832.97	39.47
J626	830.70	33.30	J509	838.29	71.39
J627	830.70	33.20	J510	837.86	56.76
J628	830.63	35.03	J511	837.39	46.39
J629	830.64	34.94	J512	836.85	45.55
J630	830.52	37.82	J513	836.25	47.25
J631	830.53	37.63	J514	838.42	48.32
J632	830.48	41.28	J515	834.65	33.15
J633	830.48	41.08	J516	834.39	30.49
J634	830.47	43.37	J517	833.59	27.09
J635	830.48	43.58	J518	832.21	32.61
J636	830.47	41.07	J519	832.53	34.23
J637	830.46	37.46	J520	831.18	30.38
J638	830.47	41.87	J521	831.16	31.66
J639	830.47	42.17	J522	831.25	26.75
J640	830.46	37.26	J523	832.21	30.01
J540	833.84	40.64	J524	832.41	32.71
J541	833.86	39.66	J525	832.41	35.51
J542	833.92	35.12	J526	832.97	37.67
J543	833.78	37.08	J527	833.16	34.56
J544	834.57	31.17	J528	833.24	37.74
J545	834.57	29.57	J529	833.26	35.06
J546	853.39	42.09	J530	833.74	33.04
J547	852.36	37.66	J531	834.49	28.29
J548	850.40	35.00	J532	834.49	26.69
J549	850.40	42.30	J533	834.50	23.50
J550	850.40	38.10	J534	834.54	27.54
J551	850.40	37.70	J415	857.70	25.50
J552	850.40	39.50	J416	857.63	22.63
J553	850.40	37.30	J417	857.58	19.88
J554	850.40	36.00	J418	857.63	25.23
J555	850.40	35.20	J419	857.63	23.53
J556	838.53	26.13	J420	857.58	21.38
J557	838.53	29.83	J421	857.52	18.32
J558	838.53	27.73	J422	857.47	18.27
J559	838.53	26.03	J423	857.38	19.78
J560	838.53	26.23	J424	857.30	22.00
J561	838.53	30.63	J425	857.24	22.14
J562	838.53	32.13	J426	857.17	22.67
J563	838.53	31.53	J427	857.10	25.00
J564	838.53	30.53	J429	857.12	36.82
J565	838.53	30.43	J430	857.12	38.92
J566	838.53	33.93	J431	857.13	33.23
J567	838.53	25.43	J432	857.17	29.97
J568	838.53	25.43	J433	857.24	28.34

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J434	857.29	27.19	J484	838.45	34.35
J435	857.32	24.42	J485	838.45	40.65
J436	857.38	19.18	J486	838.45	40.65
J437	857.38	21.98	J487	838.45	47.05
J438	857.38	23.88	J488	838.45	47.45
J439	857.38	21.98	J489	838.45	45.25
J440	857.38	20.28	J490	838.45	45.65
J441	857.24	20.14	J491	838.45	35.35
J442	857.24	24.64	J492	838.45	24.15
J443	857.24	23.84	J493	838.45	11.15
J444	857.32	24.22	J494	838.45	20.95
J445	857.38	22.68	J495	838.45	27.75
J446	857.10	27.90	J496	838.45	37.75
J447	857.24	27.94	J497	838.45	46.65
J448	857.38	19.58	J498	838.45	35.55
J449	857.30	19.40	J499	838.20	47.40
J450	857.24	19.94	J500	838.20	40.60
J451	856.19	42.29	J501	838.20	51.20
J452	856.16	36.36	J502	838.20	50.70
J453	856.15	36.45	J503	838.20	51.80
J454	856.15	36.25	J504	838.20	41.60
J455	856.14	36.84	J505	838.20	42.40
J456	856.12	39.22	J506	838.20	47.00
J457	856.12	41.92	J507	838.20	45.10
J458	856.11	43.81	J508	838.20	42.80
J459	856.11	43.51	J360	860.27	35.87
J460	856.11	52.61	J361	860.26	43.06
J461	856.10	64.90	J362	860.26	43.76
J462	856.10	64.00	J363	860.25	60.25
J463	856.11	63.41	J364	860.25	72.15
J464	856.12	61.92	J365	860.25	72.55
J465	856.14	57.44	J366	860.25	71.15
J466	856.15	52.45	J367	860.25	75.65
J467	856.15	50.05	J368	860.25	75.55
J468	856.16	48.86	J369	860.25	74.55
J469	856.16	40.36	J370	860.24	56.44
J470	856.17	46.27	J371	860.24	56.04
J471	856.18	45.28	J372	860.24	53.94
J472	856.12	33.92	J373	860.24	51.34
J473	856.12	31.82	J374	860.24	48.14
J474	856.12	31.62	J375	860.24	44.74
J475	856.14	31.84	J376	860.24	42.74
J476	856.15	32.45	J377	860.24	41.84
J477	856.15	32.05	J378	860.25	40.45
J478	856.15	31.15	J379	860.25	41.85
J479	856.15	30.55	J380	860.25	44.55
J480	838.45	24.35	J381	860.25	56.15
J481	838.45	24.55	J382	860.25	57.65
J482	838.45	29.65	J383	860.25	59.65
J483	838.45	29.95	J384	860.24	43.84

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J385	860.22	40.92	J283	838.35	54.15
J386	860.21	39.41	J284	838.33	48.63
J387	860.21	40.81	J285	838.33	51.53
J388	860.19	33.89	J286	838.33	49.53
J389	860.22	35.82	J287	838.35	46.15
J390	860.24	36.64	J288	838.33	46.13
J391	860.04	42.54	J289	838.33	46.13
J392	859.66	42.86	J290	838.33	45.83
J393	858.25	58.25	J291	838.33	45.93
J394	857.87	69.57	J292	838.33	46.23
J395	857.59	66.59	J293	838.33	46.13
J396	856.70	62.00	J294	838.33	47.03
J397	858.07	55.87	J295	838.37	40.57
J398	857.97	53.97	J297	838.43	28.83
J399	858.05	54.25	J298	838.43	28.83
J400	858.09	42.89	J299	838.45	30.05
J401	858.51	40.21	J300	838.46	29.16
J402	858.18	41.38	J301	838.48	30.38
J403	858.11	44.21	J303	838.32	66.72
J404	860.04	41.04	J304	838.32	68.52
J405	860.04	42.34	J305	838.29	71.39
J406	860.04	45.14	J306	838.28	71.88
J407	860.04	30.44	J307	838.20	56.40
J408	860.04	31.84	J308	838.20	55.90
J409	860.04	34.74	J309	838.05	50.55
J410	860.04	43.34	J310	838.09	48.09
J411	860.04	44.34	J311	838.19	50.89
J412	846.14	55.94	J312	838.20	51.30
J413	846.14	41.94	J313	838.27	50.17
J414	846.14	31.24	J314	838.33	49.23
J262	838.45	50.05	J315	838.35	48.55
J263	838.45	50.45	J316	838.38	46.98
J264	838.45	57.25	J317	838.41	45.01
J265	838.45	65.75	J318	838.41	43.01
J266	838.45	63.35	J319	838.41	40.51
J267	838.45	53.25	J320	838.39	41.79
J268	838.45	57.55	J321	838.52	38.12
J270	838.45	64.95	J322	838.61	36.41
J271	838.45	48.35	J323	838.71	33.01
J272	838.45	48.65	J324	838.80	30.10
J273	838.45	53.55	J325	838.92	26.82
J274	838.45	60.55	J326	838.73	29.13
J275	838.45	43.45	J327	838.70	29.80
J276	838.35	58.65	J328	838.53	45.63
J277	838.37	53.17	J329	838.58	41.38
J278	838.39	49.39	J330	838.64	36.64
J279	838.42	40.02	J331	838.69	32.49
J280	838.33	50.33	J332	838.50	44.30
J281	838.33	51.13	J333	838.49	47.69
J282	838.34	52.04	J334	838.46	47.76

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J335	838.45	48.65	J134	863.67	10.27
J356	823.43	32.83	J136	862.76	34.46
J358	822.87	29.77	J137	862.68	35.48
J359	822.89	26.29	J138	862.12	42.02
J215	843.74	19.44	J139	862.07	42.97
J216	843.29	18.69	J140	861.69	41.09
J217	843.00	21.10	J141	860.39	30.39
J218	842.78	24.78	J142	860.27	30.57
J219	839.79	48.89	J143	860.28	30.58
J220	839.88	54.43	J144	859.91	30.71
J221	839.85	53.92	J145	859.74	30.64
J222	839.79	52.45	J146	858.93	23.03
J223	839.79	50.49	J147	858.62	21.92
J224	839.78	44.08	J148	857.80	28.80
J225	839.77	42.57	J149	857.48	27.88
J226	839.79	41.99	J150	857.38	29.68
J227	839.79	47.69	J151	857.10	34.90
J228	839.79	43.69	J152	856.94	32.74
J229	839.79	44.99	J153	856.81	30.61
J230	839.79	42.49	J154	856.72	29.22
J231	839.79	37.49	J155	856.67	29.57
J232	839.78	29.98	J156	856.51	28.01
J233	839.78	30.08	J157	856.43	30.03
J234	839.78	30.08	J158	856.36	31.86
J235	839.78	29.78	J159	856.28	33.38
J236	839.78	29.28	J160	855.55	36.75
J237	839.78	27.38	J161	856.19	34.39
J238	839.78	26.68	J162	856.01	35.61
J239	839.78	31.08	J163	855.83	36.63
J240	839.78	45.88	J164	855.57	33.27
J241	839.78	44.18	J165	855.59	31.59
J242	839.77	44.17	J166	853.86	40.76
J243	839.76	39.76	J167	854.14	38.34
J244	839.76	39.16	J168	854.51	35.61
J246	839.52	35.72	J169	855.00	35.60
J247	839.52	35.72	J170	854.01	38.31
J248	839.51	31.41	J171	854.83	38.73
J249	839.51	30.81	J172	855.01	34.41
J250	838.56	33.16	J173	855.20	32.40
J251	838.43	38.73	J174	855.26	32.06
J252	838.54	33.64	J175	855.40	31.30
J253	838.50	35.30	J176	855.55	31.45
J254	838.47	35.27	J177	855.89	31.79
J255	838.45	37.35	J178	856.07	32.97
J256	838.43	38.33	J179	856.25	33.95
J257	838.44	44.84	J180	856.27	33.97
J258	838.44	45.34	J181	856.63	34.23
J259	838.62	42.52	J182	847.61	10.61
J260	838.44	45.34	J185	846.30	20.70
J261	838.44	45.74	J186	846.26	29.66

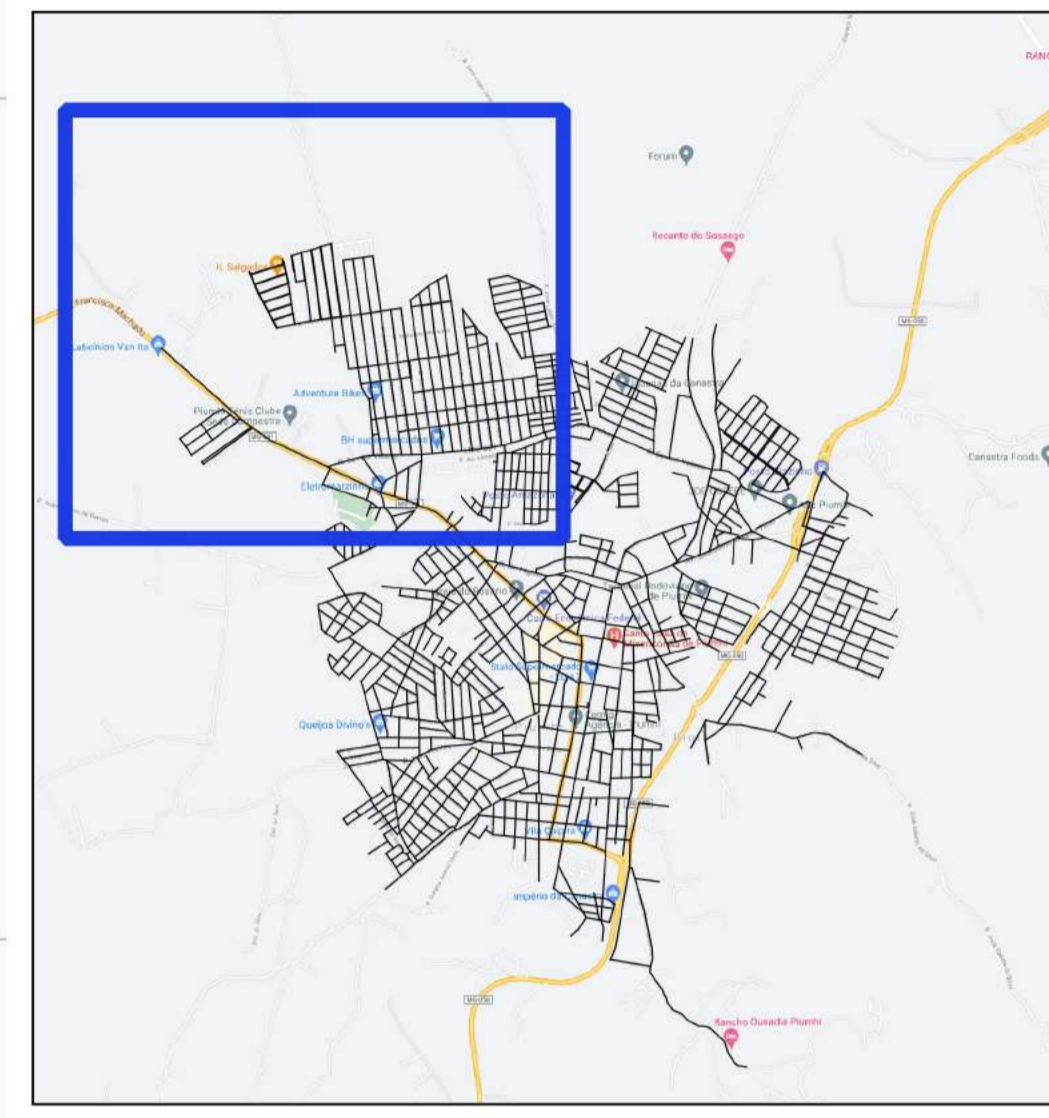
Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J187	846.23	31.53	J66	874.72	51.52
J188	846.21	27.81	J67	874.73	49.53
J190	846.14	46.64	J68	874.95	54.45
J191	846.14	52.74	J69	874.44	54.24
J192	846.14	41.24	J70	824.80	10.30
J193	846.14	29.64	J71	824.80	10.50
J194	846.14	32.64	J72	824.80	10.50
J196	846.17	28.77	J73	824.80	10.20
J93	824.67	29.77	J74	824.79	14.79
J94	824.68	28.58	J75	824.79	18.89
J95	824.69	25.29	J76	824.79	17.89
J96	824.69	24.09	J77	824.79	18.79
J97	824.69	22.99	J78	824.79	20.69
J98	824.69	22.79	J79	824.79	25.59
J99	824.69	24.19	J80	824.79	31.79
J100	824.69	24.69	J81	824.79	34.79
J101	824.69	24.69	J82	824.79	32.69
J103	824.69	23.79	J83	824.78	35.98
J104	824.69	20.49	J85	824.76	33.46
J105	824.69	19.89	J86	824.77	32.27
J106	824.69	24.19	J87	824.73	37.63
J107	824.70	27.30	J88	824.71	38.81
J108	824.71	28.21	J89	824.67	43.17
J109	824.72	27.92	J90	824.67	38.27
J110	824.74	23.14	J91	824.67	34.87
J111	824.75	22.05	J92	824.67	31.87
J112	824.76	21.16	J1	876.68	10.18
J113	824.77	21.17	J5	876.28	24.88
J114	824.77	21.77	J6	876.15	26.25
J115	824.78	22.68	J7	875.75	27.45
J116	824.78	25.68	J8	875.44	35.94
J117	898.77	10.77	J9	875.24	39.14
J118	898.74	26.74	J10	875.13	41.13
J119	898.71	43.81	J11	875.08	41.78
J120	898.71	40.01	J12	874.97	45.57
J121	898.70	55.30	J13	874.95	51.35
J122	898.70	65.60	J14	874.95	53.35
J123	898.70	67.80	J16	875.21	40.11
J124	898.70	68.80	J17	875.21	41.71
J125	898.70	71.70	J18	875.21	44.01
J126	898.70	72.70	J19	874.02	37.62
J127	898.70	74.90	J20	872.85	39.65
J128	898.70	78.70	J21	871.99	41.09
J129	898.69	71.29	J22	871.26	42.56
J130	898.69	64.39	J23	870.55	42.95
J131	898.69	60.59	J24	869.84	42.44
J132	898.69	56.79	J25	868.81	41.91
J133	898.70	51.20	J26	868.63	42.03
J64	866.41	57.01	J27	869.04	38.94
J65	875.18	46.18	J28	869.04	39.54

Tabela da Rede					
Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)	Identificador do Nó	Carga Hidráulica (m)	Pressão (mca)
J29	868.59	43.19	J55	868.85	51.95
J30	868.56	44.16	J56	868.90	50.80
J31	868.48	49.08	J57	868.93	49.03
J32	868.37	47.77	J58	868.90	45.00
J33	867.95	52.05	J59	872.35	44.45
J34	867.64	49.74	J60	874.82	45.02
J35	867.31	48.11	J61	874.77	46.37
J36	866.99	47.59	J62	874.76	48.76
J37	866.72	54.62	J197	844.37	22.57
J38	866.48	51.98	J198	843.96	24.96
J39	866.37	51.07	J199	843.41	28.51
J40	866.33	51.03	J200	843.24	31.54
J41	866.33	52.43	J201	842.66	40.06
J42	866.34	54.84	J202	842.29	42.99
J43	866.37	56.07	J203	841.86	47.66
J44	866.35	49.15	J204	841.90	47.10
J45	866.38	49.98	J205	841.68	49.78
J46	866.42	45.72	J206	840.93	58.33
J47	866.51	42.21	J207	840.87	59.07
J48	866.83	41.43	J208	840.87	57.07
J49	867.09	41.19	J209	840.87	51.87
J50	867.22	40.62	J210	840.85	47.75
J51	867.94	39.74	J211	840.84	43.84
J52	868.62	51.12	J212	840.84	41.74
J53	868.63	51.23	J213	840.83	38.33
J54	868.83	52.13	J214	840.81	37.11

# Mapa de Pressões na Rede de Abastecimento de Água

Piumhi - MG  
Região Noroeste

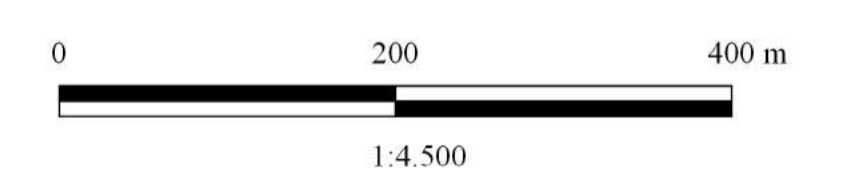
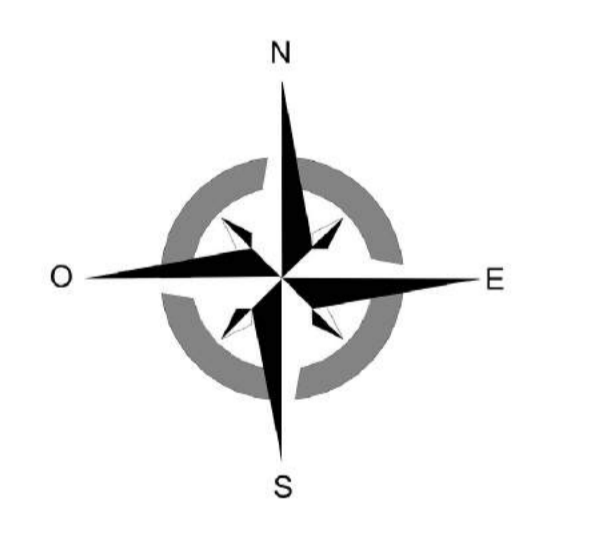
Mapa de Situação



## Legenda

### Pressões nos nós

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 50
- 50 - 100



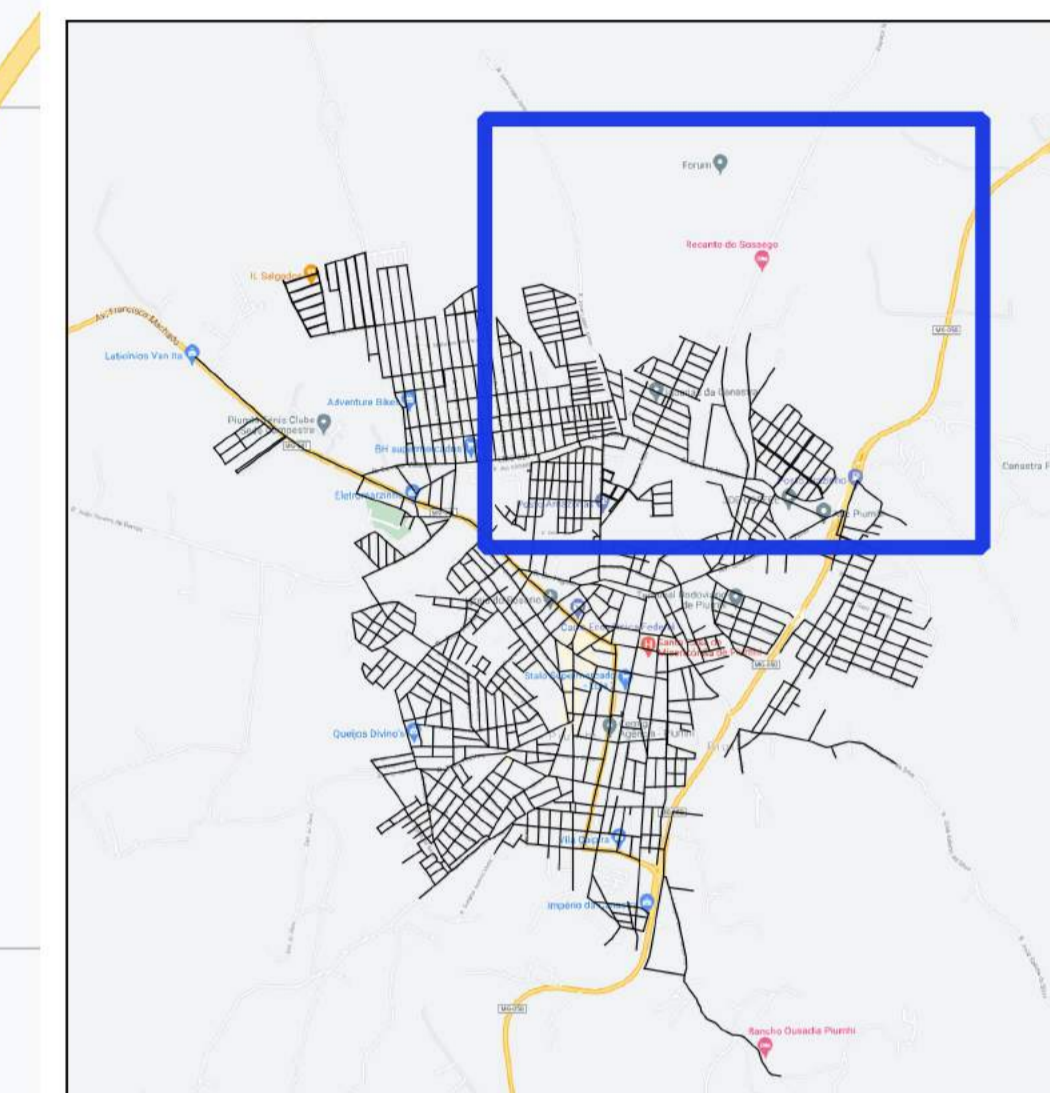
**INSTITUTO FEDERAL**  
 Minas Gerais  
 Campus Avançado Piumhi

Autor: Guilherme dos Santos Barbosa  
 Escala: Indicada  
 Datum: SIRGAS2000, UTM, Zona 23S  
 Data: 02/06/2021  
 Formato: A1  
 Folha: 1 de 6

# Mapa de Pressões na Rede de Abastecimento de Água

Piumhi - MG  
Região Nordeste

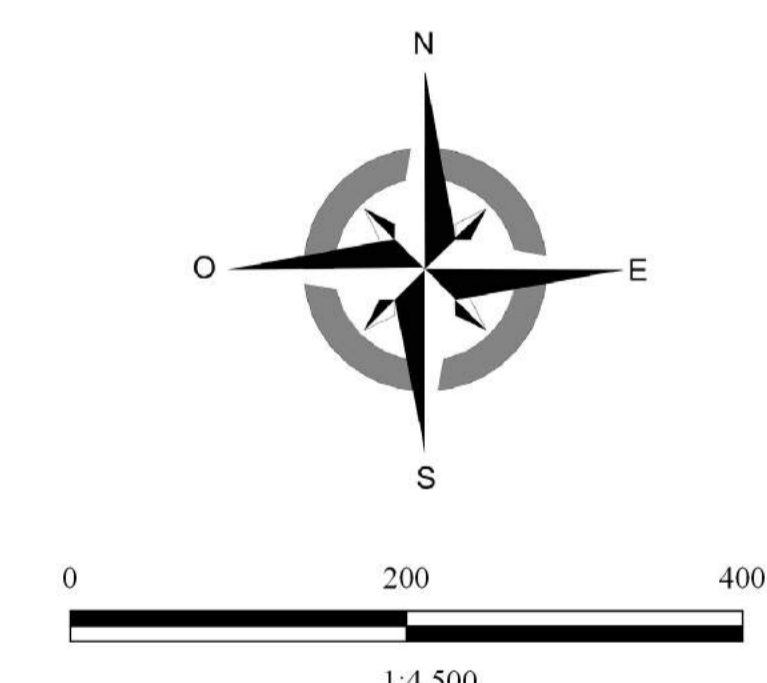
Mapa de Situação



## Legenda

Pressões nos nós

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 50
- 50 - 100



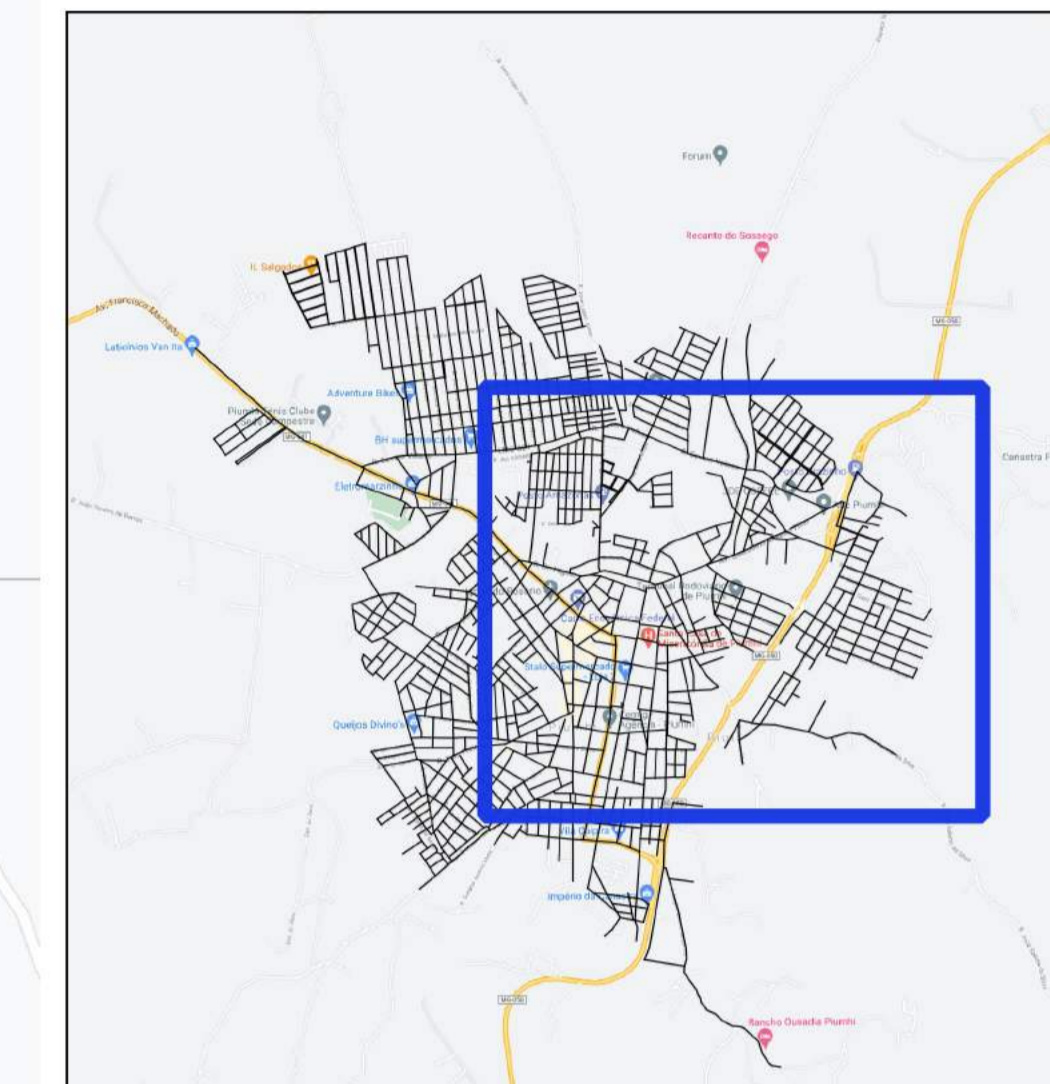
Autor: Guilherme dos Santos Barbosa  
Escala: Indicada  
Datum: SIRGAS2000, UTM, Zona 23S  
Data: 02/06/2021  
Formato: A1  
Folha: 2 de 6



# Mapa de Pressões na Rede de Abastecimento de Água

Piumhi - MG  
Região Leste

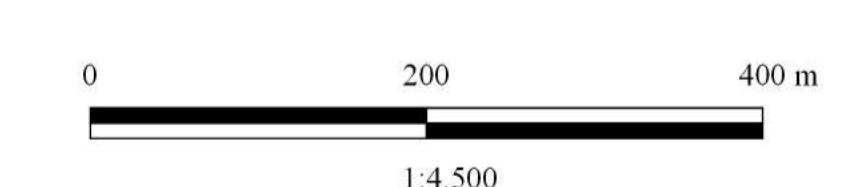
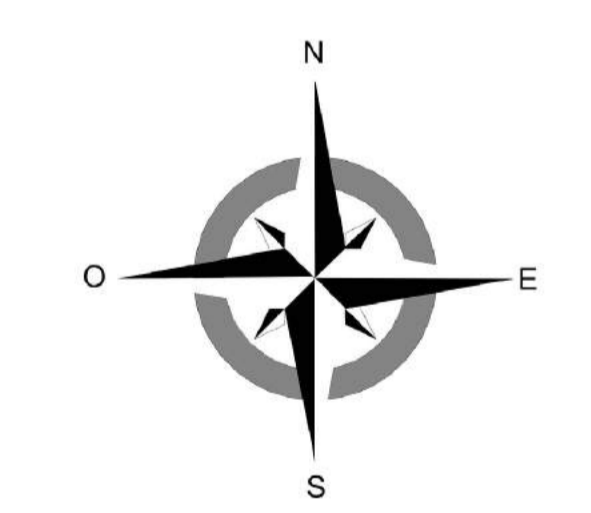
Mapa de Situação



## Legenda

Pressões nos nós

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 50
- 50 - 100



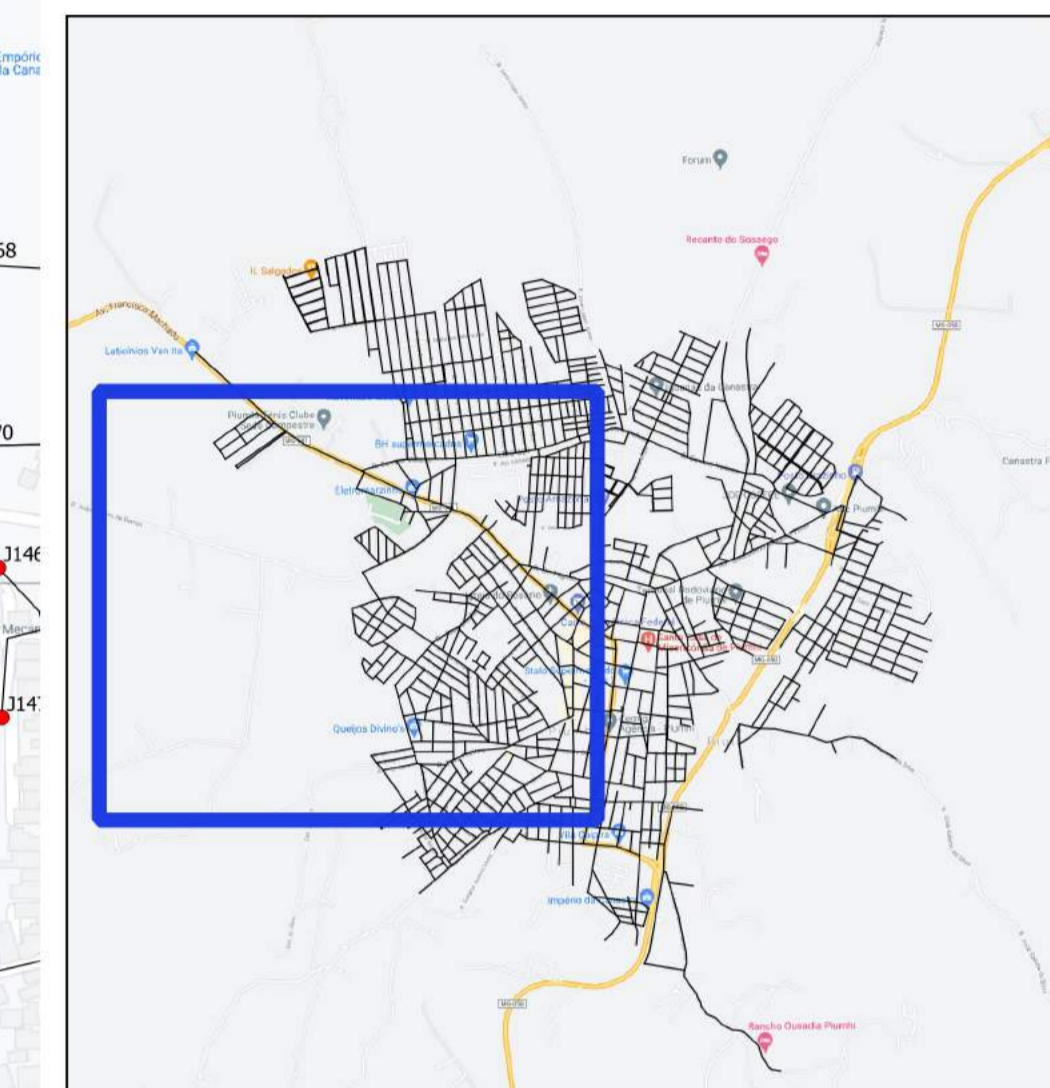
 **INSTITUTO FEDERAL**  
Minas Gerais  
Campus Avançado Piumhi

Autor: Guilherme dos Santos Barbosa  
Escala: Indicada  
Datum: SIRGAS2000, UTM, Zona 23S  
Data: 02/06/2021  
Formato: A1  
Folha: 3 de 6

# Mapa de Pressões na Rede de Abastecimento de Água

Piumhi - MG  
Região Oeste

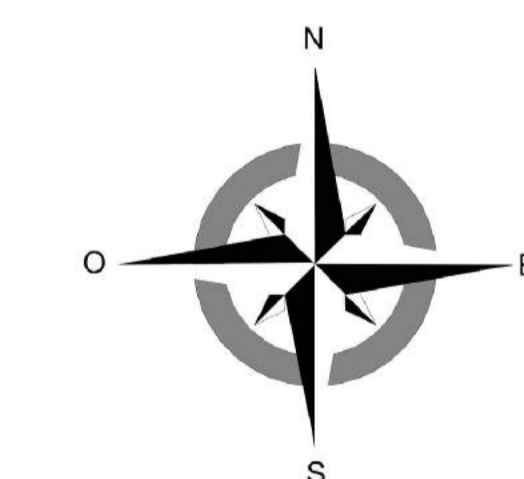
Mapa de Situação



## Legenda

Pressões nos nós

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 50
- 50 - 100



0 200 400 m

1:4.500

 **INSTITUTO FEDERAL**  
Minas Gerais  
Campus Avançado Piumhi

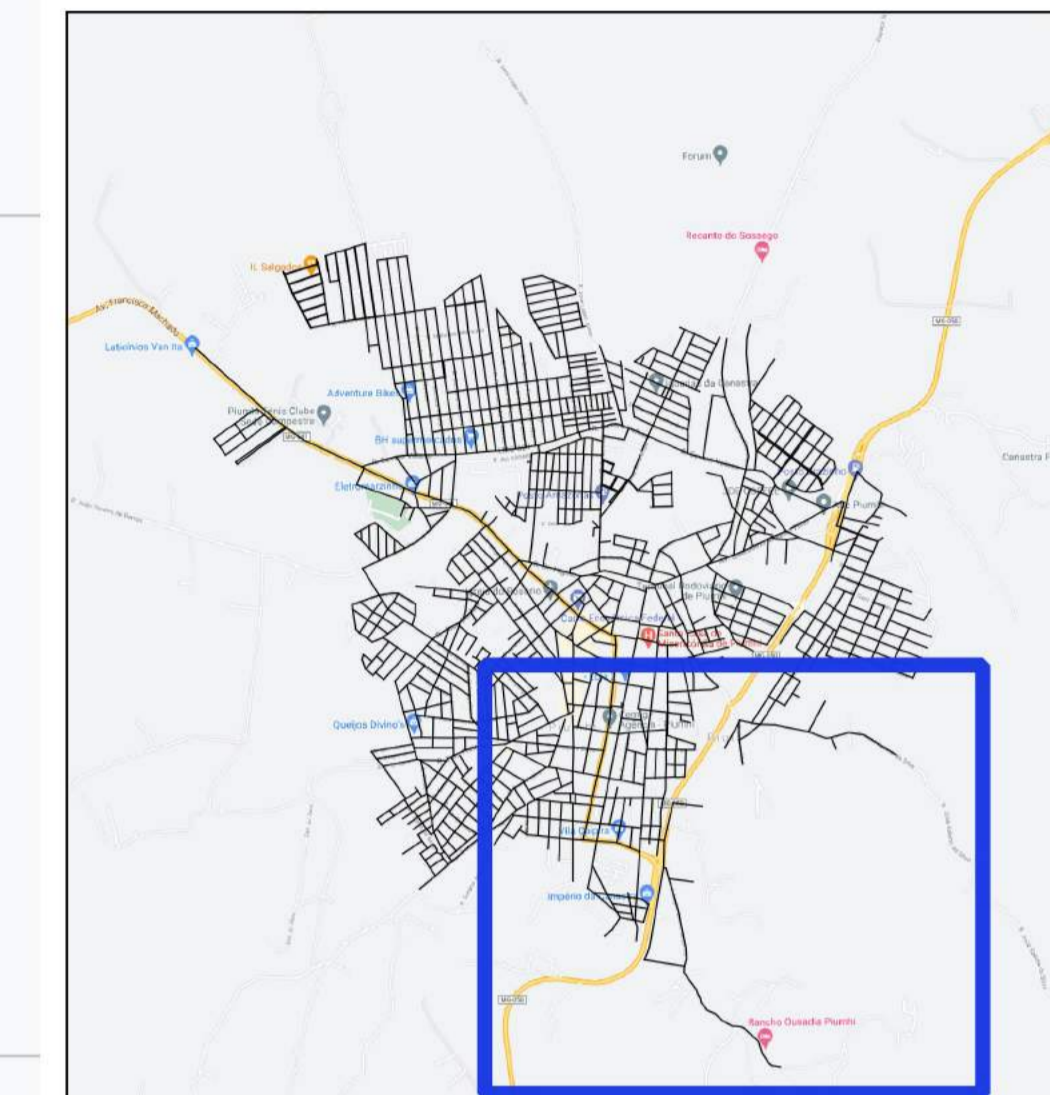
Autor: Guilherme dos Santos Barbosa  
Escala: Indicada  
Datum: SIRGAS2000, UTM, Zona 23S  
Data: 02/06/2021  
Formato: A1  
Folha: 4 de 6



# Mapa de Pressões na Rede de Abastecimento de Água

Piumhi - MG  
Região Sudeste

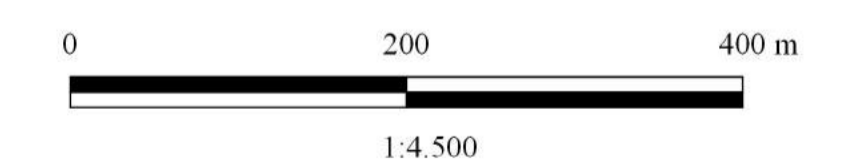
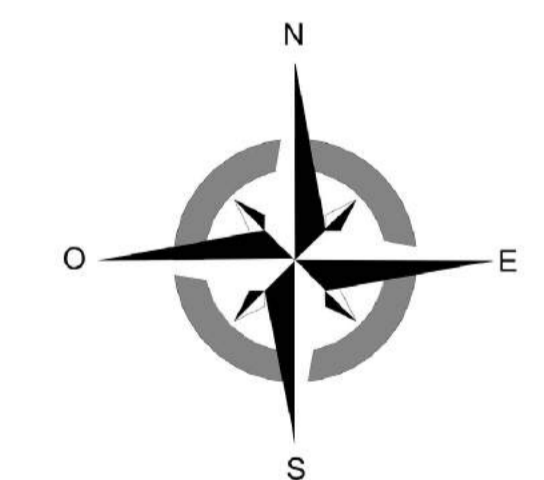
Mapa de Situação



## Legenda

Pressões nos nós

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 50
- 50 - 100



 **INSTITUTO FEDERAL**  
Minas Gerais  
Campus Avançado Piumhi

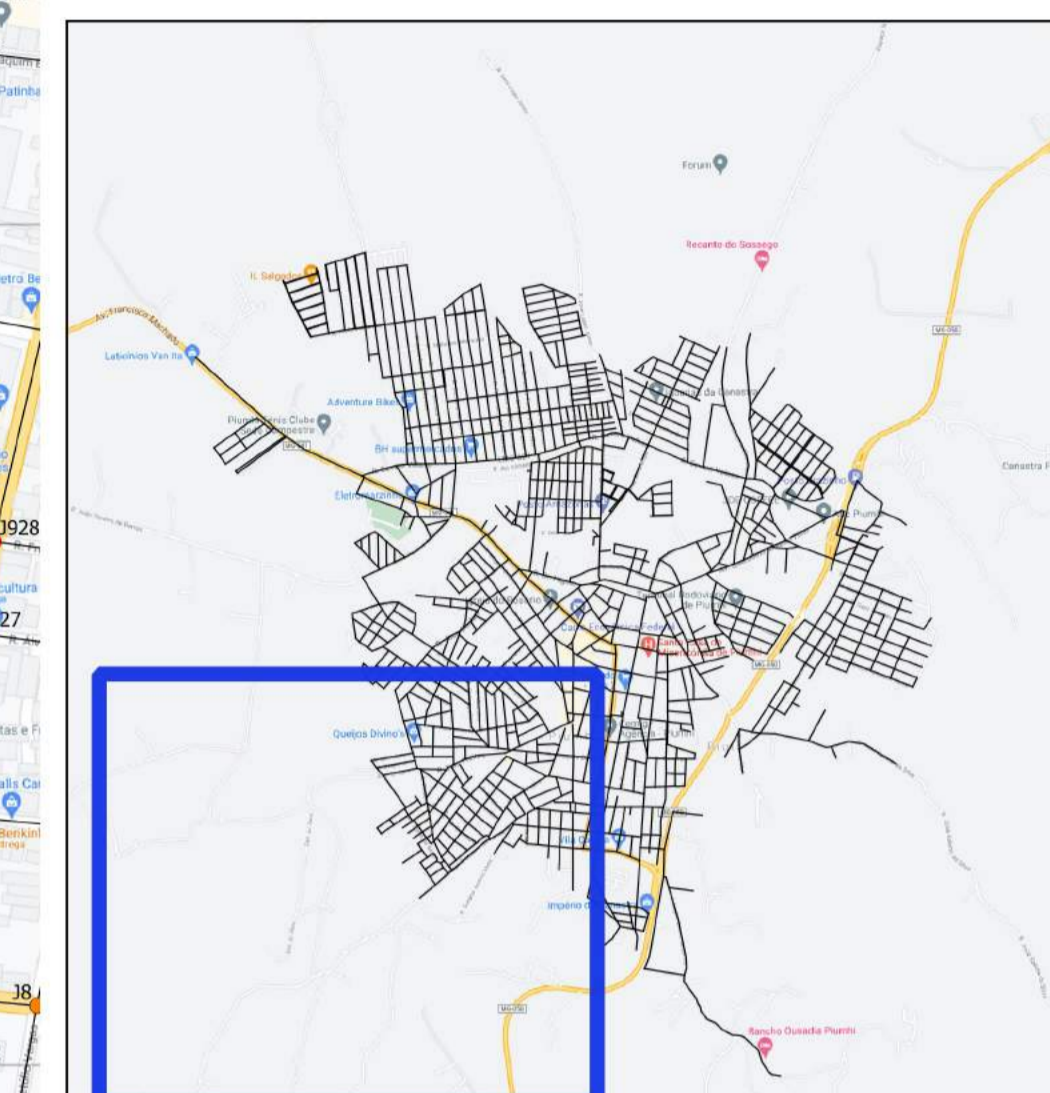
Autor: Guilherme dos Santos Barbosa  
Escala: Indicada  
Datum: SIRGAS2000, UTM, Zona 23S  
Data: 02/06/2021  
Formato: A1  
Folha: 5 de 6



# Mapa de Pressões na Rede de Abastecimento de Água

Piumhi - MG  
Região Sudoeste

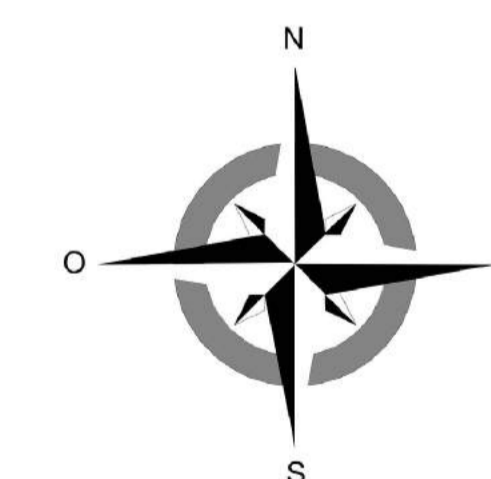
Mapa de Situação



## Legenda

Pressões nos nós

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 50
- 50 - 100

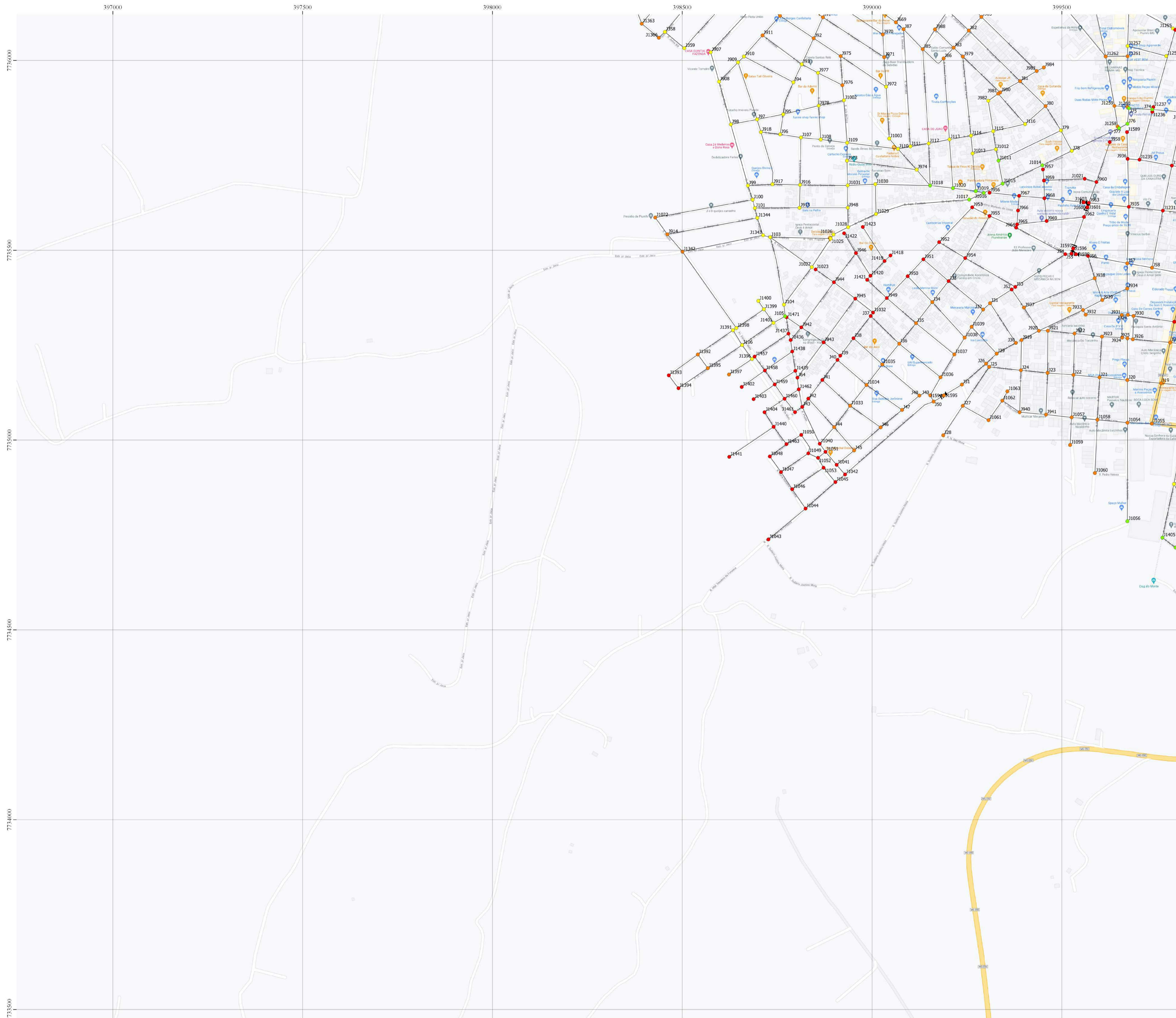


0 200 400 m

1:4.500



Autor: Guilherme dos Santos Barbosa  
Escala: Indicada  
Datum: SIRGAS2000, UTM, Zona 23S  
Data: 02/06/2021  
Formato: A1  
Folha: 6 de 6



## ANEXO B – Relatórios Técnicos Mensais.

<b>SAUDE PIUMHI</b>		<b>SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG</b>				
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>	Mês <b>JANEIRO</b>	Ano: <b>2020</b>
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
14.785	13.879	906	115	113	20	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município
16.152	59	18	-	101	<b>16.330</b>	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	<b>Funcionando</b>	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
14.691	<b>14.205</b>	13.719	1.190	210	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>		
359.769	359.769	314.736	208.530	273.558		
<b>5-Comodidades</b>						
Torneiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
36	185.728	0,6	-	15	39	54
<b>CONSUMO</b>						
Energia Elétrica (Kw/h)		Combustível (litros)		Preenchido por: <b>ODÉCIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo		
103.699		Gasolina- 889,70				
		Diesel- 4.143,91				

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

-Não houve substituições

**Ampliações**

- Foram executados 36 metros de rede Ø 60 mm na Rua José Sabino da Silva
- Total: 36 metros

**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 11 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 36 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 22 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

<b>11 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>					
No. de horas de funcionamento/dia			Consumo de Energia/KWh		
24			58.677		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>					
Floculação		Sedimentação		Filtração	
BOA		BOA		BOA	
ÚLTIMA LIMPEZA		LAVAGEM DOS FILTROS		CONSUMO DE ÁGUA EM M³	
Floculador 31/10/2019	Decantador 31/10/2019	Carreira-hora 11	Duração-Min 10	Por lavagem -	Mensal 2.240
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>					
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês	Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	8,96	2.880	9.080		
GeoCálcio					
Cloro	1,17	300	1.790		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>					
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor	
BOA		-x-	BOA	--xx--	
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>					
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)		
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	372	7311		
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	372	0,68		
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	372	114,41		
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	372	4,96		
pH Água Bruta	2 em 2 horas	372	7,20		
pH Água Tratada	2 em 2 horas	372	8,20		
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	372	0		
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	372	0		
Cloro	2 em 2 horas	372	1,17		
fluoreto		--xx--	-x-		
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>					
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
			+	-	
Bruta Distribuída	mensal	02 mês	2	-	< 1
	semanal	50 mês	-	50	
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%
<b>OBSERVAÇÕES</b>					

## RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

MÊS: JANEIRO/2020

## OBSERVAÇÕES:

<b>VOLUME TOTAL FORNECIDO</b>	<b>NO MÊS : 314.736 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO</b>	<b>NA ETA: 5.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO</b>	<b>NA ETE: 20.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMO</b>	<b>INTERNO: 10.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VAZAMENTO ATENDIDOS</b>	<b>44 X 20 m<sup>3</sup>: 880 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO FAT. ESTORNOS</b>	<b>913 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO CORPO BOMBEIRO:</b>	<b>1.000 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS</b>	<b>2.240 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO S/ HIDROMETROS</b>	<b>5.000 m<sup>3</sup></b>

## ESTOQUE EM KG: 31/janeiro/2020

cloro : 1.790 kg  
sulfato: 9.080 kg

## ESTOQUE EM ML:

Gel Cálcio Ca88 E: toneladas

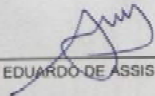
## ÚLTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES

Em: 31/10/2019


## ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES

Em: 31/10/2019

Técnico Químico:

  
EDUARDO DE ASSIS - CRQ: 02404715

Diretor Executivo:

  
ODÉCIO DA SILVA MELO

<b>SAANE PIUMHI</b>		<b>SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG</b>				
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>		
Mês <b>FEVEREIRO</b> Ano: <b>2020</b>						
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
14.817	13.925	892	86	99	32	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município
16.182	59	18	-	101	<b>16.360</b>	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	Funcionando	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
14.723	14.192	13.630	1.150	240	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>		
<b>352.623</b>	<b>352.623</b>	<b>308.094</b>	<b>253.154</b>	<b>175.130</b>		
<b>5-Comodidades</b>						
Torneiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
96	185.824	0,6	-	15	39	54
<b>CONSUMO</b>						
Energia Elétrica (Kw/h)		Combustível (litros)				
105.889		Gasolina- 444,07				
		Diesel- 4.979,57				
Preenchido por: <b>ODÉCIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo						

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

-Não houve substituições

**Ampliações**

- Foram executados 96 metros de rede Ø 60 mm na Rua José Sabino da Silva
- Total: 96 metros

**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 07 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 28 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 13 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

**II – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO**

No. de horas de funcionamento/dia	Consumo de Energia/KWh
24	57.121

**CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO**

Floculação	Sedimentação	Filtração
BOA	BOA	BOA

<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M<sup>3</sup></b>	
Floculador 31/10/2019	Decantador 31/10/2019	Carreira-hora 11	Duração-Min 10	Por lavagem -	Mensal 980

**PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO**

Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês	Estoque Atual
Sulfato de Alumínio	7,51	2.720	6.360
GeoCálcio			
Cloro	1,12	454	1.336

**CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES**

Sulfato de Alumínio	GeoCálcio	Cloro	Flúor
BOA	-x-	BOA	--xx--

**EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS**

Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	348	78,90
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	348	0,87
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	348	0
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	348	0
pH Água Bruta	2 em 2 horas	348	7,20
pH Água Tratada	2 em 2 horas	348	8,20
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	348	0
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	348	0
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	348	0
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	348	0
Cloro	2 em 2 horas	348	1,12
Fluoreto	--xx--	-x-	--xx--

**EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS**

Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
			+	-	
Bruta Distribuída	mensal	02 mês	2	-	< 1
	semanal	50 mês	-	50	
Sobrecarga na Estação %			Ociosidade da Estação %		

**OBSERVAÇÕES**

V2

## RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

MÊS: FEVEREIRO/2020

## OBSERVAÇÕES:

VOLUME TOTAL FORNECIDO NO MÊS : 308.094 m<sup>3</sup>VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO NA ETA: 5.000 m<sup>3</sup>VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO NA ETE: 20.000 m<sup>3</sup>VOLUME DE ÁGUA CONSUMO INTERNO: 10.000 m<sup>3</sup>VAZAMENTO ATENDIDOS 28 X 20 m<sup>3</sup>: 560 m<sup>3</sup>CONSUMO FAT. ESTORNOS 869 m<sup>3</sup>CONSUMO CORPO BOMBEIRO: 1.000 m<sup>3</sup>CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS 2.100 m<sup>3</sup>CONSUMO S/ HIDROMETROS 5.000 m<sup>3</sup>

## ESTOQUE EM KG: 29/fevereiro/2020

cloro : 1.336 kg

sulfato: 6.360 kg

## ESTOQUE EM ML:

Gel Cálcio Ca66 E: toneladas

ÚLTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES

Em: 31/10/2019

ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES

Em: 31/10/2019

Técnico Químico:

EDUARDO DE ASSIS - CRQ: 02404715

Diretor Executivo:

ODÉCIO DA SILVA MELO

<b>SAAE</b> <b>PIUMHI</b>		<b>SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG</b>				
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>	Mês <b>MARÇO</b>	Ano: <b>2020</b>
<b>Número de Prédios</b>						
Não ligados em ruas com rede						
Existentes:		Água: _____		Esgoto: _____		
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
14.859	13.979	880	10	28	42	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município
15.339	47	09	-	95	<b>15.490</b>	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	<b>Funcionando</b>	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
14.765	<b>14.293</b>	13.677	1.067	250	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>		
377.911	377.911	332.373	186.665	260.741		
<b>5-Comodidades</b>						
Torneiras Públicas _____		Lavanderias Públicas _____		Banheiros Públicos _____		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
-	185.824	0,6	-	15	39	54
<b>CONSUMO</b>				Preenchido por: <b>ODECIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo		
Energia Elétrica (Kw/h)		Combustível (litros)				
108.454		Gasolina- 511,64 Diesel- 3.962,50				

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

-Não houve substituições

**Ampliações**

-Não houve ampliações

**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 06 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 40 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 18 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

125

<b>II - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>					
No. de horas de funcionamento/dia			Consumo de Energia/KWh		
24			56.010		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>					
Floculação		Sedimentação		Filtração	
BOA		BOA		BOA	
<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M<sup>3</sup></b>	
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal
12/03/2020 e 18/03/2020	12/03/2020 e 18/03/2020	11	10	-	980
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>					
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês	Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	4,57	2.880	18.280		
GeoCálcio					
Cloro	1,43	300	2.394		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>					
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor	
BOA		-x-	BOA	--xx--	
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>					
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)		
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	372	21,24		
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	372	0,58		
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	372	0		
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	372	0		
pH Água Bruta	2 em 2 horas	372	7,18		
pH Água Tratada	2 em 2 horas	372	8,20		
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	372	0		
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	372	0		
Cloro	2 em 2 horas	372	1,43		
Fluoreto		--xx--	-x-		
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>					
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
Bruta Distribuída	mensal semanal	02 mês 50 mês	+	-	< 1
			2	-	
			-	50	
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%
<b>OBSERVAÇÕES</b>					

P2

## RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

MÊS: MARÇO/2020

## OBSERVAÇÕES:

VOLUME TOTAL FORNECIDO	NO MÊS : 332.373 m <sup>3</sup>
VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO	NA ETA: 5.000 m <sup>3</sup>
VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO	NA ETE: 20.000 m <sup>3</sup>
VOLUME DE ÁGUA CONSUMO	INTERNO: 10.000 m <sup>3</sup>
VAZAMENTO ATENDIDOS	40 X 20 m <sup>2</sup> : 800 m <sup>3</sup>
CONSUMO FAT. ESTORNOS	928 m <sup>3</sup>
CONSUMO CORPO BOMBEIRO:	1.000 m <sup>3</sup>
CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS	2.810 m <sup>3</sup>
CONSUMO S/ HIDROMETROS	5.000 m <sup>3</sup>

## ESTOQUE EM KG: 31/março/2020

cloro : 1.894 kg  
sulfato: 16.520 kg

## ESTOQUE EM ML:

Gel Cálcio Ca86 E: toneladas

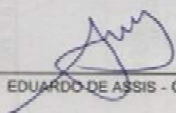
## ULTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES

Em: 12 e 18/03/2020


## ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES

Em: 12 e 18/03/2020

Técnico Químico:

  
EDUARDO DE ASSIS - CRQ: 02404715

Diretor Executivo:

  
ODÉCIO DA SILVA MELO

<b>SAAE</b> <b>PIUMHI</b>		<b>SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG</b>				
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>	Mês <b>ABRIL</b>	Ano: <b>2020</b>
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
14.882	14.008	874	07	16	23	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município
15.367	147	09	-	94	<b>15.617</b>	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	<b>Funcionando</b>	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
14.788	<b>14.128</b>	13.437	970	340	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>		
<b>358.292</b>	<b>358.292</b>	<b>315.054</b>	<b>265.321</b>	<b>189.579</b>		
<b>5-Comodidades</b>						
Torneiras Públicas _____		Lavanderias Públicas _____		Banheiros Públicos _____		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
-	185.824	0,6	-	15	39	54
<b>CONSUMO</b>						
Energia Elétrica (Kw/h)	Combustível (litros)		Preenchido por: <b>ODÉCIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo			
108.454	Gasolina- 727,59					
	Diesel- 5.015,74					

<b>8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>
<b>Captação</b>
Normal.
<b>Adução</b>
Normal.
<b>Reservação</b>
Normal.
<b>Distribuição</b>
Normal
<b>9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES</b>
<b>Melhorias</b>
-Não houve substituições
<b>Ampliações</b>
-Não houve ampliações
<b>10- OBSERVAÇÕES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foram desobstruídos 04 casos de entupimento em ramais de ligação</li> <li>- Foram consertados 30 casos de vazamentos em redes de distribuição</li> <li>- Foram consertados 34 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros</li> </ul>

<b>II - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>					
No. de horas de funcionamento/dia			Consumo de Energia/KWh		
24			59.087		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>					
Floculação		Sedimentação		Filtração	
BOA		BOA		BOA	
ÚLTIMA LIMPEZA		LAVAGEM DOS FILTROS		CONSUMO DE ÁGUA EM MP	
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal
12/03/2020 e 18/03/2020	12/03/2020 e 18/03/2020	11	10	-	980
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>					
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês	Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	4,62	1.760	16.520		
GeoCálcio					
Cloro	1,86	500	1.894		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>					
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor	
BOA		-x-	BOA	--xx--	
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>					
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)		
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	360	17,26		
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	360	0,51		
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	360	28,86		
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	360	4,46		
pH Água Bruta	2 em 2 horas	360	7,20		
pH Água Tratada	2 em 2 horas	360	8,21		
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	360	0		
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	360	0		
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	360	0		
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	360	0		
Cloro	2 em 2 horas	360	1,86		
Fluoreto		--xx--	-x-	--xx--	
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>					
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
Bruta Distribuída	mensal semanal	02 mês 50 mês	+	-	< 1
			2	-	
			-	50	
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%
<b>OBSERVAÇÕES</b>					

M

**RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**MÊS: ABRIL/2020**

**OBSERVAÇÕES:**

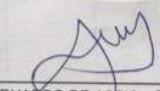
<b>VOLUME TOTAL FORNECIDO</b>	<b>NO MÊS : 315.054 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO</b>	<b>NA ETA: 5.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO</b>	<b>NA ETE: 20.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMO</b>	<b>INTERNO: 10.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VAZAMENTO ATENDIDOS</b>	<b>30 X 20 m<sup>2</sup>: 600 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO FAT. ESTORNOS</b>	<b>658 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO CORPO BOMBEIRO:</b>	<b>1.000 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS</b>	<b>980 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO S/ HIDROMETROS</b>	<b>5.000 m<sup>3</sup></b>


**ESTOQUE EM KG: 31/março/2020**  
 cloro : 1.894 kg  
 sulfato: 16.520 kg

**ESTOQUE EM ML:**  
 Gel Cálcio Ca66 E: toneladas

**ULTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES**  
 Em 12 e 18/03/2020

**ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES**  
 Em 12 e 18/03/2020

Técnico Químico:   
 EDUARDO DE ASSIS - CRQ: 02404715

Diretor Executivo:   
 ODÉCIO DA SILVA MELO

<b>SAAD E PIUMHI</b>		<b>SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG</b>				
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>	Mês <b>MAIO</b>	Ano: <b>2020</b>
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
14.928	14.055	873	21	24	48	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município
15.411	47	09	-	94	<b>15.561</b>	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	Funcionando	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
14.834	14.327	13.905	933	349	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>		
370.258	370.258	315.657	207.043	275.402		
<b>5-Comodidades</b>						
Torneiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
456	186.280	0,6	-	19	42	61
<b>CONSUMO</b>						
Energia Elétrica (Kw/h)	Combustível (litros)		Preenchido por: <b>ODECIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo			
101.040	Gasolina- 605,30					
	Diesel- 6.027,48					

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

- Não houve substituições

**TOTAL DE SUBSTITUIÇÕES:****Ampliações**

- Ampliação rede Ø 60mm - 300 metros- Rua Regina Soares Barros
- Ampliação rede Ø 60mm - 156 metros - Rua A, Bairro São Geraldo
- Total: 456 metros



**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 04 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 43 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 41 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

<b>11 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>					
No. de horas de funcionamento/dia			Consumo de Energia/KWh		
24			57.487		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>					
Floculação		Sedimentação		Filtração	
BOA		BOA		BOA	
<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M³</b>	
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal
12/03/2020 e 18/03/2020	12/03/2020 e 18/03/2020	11	10	-	1.260
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>					
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês	Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	4,78	1920	14.600		
Hipoclorito		150	400		
Cloro	1,83	418	1476		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>					
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor	
BOA		-x-	BOA	--xx--	
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>					
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)		
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	372	9,86		
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	372	0,50		
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	372	20,13		
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	372	4,49		
pH Água Bruta	2 em 2 horas	372	7,2		
pH Água Tratada	2 em 2 horas	372	8,21		
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	372	0		
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	372	0		
Cloro	2 em 2 horas	372	1,83		
Fluoreto	--xx--	-x-	--xx--		
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>					
Água	Freqüência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
Bruta Distribuída	mensal semanal	02 mês 50 mês	+	-	< 1
			2	-	
			-	50	
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%
<b>OBSERVAÇÕES</b>					

12

RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA		MÊS: MAIO/2020
OBSERVAÇÕES:		
VOLUME TOTAL ÁGUA TRATADA	NO MÊS : 370.258 m <sup>3</sup>	
VOLUME TOTAL ÁGUA FORNECIDA	NO MÊS : 315.657 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO	NA ETA: 5.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO	NA ETE: 20.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA CONSUMO	INTERNO: 10.000 m <sup>3</sup>	
VAZAMENTO ATENDIDOS	43 X 20 m <sup>3</sup> : 860 m <sup>3</sup>	
CONSUMO FAT. ESTORNOS	1.481 m <sup>3</sup>	
CONSUMO CORPO BOMBEIRO:	1.000 m <sup>3</sup>	
CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS	1.260 m <sup>3</sup>	
CONSUMO S/ HIDROMETROS	5.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DESCARGA PONTA REDE	10.000 m <sup>3</sup>	
<b>TOTAL GERAL DE ÁGUA DE SERVIÇOS:</b>	<b>54.601 m<sup>3</sup></b>	
<b>ESTOQUE EM KG: 31/maio/2020</b>		
cloro :	1.476 kg	
sulfato:	14.600 kg	
<b>ESTOQUE EM ML:</b>		
Gel Cálcio Ca68 E:	toneladas	
<b>ULTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES 1,2 e 3</b>	<b>ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES 1 e 2</b>	
Em: 12/03/2020 e 18/03/2020	Em: 12/03/2020 e 18/03/2020	
Técnico Químico: <u>EDUARDO DE ASSIS - CRQ: 02404715</u>	Diretor Executivo: <u>ODÉCIO DA SILVA MELO</u>	

		SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG				
RELATÓRIO TÉCNICO						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>		
				Mês <b>JUNHO</b> Ano: <b>2020</b>		
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
I-ÁGUA						
1-Movimento de ligações						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
15.008	14.148	860	12	23	81	
2-No. de Economias Funcionando						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	TOTAL	Domic. no Município
15.504	46	09	-	94	15.653	-
3-Hidrômetros						
Instalados	Funcionando	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
14.912	14.510	14.111	820	360	-	
4- Volume em M3						
Aduzido	Tratado	Fornecido	Medido Rede	Faturado		
356.223	356.223	301.450	198.494	269.444		
5-Comodidades						
Torneiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
6- Recalque						
FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO						
Normal						
7- Rede de Distribuição				Nº. de Empregados		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
306	186.586	0,6	-	15	42	61
CONSUMO						
Energia Elétrica (Kw/h)	Combustível (litros)					
103.711	Gasolina- 644,82		Preenchido por:  ODÉCIO DA SILVA MELO Engenheiro Civil / Diretor Executivo			
	Diesel- 5.459,10					

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

- Não houve substituições

**TOTAL DE SUBSTITUIÇÕES:****Ampliações**

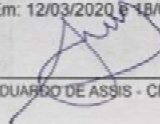

- Ampliação de rede de Ø 60mm – 306metros – Bairro Estrela Branca

- Total: 306 metros

**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 01 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 35 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 38 casos de vazamentos em padronizações e/ hidrômetros

<b>11 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>					
No. de horas de funcionamento/dia			Consumo de Energia/KWh		
24			59.005		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>					
Floculação		Sedimentação		Filtração	
BOA		BOA		BOA	
<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M<sup>3</sup></b>	
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal
12/03/2020 e 18/03/2020	12/03/2020 e 18/03/2020	11	10	-	1.470
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>					
<b>Produtos</b>	<b>Dosagem-mg/l</b>	<b>Consumo-Kg/mês</b>	<b>Estoque Atual</b>		
Sulfato de Alumínio	4,0	1.600	13.000		
GeoCálcio					
Cloro	1,71	450	1.026		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>					
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor	
BOA		-x-	BOA	--xx--	
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>					
<b>Exame</b>	<b>Freqüência</b>	<b>Total do Mês</b>	<b>Resultado (média)</b>		
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	360	3,35		
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	360	0,53		
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	360	13,20		
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	360	3,75		
pH Água Bruta	2 em 2 horas	360	7,17		
pH Água Tratada	2 em 2 horas	360	8,06		
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	360	0		
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	360	0		
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	360	0		
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	360	0		
Cloro	2 em 2 horas	360	1,71		
fluoreto		--xx--	-x-		--xx--
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>					
Água	Freqüência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
Bruta Distribuída	mensal semanal	02 mês 50 mês	+	-	< 1
			2	-	
			-	50	
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%
<b>OBSERVAÇÕES</b>					

<b>RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA</b>		<b>MÊS: JUNHO/2020</b>
OBSERVAÇÕES:		
<b>VOLUME TOTAL ÁGUA TRATADA</b>	<b>NO MÊS : 356.223 m³</b>	
<b>VOLUME TOTAL ÁGUA FORNECIDA</b>	<b>NO MÊS : 301.450 m³</b>	
<b>VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO</b>	<b>NA ETA: 5.000 m³</b>	
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO</b>	<b>NA ETE: 20.000 m³</b>	
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMO</b>	<b>INTERNO: 10.000 m³</b>	
<b>VAZAMENTO ATENDIDOS</b>	<b>35 X 20 m³: 700 m³</b>	
<b>CONSUMO FAT. ESTORNOS</b>	<b>1.603 m³</b>	
<b>CONSUMO CORPO BOMBEIRO:</b>	<b>1.000 m³</b>	
<b>CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS</b>	<b>1.470 m³</b>	
<b>CONSUMO S/ HIDROMETROS</b>	<b>5.000 m³</b>	
<b>VOLUME DESCARGA PONTA REDE</b>	<b>10.000 m3</b>	
<b>TOTAL GERAL DE ÁGUA DE SERVIÇOS:</b>	<b>54.773 m3</b>	
<b>ESTOQUE EM KG: 30/junho/2020</b>		
cloro :	1.026 kg	
sulfato:	13.000 kg	
<b>ESTOQUE EM ML:</b>		
Gel Cálcio Ca66 E:	toneladas	
<b>ULTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES 1,2 e 3</b>	<b>ULTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES 1 e 2</b>	
Em: 12/03/2020 e 18/03/2020	Em: 12/03/2020 e 18/03/2020	
Técnico Químico: _____	Diretor Executivo: _____	
 EDUARDO DE ASSIS - CRQ. 02404715		 ODÉCIO DA SILVA MELO

<b>SAAE PIUMHI</b>		<b>SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG</b>				
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>	Mês <b>JULHO</b> Ano: <b>2020</b>	
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
15.036	14.187	849	08	21	28	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município
15.558	46	09	-	94	<b>15.707</b>	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	<b>Funcionando</b>	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
14.941	<b>14.516</b>	13.950	500	673	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>		
<b>368.201</b>	<b>368.201</b>	<b>314.280</b>	<b>191.929</b>	<b>266.363</b>		
<b>5-Comodidades</b>						
Torneiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
150	186.736	0,6	-	19	42	61
<b>CONSUMO</b>				Preenchido por: <b>ODECIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo		
Energia Elétrica (Kw/h)		Combustível (litros)				
103,035		Gasolina- 659,59 Diesel- 4.601,87				

**- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

- Foram feitas substituições em rede Ø 60mm – 06 metros – Bairro Estrela branca

**TOTAL DE SUBSTITUIÇÕES: 06 metros**

**Ampliações**

- Ampliação de rede de Ø 60mm – 150 metros – Bairro Estrela Branca

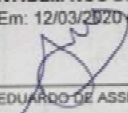

- Total: 150 metros

**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 05 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 43 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 35 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

<b>II - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>						
No. de horas de funcionamento/dia				Consumo de Energia/KWh		
24				57.948		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Floculação		Sedimentação		Filtração		
BOA		BOA		BOA		
<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M<sup>3</sup></b>		
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal	
12/03/2020 e 18/03/2020	12/03/2020 e 18/03/2020	11	10	-	770	
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>						
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês		Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	4,0	1.760		11.240		
GeoCálcio						
Cloro	1.69	1.086		2.112		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>						
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor		
BOA		-x-	BOA	--xx--		
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>						
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)			
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	372	-			
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	372	7,20			
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	372	8,25			
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	372	2,67			
pH Água Bruta	2 em 2 horas	372	7,21			
pH Água Tratada	2 em 2 horas	372	8,18			
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	372	0			
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	372	0			
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	372	0			
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	372	0			
Cloro	2 em 2 horas	372	1,69			
Fluoreto	--xx--	-x-	--xx--			
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>						
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)	
Bruta Distribuída	mensal semanal	02 mês	+	-	< 1	
		50 mês	2	-		
			-	50		
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%	
<b>OBSERVAÇÕES</b>						

12'

RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA		MÊS: JULHO/2020
OBSERVAÇÕES:		
VOLUME TOTAL ÁGUA TRATADA		NO MÊS : 368.201 m <sup>3</sup>
VOLUME TOTAL ÁGUA FORNECIDA		NO MÊS : 314.280 m <sup>3</sup>
VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO		NA ETA: 5.000 m <sup>3</sup>
VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO		NA ETE: 20.000 m <sup>3</sup>
VOLUME DE ÁGUA CONSUMO		INTERNO: 10.000 m <sup>3</sup>
VAZAMENTO ATENDIDOS		43 X 20 m <sup>3</sup> : 860 m <sup>3</sup>
CONSUMO FAT. ESTORNOS		1.291 m <sup>3</sup>
CONSUMO CORPO BOMBEIRO:		1.000 m <sup>3</sup>
CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS		770 m <sup>3</sup>
CONSUMO S/ HIDROMETROS		5.000 m <sup>3</sup>
VOLUME DESCARGA PONTA REDE		10.000 m <sup>3</sup>
TOTAL GERAL DE ÁGUA DE SERVIÇOS:		53.921 m <sup>3</sup>
ESTOQUE EM KG: 31/julho/2020		
cloro :	2.112 kg	
sulfato:	11.240 kg	
ESTOQUE EM ML:		
Gel Cálcio Ca66 E:	toneladas	
ULTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES 1,2 e 3		ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES 1 e 2
Em: 12/03/2020 e 18/03/2020		Em: 12/03/2020 e 18/03/2020
Técnico Químico:		Diretor Executivo: 
	EDUARDO DE ASSIS - CRQ: 02404715	ODÉCIO DA SILVA MELO

<b>SAAE PIUMHI</b>		<b>SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG</b>					
		<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>					
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>		Mês <b>AGOSTO</b> Ano: <b>2020</b>	
<b>Número de Prédios</b>							
Existentes: Não ligados em ruas com rede							
Água: _____ Esgoto: _____							
<b>I-ÁGUA</b>							
<b>1-Movimento de ligações</b>							
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês		
15.074	14.224	850	16	16	38		
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>							
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município	
15.594	46	09	-	94	<b>15.743</b>	-	
<b>3-Hidrômetros</b>							
Instalados	<b>Funcionando</b>	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês		
14.980	<b>14.504</b>	13.943	390	732	-		
<b>4- Volume em M3</b>							
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>			
377.957	377.957	322.028	204.086	274.761			
<b>5-Comodidades</b>							
Torneiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos			
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-		
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-		
<b>6- Recalque</b>							
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>							
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3		
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-		
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>							
Normal							
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>			
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL	
	186.736	0,6	-	19	42	61	
<b>CONSUMO</b>							
Energia Elétrica (Kw/h)		Combustível (litros)		Preenchido por: <b>ODECIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo			
105.429		Gasolina- 793,81					
		Diesel- 5.530,61					

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

- Não houve melhorias

**TOTAL DE SUBSTITUIÇÕES:****Ampliações**

- Não houve ampliações



**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 05 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 43 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 35 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

12

<b>II - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>					
No. de horas de funcionamento/dia			Consumo de Energia/KWh		
24			63.061		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>					
Floculação		Sedimentação		Filtração	
BOA		BOA		BOA	
ÚLTIMA LIMPEZA		LAVAGEM DOS FILTROS		CONSUMO DE ÁGUA EM M³	
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal
26/08/2020 e 27/08/2020	26/08/2020 e 27/08/2020	11	10	-	3.670
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>					
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês	Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	4,0	1.600	9.640		
Hipoclorito			250		
Cloro	1,68	500	1.612		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>					
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor	
BOA		-x-	BOA	--xx--	
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>					
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)		
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	372	-		
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	372	-		
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	372	8,45		
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	372	2,86		
pH Água Bruta	2 em 2 horas	372	7,20		
pH Água Tratada	2 em 2 horas	372	8,20		
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	372	0		
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	372	0		
Cloro	2 em 2 horas	372	1,68		
Fluoreto	--xx--	-x-	--xx--		
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>					
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
Bruta Distribuída	mensal semanal	02 mês 50 mês	+	-	< 1
			2	-	
			-	50	
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%
<b>OBSERVAÇÕES</b>					

RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA		MÊS: AGOSTO/2020
OBSERVAÇÕES:		
VOLUME TOTAL ÁGUA TRATADA	NO MÊS : 377.957 m <sup>3</sup>	
VOLUME TOTAL ÁGUA FORNECIDA	NO MÊS : 322.028 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO	NA ETA: 5.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO	NA ETE: 20.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA CONSUMO	INTERNO: 10.000 m <sup>3</sup>	
VAZAMENTO ATENDIDOS	26 X 20 m <sup>3</sup> : 520 m <sup>3</sup>	
CONSUMO FAT. ESTORNOS	739 m <sup>3</sup>	
CONSUMO CORPO BOMBEIRO:	1.000 m <sup>3</sup>	
CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS	3.670 m <sup>3</sup>	
CONSUMO S/ HIDROMETROS	5.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DESCARGA PONTA REDE	10.000 m <sup>3</sup>	
<b>TOTAL GERAL DE ÁGUA DE SERVIÇOS:</b>	<b>55.929 m<sup>3</sup></b>	
<b>ESTOQUE EM KG: 31/agosto/2020</b>		
cloro :	1.612 kg	
sulfato:	9.640 kg	
<b>ESTOQUE EM ML:</b>		
Gel Cálcio Ca66 E:	toneladas	
<b>ULTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES 1,2 e 3</b>	<b>ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES 1 e 2</b>	
Em: 26/08/2020 e 27/08/2020	Em: 26/08/2020 e 27/08/2020	
Engenheira Química <u>Ana Flávia de Melo Soares</u>	Diretor Executivo:	<u>ODÉCIO DA SILVA MELO</u>
ANA FLÁVIA DE MELO SOARES - CREA/MG 04.9.0000254497		

		SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG				
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>	Mês <b>SETEMBRO</b> Ano: <b>2020</b>	
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
15.147	14.244	903	60	33	73	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município
15.622	46	09	-	94	<b>15.776</b>	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	<b>Funcionando</b>	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
15.053	<b>14.676</b>	14.049	260	796	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>		
357.924	357.924	303.668	242.622	302.849		
<b>5-Comodidades</b>						
Torneiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
240	186.976	0,6	-	19	42	61
<b>CONSUMO</b>						
Energia Elétrica (Kw/h)		Combustível (litros)				
103.234		Gasolina- 778,04				
		Diesel- 5.863,82				
Preenchido por:  <b>ODECIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo						

<b>8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>
<b>Captação</b>
Normal.
<b>Adução</b>
Normal.
<b>Reservação</b>
Normal.
<b>Distribuição</b>
Normal
<b>9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES</b>
<b>Melhorias</b>
- Não houve
<b>TOTAL DE SUBSTITUIÇÕES:</b>
<b>Ampliações</b>
- Ampliação de 240 metros de rede Ø 110mm, PBA – Condomínio Recanto do Araras - Total: 240 metros
<b>10- OBSERVAÇÕES</b>
- Foram desobstruídos 05 casos de entupimento em ramais de ligação - Foram consertados 34 casos de vazamentos em redes de distribuição - Foram consertados 30 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

12

<b>II – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>					
No. de horas de funcionamento/dia			Consumo de Energia/KWh		
24			59.231		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>					
Floculação		Sedimentação		Filtração	
BOA		BOA		BOA	
<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M<sup>3</sup></b>	
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal
26/08/2020 e 27/08/2020	26/08/2020 e 27/08/2020	11	10	-	1.680
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>					
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês	Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	4,0	2.080	7.560		
Hipoclorito			550		
Cloro		550	1.062		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>					
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor	
BOA		-x-	BOA	--xx--	
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>					
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)		
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	360	-		
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	360	7,20		
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	360	8,58		
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	360	3,23		
pH Água Bruta	2 em 2 horas	360	7,20		
pH Água Tratada	2 em 2 horas	360	8,20		
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	360	0		
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	360	0		
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	360	0		
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	360	0		
Cloro	2 em 2 horas	360	1,63		
Fluoreto		--xx--	-x-		
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>					
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
			+	-	
Bruta Distribuída	mensal	02 mês	2	-	< 1
	semanal	50 mês	-	50	
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%
<b>OBSERVAÇÕES</b>					

**RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**MÊS: SETEMBRO/2020**

<b>VOLUME TOTAL ÁGUA TRATADA</b>	<b>NO MÊS : 357.924 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME TOTAL ÁGUA FORNECIDA</b>	<b>NO MÊS : 303.668 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO</b>	<b>NA ETA: 5.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO</b>	<b>NA ETE: 20.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMO</b>	<b>INTERNO: 10.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VAZAMENTO ATENDIDOS</b>	<b>34 X 20 m<sup>2</sup>: 680 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO FAT. ESTORNOS</b>	<b>896 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO CORPO BOMBEIRO:</b>	<b>1.000 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS</b>	<b>1.680 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO SI HIDROMETROS</b>	<b>5.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DESCARGA PONTA REDE</b>	<b>10.000 m<sup>3</sup></b>
<b>TOTAL GERAL DE ÁGUA DE SERVIÇOS:</b>	<b>54.256 m<sup>3</sup></b>

**ESTOQUE EM KG: 30/setembro/2020**  
 cloro : 1.062 kg  
 sulfato: 7.560 kg  
 hipoclorito sódio: 550 kg

**ESTOQUE EM ML:**  
 Gel Cálcio Ca66 E: toneladas

**ÚLTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES 1,2 e 3**  
 Em: 26/08/2020 e 27/08/2020

**ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES 1 e 2**  
 Em: 26/08/2020 e 27/08/2020

**OBSERVAÇÕES:** Foi realizado limpeza na captação de água do Ribeirão Araras

Engenheira Química Ana Flávia de Melo Soares  
 ANA FLÁVIA DE MELO SOARES - CREA/MG 04.9.0000254497

Diretor Executivo: Odécio da Silva Melo  
 ODÉCIO DA SILVA MELO

**SAAE PIUMHI** SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG  
**RELATÓRIO TÉCNICO**

Município: **PIUMHI** Localidade: **PIUMHI** UF: **M.G.** Mês **OUTUBRO** Ano: **2020**

**Número de Prédios**  
 Não ligados em ruas com rede  
 Existem: Água: \_\_\_\_\_ Esgoto: \_\_\_\_\_

**I-ÁGUA**

**1-Movimento de ligações**

Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês
15.183	14334	849	12	52	36

**2-No. de Economias Funcionando**

Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	TOTAL	Domic. no Município
15.712	46	09	-	102	15.869	-

**3-Hidrômetros**

Instalados	Funcionando	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês
15.089	14.684	14.042	190	830	-

**4- Volume em M3**

Aduzido	Tratado	Fornecido	Medido Rede	Faturado
363.581	363.581	309.754	222.747	288.744

**5-Comodidades**

Torneiras Públicas	Lavanderias Públicas	Banheiros Públicos
Quantidade: -	Quantidade: -	Quantidade: -
Consumo m3: -	Consumo m3: -	Consumo m3: -

**6- Recalque**

**FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS**

Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-

**CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO**

Normal

**7- Rede de Distribuição**

Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Nº. de Empregados		
234	187.210	0,6	-	Administração	Op. Manut.	TOTAL
				19	42	61

**CONSUMO**

Energia Elétrica (Kw/h)	Combustível (litros)
155.601	Gasolina- 845,68
	Diesel- 10.328,75

Preenchido por: **ODECIO DA SILVA MELO**  
 Engenheiro Civil / Diretor Executivo

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

- Não houve

**TOTAL DE SUBSTITUIÇÕES:****Ampliações**

- Ampliação de 234 metros de rede Ø 110mm, PBA – Condomínio Recanto do Araras
- Total: 234 metros

**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 02 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 36 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 28 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

ps

<b>II - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>					
No. de horas de funcionamento/dia			Consumo de Energia/KWh		
24			89.462		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>					
Floculação		Sedimentação		Filtração	
BOA		BOA		BOA	
<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M<sup>3</sup></b>	
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal
26/08/2020 e 27/08/2020	26/08/2020 e 27/08/2020	11	10	-	1.470
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>					
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês	Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	6,56		19.160		
Hipoclorito		150	400		
Cloro	1,53		2.158		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>					
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor	
BOA		-x-	BOA	--xx--	
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>					
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)		
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	372	-		
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	372	29,15		
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	372	1,12		
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	372	39,16		
pH Água Bruta	2 em 2 horas	372	10,58		
pH Água Tratada	2 em 2 horas	372	7,19		
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	372	8,20		
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	372	0		
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	372	0		
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	372	0		
Cloro	2 em 2 horas	372	1,60		
Fluoreto		--xx--	-x-	--xx--	
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>					
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)
Bruta Distribuída	mensal semanal	02 mês 50 mês	+	-	< 1
			2	-	
			-	50	
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%
<b>OBSERVAÇÕES</b>					

**RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**MÊS: OUTUBRO/2020**

<b>VOLUME TOTAL ÁGUA TRATADA</b>	<b>NO MÊS : 363.581 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME TOTAL ÁGUA FORNECIDA</b>	<b>NO MÊS : 309.754 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA PI IRRIGAÇÃO</b>	<b>NA ETA: 5.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO</b>	<b>NA ETE: 20.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DE ÁGUA CONSUMO</b>	<b>INTERNO: 10.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VAZAMENTO ATENDIDOS</b>	<b>36 X 20 m<sup>3</sup>: 720 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO FAT. ESTORNOS</b>	<b>637 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO CORPO BOMBEIRO:</b>	<b>1.000 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS</b>	<b>1.470 m<sup>3</sup></b>
<b>CONSUMO S/ HIDROMETROS</b>	<b>5.000 m<sup>3</sup></b>
<b>VOLUME DESCARGA PONTA REDE</b>	<b>10.000 m<sup>3</sup></b>
<b>TOTAL GERAL DE ÁGUA DE SERVIÇOS:</b>	<b>53.827 m<sup>3</sup></b>

**ESTOQUE EM KG: 30/setembro/2020**  
 cloro : 2.158 kg  
 sulfato: 19.160 kg  
 hipoclorito sódio: 400 kg

**ESTOQUE EM ML:**  
 Gel Cálcio Ca66 E: toneladas


**ULTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES 1,2 e 3**  
 Em: 26/08/2020 e 27/08/2020

**ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES 1 e 2**  
 Em: 26/08/2020 e 27/08/2020

**OBSERVAÇÕES: Foi ligado a bomba na captação do Rio Piumhi em 02/10/20**

Engenheira Química Ana Flávia de Melo Soares  
 ANA FLÁVIA DE MELO SOARES - CREA/MG 04.9.0000254497

Diretor Executivo: Odécio da Silva Melo  
 ODÉCIO DA SILVA MELO

<b>SAANE PIUMHI</b>		<b>SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG</b>				
<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>		UF: <b>M.G.</b>	Mês <b>NOVEMBRO</b> Ano: <b>2020</b>	
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
15.214	14.243	971	153	75	31	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	<b>TOTAL</b>	Domic. no Município
15.616	46	09	-	102	<b>15.773</b>	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	<b>Funcionando</b>	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
15.121	<b>14.719</b>	14.062	85	896	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
<b>Aduzido</b>	<b>Tratado</b>	<b>Fornecido</b>	<b>Medido Rede</b>	<b>Faturado</b>		
<b>372.520</b>	<b>372.520</b>	<b>318.723</b>	<b>199.399</b>	<b>272.899</b>		
<b>5-Comodidades</b>						
Torneiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
252	247.058	0,6	-	18	41	59
<b>CONSUMO</b>						
Energia Elétrica (Kw/h)		Combustível (litros)		Preenchido por:  <b>ODECIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo		
99.033		Gasolina- 808,90				
		Diesel- 4.807,24				

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

- Não houve substituições

**TOTAL DE SUBSTITUIÇÕES:****Ampliações**

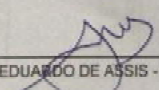

- Ampliação rede Ø 200mm - 546 metros - Parque da Mina. Elev. Jardim Betel  
- Total: 546 metros


**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos 06 casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 17 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 19 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

P.

<b>11 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>						
No. de horas de funcionamento/dia				Consumo de Energia/KWh		
24				56.834		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Floculação		Sedimentação		Filtração		
BOA		BOA		BOA		
<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M<sup>3</sup></b>		
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal	
26/08/2020 e 27/08/2020	26/08/2020 e 27/08/2020	11	10	-	1.330	
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>						
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês		Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	6,97	2.880		16.280		
Hipoclorito		50		350		
Cloro	1,60	454		1.704		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>						
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor		
BOA		-x-	BOA	--xx--		
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>						
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)			
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	360	31,85			
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	360	0,91			
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	360	44,75			
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	360	9,18			
pH Água Bruta	2 em 2 horas	360	7,18			
pH Água Tratada	2 em 2 horas	360	8,19			
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	360	0			
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	360	0			
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	360	0			
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	360	0			
Cloro	2 em 2 horas	360	1,60			
Fluoreto		--xx--	-x-	--xx--		
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>						
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)	
Bruta Distribuída	mensal	02 mês	+	-	< 1	
	semanal	50 mês	2	-		
			-	50		
Sobrecarga na Estação %			Ociosidade da Estação %			
<b>OBSERVAÇÕES</b>						

RELATÓRIO MENSAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA		MÊS: NOVENBRO/2020
VOLUME TOTAL ÁGUA TRATADA	NO MÊS : 372.520 m <sup>3</sup>	
VOLUME TOTAL ÁGUA FORNECIDA	NO MÊS : 318.723 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA P/ IRRIGAÇÃO	NA ETA: 5.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDO	NA ETE: 20.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DE ÁGUA CONSUMO	INTERNO: 10.000 m <sup>3</sup>	
VAZAMENTO ATENDIDOS	17 X 20 m <sup>2</sup> : 340 m <sup>3</sup>	
CONSUMO FAT. ESTORNOS	1.127 m <sup>3</sup>	
CONSUMO CORPO BOMBEIRO:	1.000 m <sup>3</sup>	
CONSUMO LAVAGEM DOS FILTROS	1.330 m <sup>3</sup>	
CONSUMO S/ HIDROMETROS	5.000 m <sup>3</sup>	
VOLUME DESCARGA PONTA REDE	10.000 m <sup>3</sup>	
<b>TOTAL GERAL DE ÁGUA DE SERVIÇOS:</b>	<b>53.797 m<sup>3</sup></b>	
<b>ESTOQUE EM KG: 30/novembro/2020</b>		
cloro :	1.704 kg	
sulfato:	16.280 kg	
hipoclorito sódio:	350 kg	
<b>ESTOQUE EM ML:</b>		
Gel Cálcio Ca66 E:	toneladas	
<b>ULTIMA LAVAGEM NOS DECANTADORES 1,2 e 3</b>	<b>ÚLTIMA LAVAGEM NOS FLOCULADORES 1 e 2</b>	
Em: 26/08/2020 e 27/08/2020	Em: 26/08/2020 e 27/08/2020	
Técnico Químico	Diretor Executivo:	
 EDUARDO DE ASSIS - CRQ nº 02404715	 ODÉCIO DA SILVA MELO	

		SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE PIUMHI-MG				
RELATÓRIO TÉCNICO						
Município: <b>PIUMHI</b>		Localidade: <b>PIUMHI</b>	UF: <b>M.G.</b>	Mês: <b>DEZEMBRO</b>	Ano: <b>2020</b>	
<b>Número de Prédios</b>						
Existentes: Não ligados em ruas com rede						
Água: _____ Esgoto: _____						
<b>I-ÁGUA</b>						
<b>1-Movimento de ligações</b>						
Existentes	Em funcionamento	No. atual cortadas	Cortadas no mês	Religações no mês	Novas no mês	
15.232	14.308	924	101	148	20	
<b>2-No. de Economias Funcionando</b>						
Domiciliares	Comerciais	Industriais	Outros	Pública	TOTAL	Domic. no Município
15.682	47	09	-	101	15.839	-
<b>3-Hidrômetros</b>						
Instalados	Funcionando	Lidos	Em Condições de Inst.	Aguardando Reparos	Reparados no mês	
15.139	14.847	14.300	05	915	-	
<b>4- Volume em M3</b>						
Aduzido	Tratado	Fornecido	Medido Rede	Faturado		
378.710	378.710	324.800	203.921	275.719		
<b>5-Comodidades</b>						
Torreiras Públicas		Lavanderias Públicas		Banheiros Públicos		
Quantidade:	-	Quantidade:	-	Quantidade:	-	
Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	Consumo m3:	-	
<b>6- Recalque</b>						
<b>FUNCIONAMENTO DAS ELEVATÓRIAS</b>						
Recalque	Localização	Nº. Conj.	Horas/Mês	Vazão m3/h	Volume Aduzido m3	
01- 1o. AB	TABUÕES	-	-	-	-	
02- 2o. AB	ARARAS	-	-	-	-	
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Normal						
<b>7- Rede de Distribuição</b>				<b>Nº. de Empregados</b>		
Const. no mês(m)	Extensão Atual(m)	Cloro Resid.(mg/l)	Fluor(mg/l)	Administração	Op. Manut.	TOTAL
235	247.293	0,6	-	18	41	59
<b>CONSUMO</b>						
Energia Elétrica (Kw/h)		Combustível (litros)				
105.730		Gasolina- 591,98		Preenchido por: <b>ODECIO DA SILVA MELO</b> Engenheiro Civil / Diretor Executivo		
		Diesel- 4.627,77				

**8- CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO****Captação**

Normal.

**Adução**

Normal.

**Reservação**

Normal.

**Distribuição**

Normal

**9- MODIFICAÇÕES E AMPLIAÇÕES****Melhorias**

- Não houve substituições

**TOTAL DE SUBSTITUIÇÕES:****Ampliações**

- Foram executados 115 metros de rede, Ø 250mm, interligação Reservatório Mirante – ETA
- Foram executados 120 metros de rede, Ø 200mm, interligação Reservatório Mirante – ETA

Total: 235 metros

**10- OBSERVAÇÕES**

- Foram desobstruídos - casos de entupimento em ramais de ligação
- Foram consertados 32 casos de vazamentos em redes de distribuição
- Foram consertados 18 casos de vazamentos em padronizações c/ hidrômetros

<b>11 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO</b>						
No. de horas de funcionamento/dia				Consumo de Energia/KWh		
24				54.858		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO</b>						
Floculação		Sedimentação		Filtração		
BOA		BOA		BOA		
<b>ÚLTIMA LIMPEZA</b>		<b>LAVAGEM DOS FILTROS</b>		<b>CONSUMO DE ÁGUA EM M<sup>3</sup></b>		
Floculador	Decantador	Carreira-hora	Duração-Min	Por lavagem	Mensal	
26/08/2020 e 27/08/2020	26/08/2020 e 27/08/2020	11	10	-	1.400	
<b>PRODUTOS QUÍMICOS USADOS NO TRATAMENTO</b>						
Produtos	Dosagem-mg/l	Consumo-Kg/mês		Estoque Atual		
Sulfato de Alumínio	8,22	3.040		13.240		
Hipoclorito		50		300		
Cloro	1,59	554		1.150		
<b>CONDIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DOS DOSADORES</b>						
Sulfato de Alumínio		GeoCálcio	Cloro	Flúor		
BOA		-x-	BOA	--xx--		
<b>EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS EFETUADOS</b>						
Exame	Frequência	Total do Mês	Resultado (média)			
Turbidez Água Bruta	2 em 2 horas	372	74,88			
Turbidez Água Tratada	2 em 2 horas	372	1,66			
Cor Água Bruta	2 em 2 horas	372	80,81			
Cor Água Tratada	2 em 2 horas	372	8,14			
pH Água Bruta	2 em 2 horas	372	7,20			
pH Água Tratada	2 em 2 horas	372	8,20			
Alcalinidade Água Bruta (T)	2 em 2 horas	372	0			
Alcalinidade Água Tratada (T)	2 em 2 horas	372	0			
Alcalinidade Água Tratada (F)	2 em 2 horas	372	0			
Co2 - Água Tratada	2 em 2 horas	372	0			
Cloro	2 em 2 horas	372	1,59			
Fluoreto		--xx--	-x-		--xx--	
<b>EXAMES BACTERIOLÓGICOS EFETUADOS</b>						
Água	Frequência	Total do Mês	Resultados		N.M.P. Coliforme (média)	
Bruta Distribuída	mensal semanal	02 mês 50 mês	+	-	< 1	
			2	-		
			-	50		
Sobrecarga na Estação		%	Ociosidade da Estação		%	
<b>OBSERVAÇÕES</b>						