

EDUARDO NUNES MARTINS  
NATAN DO NASCIMENTO PEREIRA

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – BAIRRO  
RESIDENCIAL JOSÉ ANSELMO DE FREITAS – ITURAMA-MG: UM ESTUDO DE  
CASO**



VOTUPORANGA  
2025

EDUARDO NUNES MARTINS  
NATAN DO NASCIMENTO PEREIRA

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – BAIRRO  
RESIDENCIAL JOSÉ ANSELMO DE FREITAS – ITURAMA-MG: UM ESTUDO DE  
CASO**

Artigo apresentado ao Curso de Engenharia Civil do  
Centro Universitário de Votuporanga – Unifev, sob  
a orientação do professor Me. Edson Geraldo  
Casarotti.



VOTUPORANGA  
2025

Nunes Martins, Eduardo.

Análise do Sistema de Abastecimento de Água – Bairro Residencial José Anselmo de Freitas – Iturama-MG: Um Estudo de Caso. / Eduardo Nunes Martins; Natan do Nascimento Pereira. - Votuporanga. Ed. do Autor, 2025.

47 p., 30cm. :il., tab.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Bacharelado) - UNIFEV - Centro Universitário de Votuporanga, Curso de Engenharia Civil, 2025.

Orientador: Prof. Me. Edson Geraldo Casarotti.

1. Abastecimento. 2. Análise. 3. Fornecimento. 4. Insuficiência. I. do Nascimento Pereira, Natan. II. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unifev.

Dados fornecidos pelo autor(a). Essa ficha  
não pode ser modificada.

Bibliotecária Responsável: Marcia Faria Cavalcante - CRB-8/ 10706

EDUARDO NUNES MARTINS  
NATAN DO NASCIMENTO PEREIRA

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – BAIRRO  
RESIDENCIAL JOSÉ ANSELMO DE FREITAS – ITURAMA-MG: UM ESTUDO DE  
CASO**

Artigo apresentado ao Curso de Engenharia Civil do  
Centro Universitário de Votuporanga – Unifev, sob  
a orientação do professor Me. Edson Geraldo  
Casarotti.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Coordenação do Curso de Engenharia Civil

Considerações:

---

---

---

---

Dedico este trabalho à minha família, aos meus amigos e ao meu amigo de projeto Natan do Nascimento Pereira.

*Eduardo Nunes Martins*

Dedico este trabalho a Deus, a minha família e ao meu amigo Eduardo.

*Natan do Nascimento Pereira*

## AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus, pela proteção e por sempre me abençoar nesta trajetória.

Aos meus pais, Delpídio Borges Nunes e Maria Helena de Fátima Martins Borges, pelo apoio incondicional e por tudo o que sempre fizeram por mim, contribuindo para que eu chegasse até aqui.

A minha irmã, Marielle Martins Borges, por sempre me dar força, conselhos e incentivos ao longo desta caminhada.

Ao orientador Edson Geraldo Casarotti, pela ajuda, pelas orientações e pelo conhecimento compartilhado, que foram de grande importância para a realização deste estudo e para a minha formação.

A todos os meus amigos que me ajudaram, e me incentivaram a não desistir, mesmo nos momentos mais difíceis.

A todos os professores que nos guiaram ao longo do caminho e, com suas cobranças e dedicação, nos motivaram a sempre dar o nosso melhor.

*Eduardo Nunes Martins*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, pela saúde e por me conceder sabedoria e força em todos os momentos dessa caminhada.

Aos meus pais, que sempre foram minha base e o maior exemplo de dedicação, amor e perseverança. A eles devo cada conquista e a motivação para continuar evoluindo.

Aos meus familiares, pelo apoio constante, pela compreensão nos momentos de ausência e pelas palavras de incentivo que me ajudaram a não desistir.

Aos amigos que estiveram presentes durante essa jornada acadêmica, compartilhando risadas, desafios e aprendizados que tornaram essa fase inesquecível.

Aos professores da UNIFEV, em especial ao orientador Professor Edson Geraldo Casarotti, por toda paciência, orientação e empenho na condução deste trabalho, contribuindo não apenas para a conclusão deste projeto, mas também para minha formação como futuro engenheiro civil.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória, deixo aqui minha gratidão e reconhecimento.

*Natan do Nascimento Pereira*

## RESUMO:

O presente estudo teve como objetivo identificar o sistema de abastecimento de água atualmente utilizado no bairro Residencial José Anselmo de Freitas em Iturama-Minas Gerais, verificando e avaliando sua eficiência operacional. Além disso, buscou-se investigar possíveis falhas e apontar oportunidades de melhorias no sistema. A metodologia adotada iniciou-se com uma revisão bibliográfica sobre o tema, considerando normas técnicas aplicáveis ao abastecimento de água. Após essa etapa teórica, foi realizada uma investigação de campo junto aos responsáveis técnicos da Companhia de Abastecimento de Água-COPASA, bem como visitas técnicas ao bairro para observação do sistema em operação e coleta de dados pertinentes ao trabalho.

Durante o estudo, foram efetuadas medições de pressão em diversos pontos da rede de distribuição do bairro. A partir dos dados obtidos, realizou-se o redimensionamento do sistema, seguindo os critérios normativos vigentes. Os resultados evidenciaram que, principalmente nos horários de pico, os valores de pressão estavam frequentemente abaixo dos limites mínimos recomendados pelas normas técnicas, comprometendo o fornecimento adequado de água para as residências do bairro.

Conclui-se que o sistema de abastecimento analisado apresenta deficiências significativas, especialmente em períodos de alta demanda. A insuficiência de pressão em diversos pontos da rede reforça a necessidade de intervenções estruturais para garantir a regularidade e a qualidade do serviço prestado. Assim, recomenda-se a implantação de um reservatório, a reavaliação do dimensionamento da rede que assegurem o pleno atendimento às exigências normativas e às necessidades da população local.

**Palavras-chave:** abastecimento; análise; fornecimento; insuficiência.

## ABSTRACT

This study aimed to identify the water supply system currently used in the José Anselmo de Freitas neighborhood residential in Iturama, Minas Gerais, verifying and evaluating its operational efficiency. Furthermore, it sought to investigate possible failures and identify opportunities for improvements in the system. The methodology adopted began with a literature review on the subject, considering technical standards applicable to water supply. After this theoretical stage, a field investigation was carried out with the technical staff of the Water Supply Company (COPASA), as well as technical visits to the neighborhood to observe the system in operation and collect data relevant to the study.

During the study, pressure measurements were taken at various points in the neighborhood's distribution network. Based on the data obtained, the system was redesigned, following current regulatory criteria. The results showed that, especially during peak hours, the pressure values were frequently below the minimum limits recommended by technical standards, compromising the adequate supply of water to the residences in the neighborhood.

It is concluded that the analyzed water supply system presents significant deficiencies, especially during periods of high demand. The insufficient pressure at several points in the network reinforces the need for structural interventions to guarantee the regularity and quality of the service provided. Therefore, the implementation of a reservoir and a reassessment of the network design are recommended to ensure full compliance with regulatory requirements and the needs of the local population.

**Keywords:** supply; analysis; provision; insufficiency.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Projeção oficial de 2032 da população de Iturama – Minas Gerais – Brasil.....	16
<b>Figura 2:</b> Projeção oficial de 2047 da população de Iturama – Minas Gerais – Brasil.....	17
<b>Figura 3:</b> Processo de Tratamento de Água .....	25
<b>Figura 4:</b> Córrego Tronqueira .....	28
<b>Figura 5:</b> Córrego Tronqueira .....	28
<b>Figura 6:</b> Trajeto das Adutoras até a ETA .....	29
<b>Figura 7:</b> Conjunto Moto-bomba .....	29
<b>Figura 8:</b> Adutoras.....	30
<b>Figura 9:</b> Adutoras.....	30
<b>Figura 10:</b> Reservatório Semi-enterrado .....	31
<b>Figura 11:</b> Reservatório Semi-enterrado .....	31
<b>Figura 12:</b> Mapa do estado de Minas Gerais.....	32
<b>Figura 13:</b> Comércio Freitas e Freitas Nº 211, avenida Doutor Pedro de Paula .....	33
<b>Figura 14:</b> Comércio Freitas e Freitas Nº 211, avenida Doutor Pedro de Paula .....	33
<b>Figura 15:</b> Residência Nº 741, avenida Juca Almeida .....	34
<b>Figura 16:</b> Residência Nº 741, avenida Juca Almeida .....	34
<b>Figura 17:</b> Residência Nº 970, avenida José Salustiano dos Santos .....	34
<b>Figura 18:</b> Residência Nº 970, avenida José Salustiano dos Santos .....	34
<b>Figura 19:</b> Residência Nº 1114, avenida José Salustiano dos Santos .....	35
<b>Figura 20:</b> Residência Nº 1114, avenida José Salustiano dos Santos .....	35
<b>Figura 21:</b> Residência Nº 1437, avenida José Salustiano dos Santos .....	35
<b>Figura 22:</b> Residência Nº 1437, avenida José Salustiano dos Santos .....	35
<b>Figura 23:</b> Localização dos trechos aferidos.....	36
<b>Figura 24:</b> Rede Seccionada.....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Diâmetro mínimo, segundo a norma européia .....	22
<b>Tabela 2:</b> Pressões aferidas.....	36
<b>Tabela 3:</b> Redimensionamento do Reservatório.....	38
<b>Tabela 4:</b> Velocidades e vazões máximas em redes de abastecimento .....	39
<b>Tabela 5:</b> Dados para cálculo de vazões.....	40
<b>Tabela 6:</b> Vazões, diâmetros e velocidades.....	41
<b>Tabela 7:</b> Cotas e Pressões .....	42

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Justificativa.....	14
1.2 Objetivo .....	14
1.3 Metodologia.....	15
1.4 Organização do Trabalho .....	17
2 CONCEITOS TEÓRICOS .....	19
2.1 Sistema de Abastecimento de Água (SAA).....	19
2.1.1 Partes de um Sistema de Abastecimento de Água.....	20
2.1.1.1 Manancial .....	20
2.1.1.2 Captação .....	20
2.1.1.3 Estação Elevatória .....	20
2.1.1.4 Adutora .....	20
2.1.1.5 Tratamento.....	21
2.1.1.6 Reservatórios .....	21
2.1.1.7 Rede de Distribuição .....	21
2.1.1.8 Pressão na Rede de Distribuição .....	21
2.1.1.9 Diâmetro Mínimo .....	22
2.2 Importância do Sistema Sistema de Abastecimento de Água .....	22
2.3 Potabilidade da Água.....	23
2.4 Tipos de Tratamento de Água .....	24
2.5 Portarias e Normas Regulamentadoras.....	26
3 SISTEMA ATUAL .....	27
3.1 Córrego Tronqueira .....	27
3.2 Bombas .....	29
3.3 Adutoras .....	30
3.4 Reservatórios .....	31
3.5 Área de Estudo .....	32
3.6 Aferição das Pressões do Bairro Residencial José Anselmo de Freitas .....	32

4 DIMENSIONAMENTO.....	37
4.1 Dimensionamento do Reservatório .....	37
4.1 Dimensionamento da Rede de Distribuição .....	38
5 RESULTADOS .....	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
REFERÊNCIAS .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à sobrevivência humana e à manutenção do meio ambiente, constituindo um elemento essencial à vida, e seu papel no desenvolvimento da civilização é reconhecido desde a Antiguidade, devendo, portanto, ser fornecida de forma segura, contínua e acessível para todas as camadas da população.

Nos tempos atuais, o ser humano necessita de água em quantidade e qualidade adequadas para atender às suas diversas necessidades, não apenas para a proteção da saúde, mas também para promover o desenvolvimento social e econômico das sociedades. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2010), o acesso à água potável segura e ao saneamento básico adequado é um direito humano fundamental, essencial para a redução da pobreza e para a promoção do desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, os serviços públicos de saneamento básico devem assegurar o abastecimento de água potável a todas as residências, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, como forma de garantir a melhoria da saúde pública e das condições de vida da população.

Um sistema de abastecimento de água é o conjunto de estruturas e processos que garantem o fornecimento de água potável para consumo humano, desde a captação até a distribuição final. Envolve várias etapas, incluindo captação, tratamento, reservação e distribuição e estão diretamente relacionados ao fornecimento de água em quantidade e qualidade adequadas para garantir saúde e bem-estar da sociedade. A ausência de uma distribuição eficiente compromete não apenas a saúde, como também o surgimento de doenças de veiculação hídrica, mas também o desenvolvimento econômico, dificultando a atração de comércios, indústrias e investimentos.

O presente estudo realiza uma análise da estrutura atual do sistema de abastecimento de água no bairro residencial José Anselmo de Freitas, localizado no município de Iturama – MG, no qual sofre com pressões extremamente baixas em determinados dias e horários, por isso tem-se como objetivo de propor intervenções que visem à otimização do seu funcionamento e ao aprimoramento da eficiência no fornecimento de água tratada à população.

## 1.1 Justificativa

O bairro residencial José Anselmo de Freitas, localizado no município de Iturama, Minas Gerais, conta com um sistema de abastecimento de água que enfrenta desafios. Com seu crescimento quanto dos bairros adjacentes, houve um aumento significativo no número de ligações na área de cobertura do sistema, o que exige maior capacidade e eficiência na distribuição de água.

Diante desse cenário, torna-se fundamental a análise da situação atual do sistema, a fim de avaliar a qualidade do abastecimento e identificar possíveis deficiências. Esse diagnóstico é essencial não apenas para a correção de problemas existentes, mas também para a prevenção de falhas futuras, garantindo o fornecimento adequado de água à população local.

## 1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o sistema de abastecimento de água existente e propor melhorias para otimizar seu funcionamento. Para isso, será empregado o método do seccionamento fictício, uma abordagem que permite dividir redes hidráulicas complexas em seções menores. Essa técnica facilita o cálculo de pressões e vazões, contribuindo para uma compreensão mais detalhada da distribuição de água na rede.

Por meio da análise proposta, busca-se identificar as condições atuais da rede, dimensionar adequadamente o volume do reservatório e sugerir ajustes que promovam maior eficiência e confiabilidade no abastecimento.

A motivação para esta pesquisa surgiu a partir de situações cotidianas enfrentadas por moradores abastecidos por esse sistema, como a ocorrência frequente de pressões extremamente baixas em determinados dias e horários. Diante desses problemas recorrentes, considerou-se relevante e viável um estudo mais aprofundado da rede, com o objetivo de compreender suas causas e apontar possíveis soluções para a melhoria do abastecimento da rede.

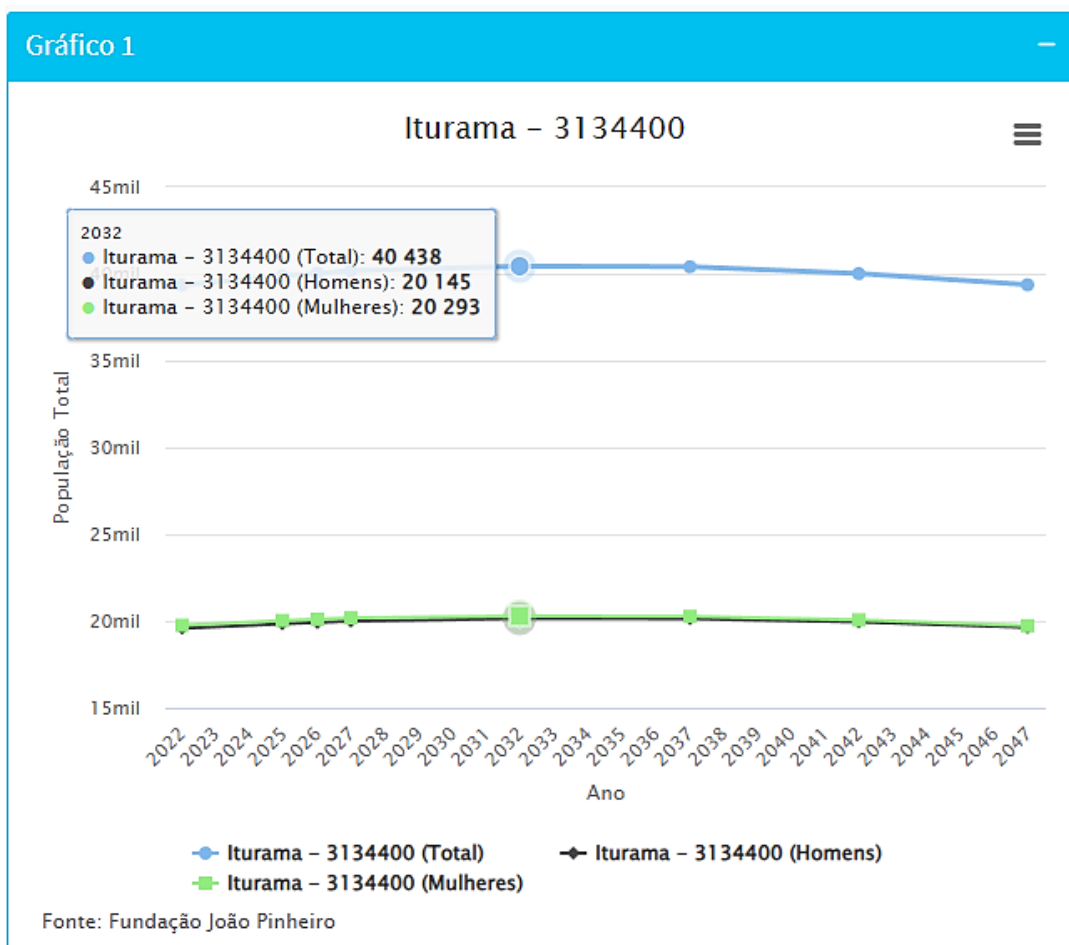
### 1.3 Metodologia

Na elaboração deste trabalho, realizou-se o levantamento dos dados necessários: diâmetro das tubulações, cotas do terreno, estes obtidos através do aplicativo Google Earth. Número de ligações, capacidade dos Reservatórios e falhas existentes, foram obtidos através de levantamentos em campo e consultas na companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa, no município de Iturama – MG.

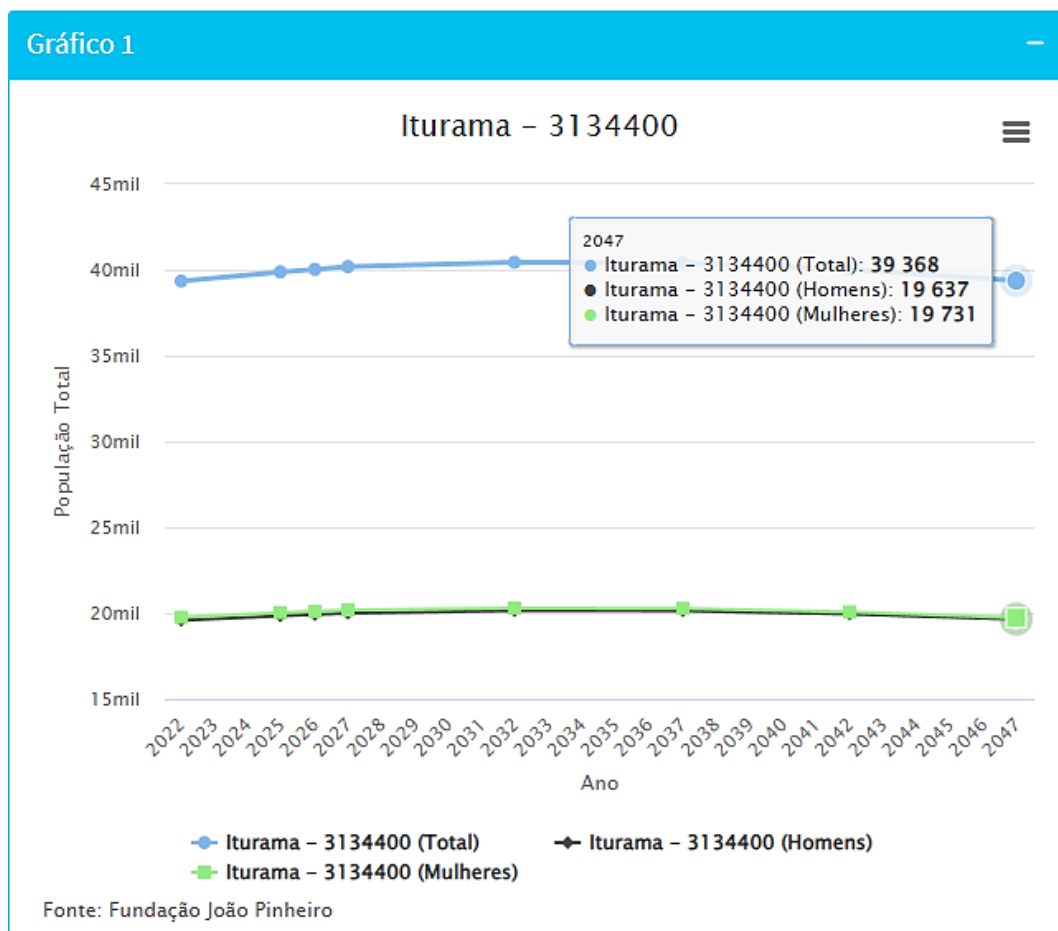
Também foram realizadas visitas ao manancial de captação, estação de tratamento de água, reservatórios.

De posse dessas informações, foi possível apresentar um diagnóstico atualizado do sistema de abastecimento de água do bairro residencial José Anselmo de Freitas, identificando os fatores que, ao longo de sua implantação contribuíram para a redução de sua eficiência. Com base na NBR 12218:2017, realizou-se um novo dimensionamento da estrutura de fornecimento de água, utilizando como fonte o site da Fundação João Pinheiro para estimar a população oficial de projeto e o método do seccionamento fictício para a concepção da nova rede de distribuição e reservatório, com o objetivo de tornar o suprimento de água tratada mais eficiente e adequado à demanda atual.

**Figura 1:** Projeção oficial de 2032 da População de Iturama – Minas Gerais – Brasil.



Fonte: <https://fjpdados.shinyapps.io/projecoes/>

**Figura 2:** Projeção oficial de 2047 da População de Iturama – Minas Gerais – Brazil.

Fonte: <https://fjpdados.shinyapps.io/projecoes/>

## 1.4 Organização do trabalho

Este trabalho está dividido em seis capítulos, abordados respectivamente como:

O capítulo 1 Introdução, é feita uma abordagem do que será tratado no trabalho, tais como: os objetivos, justificativas e metodologias e organização do trabalho.

O capítulo 2 aborda os conceitos teóricos sobre sistema de abastecimento de água, partes de um sistema de abastecimento de água, pressão na rede de distribuição, importância do tratamento de água, portabilidade da água, tipos de tratamentos de água, portaria e normas regulamentadoras, entre outros.

O capítulo 3 trata da descrição do sistema atual, área de estudo, além das aferições das pressões do bairro residencial José Anselmo de Freitas.

O capítulo 4 descreve o dimensionamento do reservatório e o dimensionamento da rede de distribuição.

No capítulo 5 é composto pelos resultados do projeto.

E por fim no capítulo 6 relata-se as considerações finais do tema abordado no projeto.

## 2 CONCEITOS TEÓRICOS

Nesta seção apresentaremos os conceitos teóricos envolvidos no desenvolvimento do trabalho.

### 2.1 Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

O sistema de abastecimento de água é um dos mais significativos componentes do saneamento básico, responsável por captar, tratar, armazenar e distribuir água potável de forma segura e contínua à população. É formado por um conjunto de estruturas, equipamentos e serviços interdependentes, cujo objetivo é suprir água em quantidade e qualidade adequadas para usos doméstico, público, industrial e outros.

A estrutura e o funcionamento do sistema podem variar de acordo com fatores como o porte da cidade, características topográficas e a localização dos mananciais.

De acordo com Cadernos Temáticos – Abastecimento de Água Potável, 2016.

Os sistemas convencionais de abastecimento são compostos pelas seguintes partes:

- Manancial;
- Captação;
- Estação Elevatória;
- Adutora;
- Tratamento;
- Reservatório de Distribuição;
- Distribuição

## 2.1.1 Partes de um Sistema de Abastecimento de Água

Um sistema de abastecimento de água é composto por: manancial (fonte), captação, estação elevatória (estação para superar desníveis), adutora (transporte da água bruta), tratamento (purificação), reservatório (armazenamento) e rede de distribuição (tubulações para levar a água tratada ao consumidor final).

### 2.1.1.1 Manancial

Local de onde a água é retirada. Pode ser superficial (rios, córregos, lagos, reservatórios) ou subterrânea (aquíferos e poços). Na escolha do manancial, são consideradas a disponibilidade e a qualidade da água (RIC AMBIENTAL, 2025).

### 2.1.1.2 Captação

Processo pelo qual a água é captada do manancial por estruturas especiais, como bombas, grades, canais ou tubulações (RIC AMBIENTAL, 2025).

### 2.1.1.3 Estação Elevatória

Utilizada quando é necessário bombear a água para vencer desníveis geográficos, garantindo o transporte para os pontos posteriores do sistema (RIC AMBIENTAL, 2025).

### 2.1.1.4 Adutora

Estrutura de tubulações que tem a missão de conduzir a água desde a captação para a estação de tratamento, ou de lá para os reservatórios. A adução pode ser feita por gravidade, recalque (bombeamento) ou de forma mista (RIC AMBIENTAL, 2025).

### 2.1.1.5 Tratamento

Processo pelo qual a água passa por várias etapas (como coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção), com o objetivo de eliminar impurezas e microrganismos patogênicos, a fim de torná-la adequada para o consumo humano (BRASIL ESCOLA, 2025).

### 2.1.1.6 Reservatórios

Estruturas para armazenamento da água tratada. Permanecem como garantidores do equilíbrio entre a produção e o consumo, a regularização da pressão nas redes e o abastecimento em caso de emergência, como incêndios ou manutenções (RIC AMBIENTAL, 2025).

### 2.1.1.7 Rede de Distribuição

Segundo TSUTIYA, 2006, rede de distribuição de água é a parte do sistema de abastecimento formada de tubulações e órgãos acessórios, destinados a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade, qualidade, e pressão adequadas.

### 2.1.1.8 Pressão na Rede de Distribuição

Segundo TSUTIYA, 2006, para o dimensionamento da rede, são importantes a pressão dinâmica mínima e a pressão estática máxima. Estabelecem-se pressões mínimas para que a água alcance os reservatórios domiciliares. A fixação de pressões máximas é função da resistência das tubulações e controle das perdas de água. É recomendável que, obedecidas às condições de pressões mínimas, as máximas sejam as menores possíveis.

Parâmetros de pressões fundamentais:

- Pressão dinâmica mínima: É a pressão disponível durante o consumo máximo (em regime de escoamento), deve ser suficiente para que a água alcance os pontos de consumo mais desfavoráveis (como reservatórios domiciliares em terrenos altos), é

importante para garantir o abastecimento contínuo e adequado mesmo nos horários de pico de consumo, conforme a norma a NBR 12218:2017, recomenda-se o mínimo de 100kpa, nos pontos mais desfavoráveis.

- Pressão estática máxima: É a pressão medida quando não há consumo (sem escoamento), deve ser limitada para evitar rompimentos em tubulações, conexões e aparelhos hidráulicos, conforme a norma a NBR 12218:2017, recomenda-se o máximo de 400kpa, podendo chegar a 500kpa em regiões de topografia ondulada.

### 2.1.1.9 Diâmetro Mínimo

Segundo TSUTIYA, 2006, o diâmetro mínimo a ser adotado para as redes de distribuição de água, deve levar em consideração as perdas de carga e as vazões disponíveis aos usuários.

A norma NBR 12218/2017 da ABNT recomenda o diâmetro mínimo de 50mm, para as tubulações secundárias; entretanto, para as tubulações principais não há nenhuma recomendação.

A tabela abaixo mostra valores de diâmetros recomendados pela norma europeia NTE-IFA.

**Tabela 1:** Diâmetro mínimo, segundo a norma europeia.

População (hab)	Tubulação secundária (mm)	Tubulação principal (mm)
< 1000	50	100
1000 – 6000	75	125
> 6000	100	175

Fonte: Adaptado de Gomes, 2002.

## 2.2 Importância do Tratamento da Água

O sistema de abastecimento de água é um dos pilares fundamentais do saneamento básico, a cargo de captar a água diretamente da natureza, fazer seu tratamento correto e

assegurar o fornecimento em quantidade e qualidade adequados para satisfazer as demandas da população. O processo não só garante a disponibilidade de água, mas acima de tudo, protege a saúde pública e assegura a melhoria da qualidade de vida.

A água tratada tem um papel decisivo na prevenção das diferentes doenças, em especial as causadas pelo meio da contaminação hídrica, como diarreias, hepatites e cólera. Começando a juntar-se, o acesso à água potável é essencial à preparação alimentar, hidratação do organismo e higienização da pessoa e dos espaços, questões que se refletem de imediato no bem-estar e na dignidade do ser humano.

Por este motivo, o resultado eficaz dos sistemas de abastecimento de água, ao lado de seu bom funcionamento, são cruciais para garantir que a população tenha acesso a esse recurso essencial de forma segura. Ao assegurar água de qualidade, se favorece a saúde coletiva, se evita a ocorrência de doenças e se colabora para o desenvolvimento social e econômico das comunidades.

Nesse sentido, o tratamento da água é um passo essencial no contexto do sistema de fornecimento que indica a demanda por políticas públicas voltadas para investimentos em infraestrutura e manutenção dos serviços, para a direção da sustentabilidade e atendimento das demandas da sociedade (PROJESAN, 2024).

### 2.3 Potabilidade da Água

A água é considerada própria para consumo quando não oferece riscos à saúde humana, possui características sensoriais agradáveis e é adequada para os diversos usos domésticos. Por exemplo, uma água com níveis elevados de dureza pode dificultar as atividades diárias, o que a desqualifica como potável. Para que a água seja apta ao consumo, é essencial que o processo de tratamento elimine todas as substâncias que possam comprometer sua qualidade.

Os limites estabelecidos para a presença dessas substâncias na água definem os chamados padrões de potabilidade. Ao longo do tempo, esses padrões tornaram-se mais rigorosos, graças ao avanço das técnicas de tratamento e às descobertas científicas que auxiliam na prevenção de doenças por meio do saneamento básico.

Em países com maior desenvolvimento econômico, esses critérios costumam ser mais exigentes devido à maior capacidade de investimento em saneamento e tecnologias avançadas para tratamento da água. (MICRO AMBIENTAL, 2024).

Normalmente, a avaliação da qualidade da água é feita considerando aspectos físicos (como cor, turbidez, sabor e odor), químicos (presença de substâncias tóxicas) e biológicos (existência de microrganismos patogênicos). Muitos países baseiam suas diretrizes nas recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS).

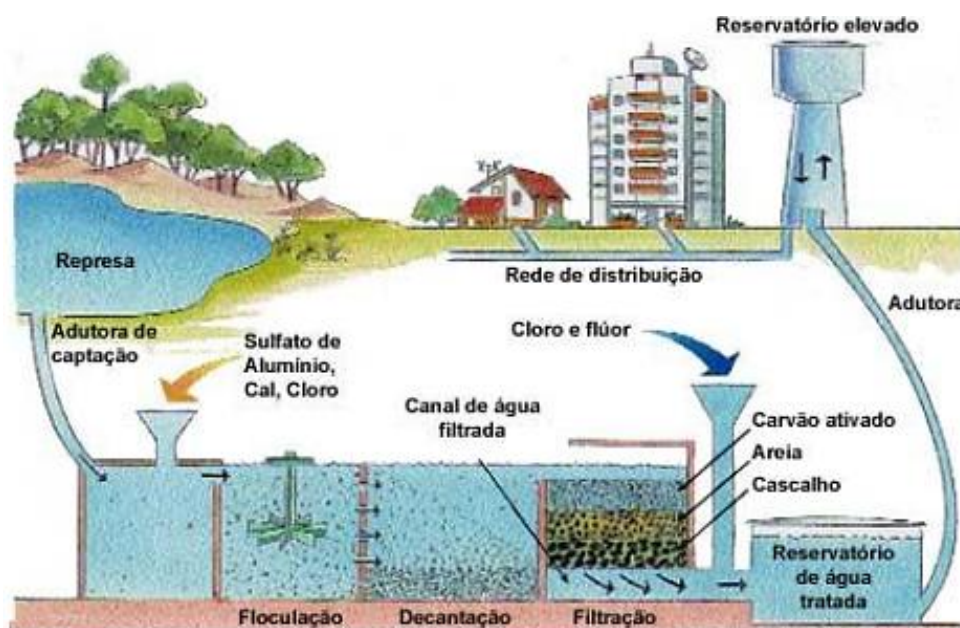
No Brasil, os padrões de potabilidade são estabelecidos pelo Ministério da Saúde, conforme a Portaria GM/MS Nº 888, publicada em 04 de maio de 2021.

## 2.4 Tipos de Tratamentos de Água

O tratamento da água é um processo físico que remove impurezas, partículas em suspensão e microrganismos da água, utilizando um meio poroso para reter as partículas indesejáveis. Corresponde ao conjunto de processos físicos, químicos e biológicos aplicados com o objetivo de adequar a água bruta aos padrões de potabilidade, garantindo segurança sanitária e qualidade para consumo humano, ao melhorar a sua cor, sabor e odor. A escolha do processo está diretamente relacionada às características do manancial de origem e às exigências normativas de qualidade da água (BRASIL ESCOLA, 2025).

A seguir, segundo Braga et al (2002), são descritos os principais processos de tratamento de água (Figura abaixo). É muito frequente a associação de vários desses processos e quase nunca são utilizados isoladamente.

A figura 3 abaixo mostra todo o processo de tratamento de água.

**Figura 3:** Processo de Tratamento de Água.

Fonte: Oliveira et al, 2004.

Segundo (BRASIL ESCOLA, 2025), o processo de tratamento de água se resume em algumas etapas:

- **Coagulação e floculação:** adição de coagulantes (como sulfato de alumínio e sais de ferro). Nesse processo, partículas muito pequenas são desestabilizadas por coagulantes e agregadas para que possam decantar.
- **Decantação:** É o processo de separação das partículas suspensas em um líquido. A fase mais densa, por ação da gravidade deposita-se no fundo do tanque, ou seja, sedimenta.
- **Filtração:** Passagem da água por leitos filtrantes de cascalho, areia, quartzo, carvão, e outros elementos, filtrantes executam a filtragem da sujeira.
- **Desinfecção:** Geralmente realizada por cloração, com a finalidade de eliminar os microrganismos patogênicos.
- **Pós-Alcalinização:** Correção de pH da água com a adição de cal hidratada, ou carbonato de sódio, para evitar a corrosão ou incrustação dos encanamentos.
- **Fluoretação:** Um processo importante e confere à água uma concentração suficiente de compostos de flúor para dar às pessoas maior resistência no combate a cáries dentárias.

## 2.5 Portarias e Normas Regulamentadoras

Portaria GM/MS Nº 888, publicada em 04 de maio de 2021.

NBR 12.211: Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, publicada em 1992;

NBR 12.214: Projeto de Estação de bombeamento ou de estação elevatória de água – Requisitos, publicada em 2020;

NBR 12.215 - 1: Projeto de Adutora de Água, publicada em 2017;

NBR 12.216: Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público, publicada em 1992;

NBR 12.217: Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público, publicada em 1994;

NBR 12.218: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público, publicada em 2017.

NBR 17.080: Plano de Segurança da Água, - Princípios e diretrizes para elaboração e implementação, publicada em 2023.

### 3 SISTEMA ATUAL

O atual sistema do bairro residencial José Anselmo de Freitas dispõe dos seguintes dispositivos:

- Córrego Tronqueira (captação);
- Moto-bomba;
- Adutora;
- Reservatório;
- Rede de Distribuição.

#### 3.1 Córrego Tronqueira

A captação de água para o abastecimento da cidade de Iturama-MG, está localizado no córrego Tronqueira, na latitude: 19°44'12''S e longitude: 50°14'10''W, na cota 423,70m a uma distância da Estação de Tratamento de 5.239,74 metros em linha reta.

A água é captada por bombas e direcionada por duas adutoras de ferro fundido de 250mm de diâmetro cada e aproximadamente 6.461,11 metros de extensão cada, que conduz a água até a Estação de Tratamento de Água (ETA) com localização na Avenida Tupi, na latitude: 19°43'12''S e longitude: 50°11'22''W cota 484,74m, vencendo uma elevação de 61,04 metros.

Segundo o chefe do Departamento de Água e Esgoto da COPASA, a vazão declarada do córrego é de  $110\text{L/S} = 396\text{m}^3/\text{h}$ .

A figura abaixo, imagem do córrego tronqueira.

**Figura 4:** Córrego Tronqueira.



**Fonte:** Próprio Autor, 2025.

A figura 3, estação de captação do Córrego Tronqueira.

**Figura 5:** Córrego Tronqueira.



**Fonte:** Próprio Autor, 2025.

A figura 4 demonstra o trajeto das adutoras até a ETA (Estação de Tratamento) da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

**Figura 6:** Trajeto das Adutoras até a ETA.

Fonte: Google Earth, 2025.

### 3.2 Bombas

O sistema é constituído por 2 moto-bombas, sendo uma titular e uma reserva, conforme figura 5 abaixo.

**Figura 7:** Conjunto Moto-bomba.

Fonte: Próprio Autor, 2025.

### 3.3 Adutoras

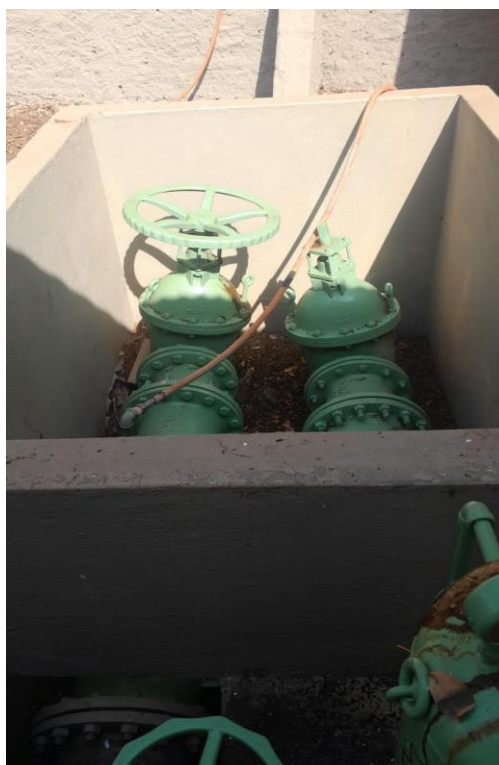
O sistema é constituído por duas adutoras de ferro fundido de 250mm de diâmetro cada, conforme figuras 6 e 7.

**Figura 8:** Adutoras.



**Fonte:** Próprio Autor, 2025.

**Figura 9:** Adutoras.



**Fonte:** Próprio Autor, 2025.

### 3.4 Reservatórios

A estação de tratamento é constituída por 2 reservatórios, conforme figuras 8 e 9.

Sendo 1 reservatório semi-enterrado quadrado com dimensões de: 40m de comprimento x 25m de largura e capacidade de 3,1milhões de litros e um reservatório semi-enterrado redondo de diâmetro de 17 metros com capacidade de 800mil litros.

**Figura 10:** Reservatório Semi-enterrado.



**Fonte:** Próprio Autor, 2025.

**Figura 11:** Reservatório Semi-enterrado.

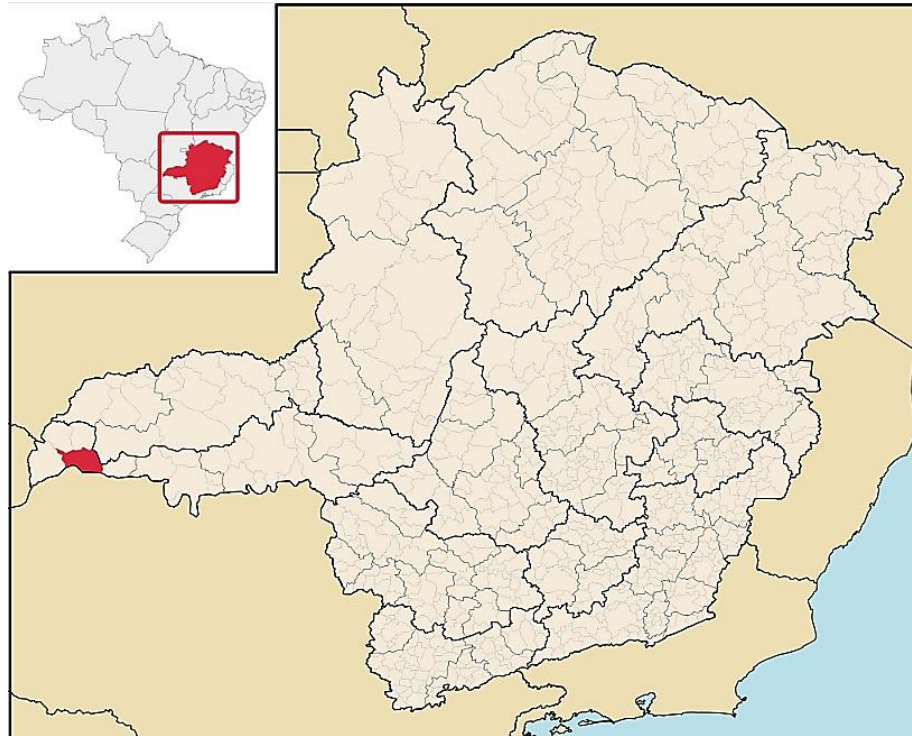


**Fonte:** Próprio Autor, 2025.

### 3.5 Área de Estudo

Estudo realizado em Iturama – Minas Gerais – Brasil.

**Figura 12:** Mapa do estado de Minas Gerais.



O projeto Urbanístico do Bairro residencial José Anselmo de Freitas localizado em Iturama foi criado em fevereiro de 2012, pela IMAGINE Arquitetura e Construções de Uberlândia – Minas Gerais, com uma área total de 118.129,25m<sup>2</sup>, sendo 346 lotes com uma área de 72.182,88m<sup>2</sup>, arruamento = 35.516,65m<sup>2</sup>, área institucional = 2.149,61m<sup>2</sup> e área verde = 8.280,11m<sup>2</sup>.

### 3.6 Aferição das Pressões do Bairro residencial José Anselmo de Freitas

As pressões foram aferidas em cinco pontos distintos da malha de distribuição, levando-se em consideração a cota altimétrica e a localização de cada ponto, com o objetivo de determinar a pressão disponível (em metros de coluna d'água – mca) nos cavaletes de água das residências.

As medições foram realizadas entre 16h e 17h do dia 20 de junho de 2025. Para isso, foi utilizado um manômetro com escala de 0 a 20 kgf/cm<sup>2</sup> (sendo 1 kgf/cm<sup>2</sup> equivalente a 10 metros de coluna d'água), acoplado a um adaptador de ¾" para ½".

Verificou-se que, em um dos pontos aferidos, a pressão medida foi de 9mca, valor inferior ao mínimo recomendado pela norma NBR 12.218:2017. Esta norma estabelece que a pressão mínima em uma rede de distribuição de água deve ser de 10 metros de coluna d'água (mca), e a pressão máxima permitida é de 50mca. Portanto, em um dos pontos em questão não atendem satisfatoriamente aos requisitos normativos.

**Aferição 1:** Comércio Freitas e Freitas N°211, situado na avenida Doutor Pedro de Paula - Bairro: Jardim Boulanger.

**Figura 13 e 14:** Comércio Freitas e Freitas N° 211, avenida Doutor Pedro de Paula.



**Fonte:** Próprio Autor, Junho de 2025.

**Aferição 2:** Residência Nº 741, situado na Avenida Juca Almeida - Bairro: Residencial José Anselmo de Freitas.

**Figura 15 e 16:** Residência Nº 741, avenida Juca Almeida.



Fonte: Próprio Autor, Junho de 2025.

**Aferição 3:** Residência Nº 970, situado na Avenida José Salustiano dos Santos - Bairro: Residencial José Anselmo de Freitas.

**Figura 17 e 18:** Residência Nº 970, avenida José Salustiano dos Santos.



Fonte: Próprio Autor, Junho de 2025.

**Aferição 4:** Residência N° 1114, situado na Avenida José Salustiano dos Santos -  
Bairro: Residencial José Anselmo de Freitas.

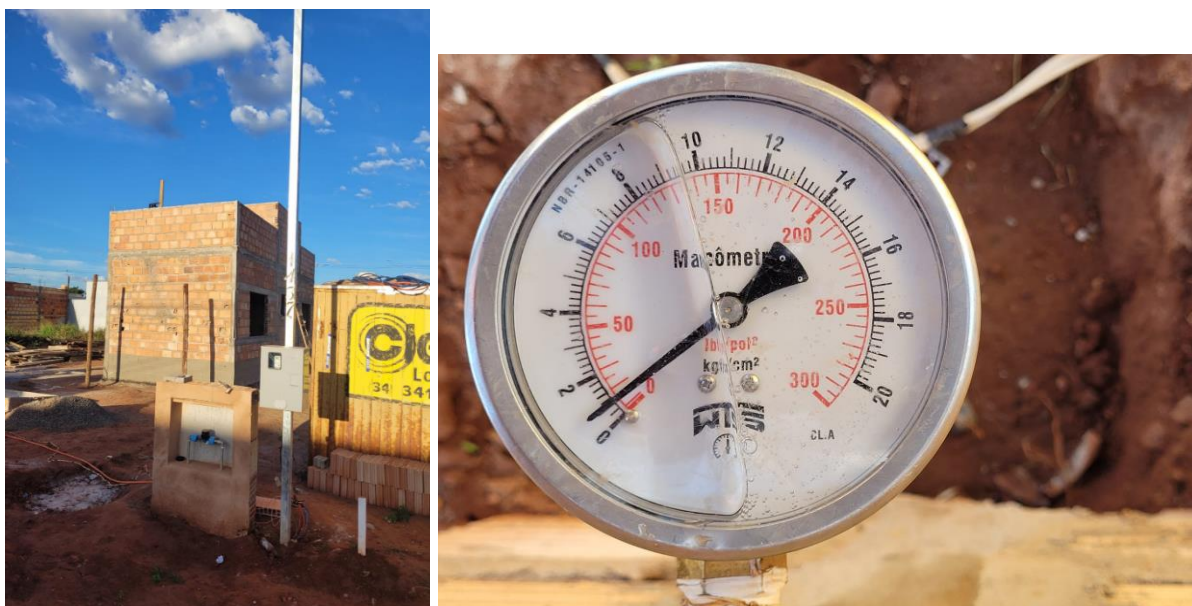
**Figura 19 e 20:** Residência N° 1114, avenida José Salustiano dos Santos.



**Fonte:** Próprio Autor, Junho de 2025.

**Aferição 5:** Residência N° 1437, situado na Avenida José Salustiano dos Santos -  
Bairro: Residencial José Anselmo de Freitas.

**Figura 21 e 22:** Residência N° 1437, avenida José Salustiano dos Santos.



**Fonte:** Próprio Autor, Junho de 2025.

Abaixo a tabela 2, mostra os resultados das pressões obtidas em campo, e as cotas colhidas através do Google Earth.

**Tabela 2:** Pressões Aferidas.

AVENIDA	COTA (m)	PRESSÃO (mca)
DOUTOR PEDRO DE PAULA, Nº211	438.000M	40 mca
JUCA ALMEIDA, Nº 741	450.304M	21 mca
JOSÉ SALUSTIANO DOS SANTOS, Nº970	459.845M	16 mca
JOSÉ SALUSTIANO DOS SANTOS, Nº1114	463.372M	10 mca
JOSÉ SALUSTIANO DOS SANTOS, Nº1437	465.949M	9 mca

Fonte: Próprio Autor, Junho de 2025.

**Figura 23:** Localização dos trechos aferidos.



Fonte: Google Earth, 2025.

## 4 DIMENSIONAMENTO

Neste capítulo, descreve-se o projeto, o dimensionamento e os cálculos correspondentes.

### 4.1 Dimensionamento do Reservatório

O dimensionamento do reservatório será feito para o consumo do bairro.

Cálculo para o número total de habitantes:

Número de lotes: 346

Número de habitantes por lote: 4

Número total de habitantes:  $346 \times 4 = 1384$

Cálculo do reservatório:

$P = 1384$  pessoas

$q = 180\text{L/habitantes.dia}$

$k_1 = 1,2$

$k_2 = 1,5$

Consumo diário:  $C = P \times q \times k_1 \times k_2$

Consumo diário:  $C = 1384 \times 180 \times 1,2 \times 1,5 = 448.416$  litros/dia =  $448,416\text{m}^3/\text{dia}$

Volume do reservatório:  $V = \frac{\text{Consumo diário}}{3} = \frac{448.416}{3} = 149,472\text{m}^3$

3

3

O reservatório elevado para este sistema, deverá ter 149,472m<sup>3</sup> (149.472 litros)

**Tabela 3:** Redimensionamento do Reservatório.

RESERVATÓRIO		
Consumo	<b>448.416,000</b>	L/dia
Volume	<b>149,472</b>	m <sup>3</sup>
Cota mais alta	<b>465,949</b>	m
Cota mais baixa	<b>448,124</b>	m
Perda de carga do Reservatório até a cota mais alta (hfs)	<b>1,160</b>	m
NA mín	<b>10+1,160+465,949 = 477,109</b>	m
NA máx	<b>498,124</b>	m
Cota do Reservatório	<b>449,973</b>	m
Altura <b>mínima</b> do Reservatório	<b>27,136</b>	m

Fonte: Próprio Autor, Outubro de 2025.

#### 4.2 Dimensionamento da Rede de distribuição

O dimensionamento da rede foi executado pelo método do seccionamento fictício, que consiste no seccionamento da malha em alguns pontos para simplificar o dimensionamento, dando uma direção para o escoamento da água no sistema. Para isso, foram usadas as tabelas listadas em Porto (1998).

O objetivo do dimensionamento é fazer com que a pressão disponível em cada ramal esteja dentro do intervalo mínimo e máximo (10 e 50mca).



**Tabela 5:** Dados para cálculo de vazões.

Nº Lotes	346,00	und.
Hab/Lote	4,00	hab/lote
População	<b>1.384,00</b>	hab
Consumo per capita (q)	180,00	l/hab.dia
coeficiente de máxima vazão diária (k1)	1,20	
coeficiente de máxima vazão horária (k2)	1,50	
Extensão total da rede	3.164,79	m
Com distribuição	3.110,96	m
Sem distribuição	53,83	m
Vazão de distribuição (Q)	5,19	l/s
Vazão em marcha (q)	0,0016683	l/s.m
Vazão em marcha (q)	1,67	l/s.km
Vazão Máxima Horária	5,190	L/s
	18,684	m <sup>3</sup> /h
Vazão Máxima Diária	3,460	L/s
	12,456	m <sup>3</sup> /h
Vazão Média	2,883	L/s
	10,380	m <sup>3</sup> /h
Volume de produção (Qp)	16,608	m <sup>3</sup> /h

**Fonte:** Próprio Autor, Outubro de 2025.

**Tabela 6: Vazões, diâmetros e velocidades.**

TABELA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ÁGUA POTÁVEL										
DADOS PARA CÁLCULO:			MUNICÍPIO:	ITURAMA - MG		DATA: 01/10/2025				
VAZÃO EM MARCHA:			LOTEAMENTO:		Residencial José Anselmo de Freitas			Cálculo: Eduardo Martins		FOLHA DE CÁLCULO Nº 01/01
RUGOSIDADE			140,00							
Trecho		RUA	Extensão (m)	Vazão (l/s)				Ø Adotado (mm)		Velocidade (m/s)
Montante	Jusante			A Jusante	Em marcha	A montante	Fictícia	int.	ext.	
2	1	AVENIDA-4 AV. JOSÉ ALVES LEAL	956,658	0,000	1,596	1,596	0,798	50	63	0,41
4	3	AVENIDA-6 AV. JUCA ALMEIDA	1001,134	0,000	1,670	1,670	0,835	50	63	0,43
6	5	AVENIDA-7 AV. JOSÉ SALUSTIANO DOS SANTOS	418,658	0,000	0,698	0,698	0,349	50	63	0,18
7	6	AVENIDA-7 AV. JOSÉ SALUSTIANO DOS SANTOS	631,851	0,698	1,054	1,753	1,226	75	90	0,28
4	2	RUA 01 RUA ADÃO SABINO DA COSTA	51,55	1,596	0,086	1,682	1,639	75	90	0,37
7	4	RUA 01 RUA ADÃO SABINO DA COSTA	51,11	3,352	0,085	3,437	3,395	100	110	0,43
8	7	AVENIDA-7 AV. JOSÉ SALUSTIANO DOS SANTOS	11,37	5,190	0,000	5,190	5,190	100	110	0,66
RESERV	8	RUA 01 RUA ADÃO SABINO DA COSTA	42,462	5,190	0,000	5,190	5,190	100	110	0,66

Fonte: Próprio Autor, Outubro de 2025.

**Tabela 7: Cotas e Pressões.**

TABELA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ÁGUA POTÁVEL								
DADOS PARA CÁLCULO:			MUNICÍPIO:	ITURAMA - MG	DATA:	01/10/2025		
VAZÃO EM MARCHA:			LOTEAMENTO:		Cálculo:		FOLHA DE CÁLCULO Nº	
RUGOSIDADE			Residencial José Anselmo de Freitas		Eduardo Martins		01/01	
Perda de carga unitária (m/m)	Cota piezométrica a montante (m)	Perda de carga (mca)	Cota Piezométrica a jusante (m)	Cota de Terreno (m)		Pressão disponível (mca)		OBS
				A montante	A jusante	A montante	A jusante	
0,004589	476,60	4,39	472,21	448,124	460,323	28,47	11,88	
0,004992	476,72	5,00	471,73	449,939	460,640	26,78	11,09	
0,000995	475,95	0,42	475,53	465,949	460,779	10,00	14,75	
0,001409	476,84	0,89	475,95	452,001	465,949	24,84	10,00	TUBULAÇÃO SUBSTITUÍDA
0,002412	476,72	0,12	476,60	449,939	448,124	26,78	28,47	
0,002286	476,84	0,12	476,72	452,001	449,939	24,84	26,78	
0,005013	476,90	0,06	476,84	451,648	452,001	25,25	24,84	ADUTORA
0,005013	477,11	0,21	476,90	449,973	451,648	27,14	25,25	ADUTORA

Fonte: Próprio Autor, Outubro de 2025.

## 5 RESULTADOS

Diante dos resultados obtidos, foi verificado que o bairro necessita de um reservatório com capacidade para 149.472 litros na reservação de água. A pesquisa demonstra, por meio das aferições realizadas em campo, que alguns dos pontos da malha de distribuição não recebem o valor mínimo de pressão estabelecido pela norma, correspondente a 10 mca. Essa constatação evidencia a existência de trechos da rede com desempenho hidráulico abaixo do esperado, o que pode comprometer a regularidade e a qualidade do fornecimento de água aos consumidores. Dessa forma, verifica-se que o sistema de abastecimento não está operando de maneira plenamente eficaz.

O volume ideal necessário é de 149.472 litros, com um nível de água mínimo de 27,136 metros para suprir a demanda e a pressão mínima em todos os nós da malha analisada.

O estudo também apontou que o diâmetro das tubulações dos trechos: 2-4 e 6-7 necessitaria ser de 75mm, e dos trechos: 4-7 e 7-8 necessitaria ser de 100mm e a saída do reservatório para o abastecimento necessitaria de 100mm.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do trabalho teve como objetivo analisar o sistema atual de abastecimento de água do bairro Residencial José Anselmo de Freitas, cidade de Iturama – Minas Gerais, e através dos estudos e pesquisas foi possível determinar as necessidades da população em relação ao fornecimento de água, e verificamos que o sistema atual não está apto a atender de forma adequada.

Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de um novo planejamento voltado ao sistema de abastecimento de água, considerando tanto a demanda diária quanto as variações de consumo que ocorrem ao longo do dia e do ano.

Entretanto, o estudo apresenta algumas limitações, entre as quais se destacam a dependência de dados disponíveis e a dificuldade na obtenção de informações, muitas das quais se tornaram obsoletas ou foram perdidas com o passar do tempo.

A pesquisa também ressalta a importância da implementação de um monitoramento contínuo da qualidade da água e da infraestrutura do sistema de abastecimento. Tal prática é fundamental para a prevenção de eventuais falhas operacionais, além de garantir a regularidade e assegurar a oferta contínua de água potável em quantidade e qualidade adequadas.

Ademais, a conscientização social configura-se como um fator determinante na preservação dos recursos hídricos. Dessa forma, campanhas educativas e ações de sensibilização acerca do uso racional da água podem contribuir de maneira significativa para a conservação desse recurso essencial.

Por fim, o estudo reafirma a relevância de um sistema de abastecimento de água devidamente dimensionado, reconhecendo-o como elemento indispensável para a promoção da saúde pública e do bem-estar da população. Além disso, a pesquisa contribui

## REFERÊNCIAS

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **ABASTECIMENTO DE ÁGUA**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 871 p

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica básica**. 4. ed. São Carlos: EESC/USP, 1998. 540 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.211**: Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água. 1 ed. Rio de Janeiro, 1992. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.214**: Projeto de Estação de bombeamento ou de estação elevatória de água – Requisitos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2020. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.215 - 1**: Projeto de Adutora de Água, Parte 1: Conduto Forçado. 1 ed. Rio de Janeiro, 2017. 26 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.216**: Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público. 1 ed. Rio de Janeiro, 1992. 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público - Procedimento. 1 ed. Rio de Janeiro, 1994. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público — Procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro, 2017. 23 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17.080**: Plano de Segurança da Água, - Princípios e diretrizes para elaboração e implementação. 1 ed. Rio de Janeiro, 2023. 30 p.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Saneamento Domiciliar - Manual de instruções de uso das melhorias sanitárias domiciliares**. 1. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014.

ANA- Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: abastecimento público de água – Panorama Nacional**. 2010.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.

## SITES

**A Importância da Água**. Disponível em: <<https://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>> Acesso em: 14 de setembro 2025.

**A Importância da Água**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/a-importancia-da-agua/>> Acesso em: 14 de setembro 2025.

**Coagulação e Floculação**. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/coagulacao-floculacao.htm>> Acesso em: 14 de setembro 2025.

**Sistema de Filtragem de Água**. Disponível em: <<https://www.fusati.com.br/sistema-de-filtragem-de-agua/>> Acesso em: 14 de setembro 2025.

**Como funciona um Sistema de Abastecimento de Água**. Disponível em: <<https://ricambiental.com.br/coluna-do-saneamento/como-funciona-um-sistema-de-abastecimento-de-agua/>> Acesso em: 04 de Outubro 2025.

**Como funciona um Sistema de Abastecimento de Água**. Disponível em: <<https://saneacre.ac.gov.br/o-que-e-e-como-funciona-um-sistema-de-abastecimento-de-agua/>> Acesso em: 04 outubro 2025.

**O que é e como funciona um Sistema de Abastecimento de Água**. Disponível em: <<https://eossystems.com.br/agua/o-que-e-e-como-funciona-um-sistema-de-abastecimento-de-agua/>> Acesso em: 04 de outubro 2025.

**Como funciona um Sistema de Abastecimento de Água.** Disponível em:  
<<https://ricambiental.com.br/coluna-do-saneamento/como-funciona-um-sistema-de-abastecimento-de-agua/>> Acesso em: 04 de outubro 2025.

**Tratamento de Água.** Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/tratamento-agua.htm>> Acesso em: 07 de outubro de 2025.

**Importância do Tratamento de Água.** Disponível em:  
<<https://www.sanesul.ms.gov.br/importancia-do-tratamento-de-agua>> Acesso em: 07 de outubro de 2025.

**Qual a importância de água potável e saneamento.** Disponível em:  
<<https://www.projesan.com/blog/qual-a-importancia-de-agua-potavel-e-saneamento>> Acesso em: 07 de outubro de 2025.

**Padrão de Potabilidade da Água: Entenda o que torna a água segura para consumo.** Disponível em: <<https://microambiental.com.br/analises-de-agua/analises-de-agua-potavel/padrao-de-potabilidade-da-agua-entenda-o-que-torna-a-agua-segura-para-consumo/>> Acesso em: 07 de outubro de 2025.