



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - CAMPUS DO SERTÃO

EIXO DAS TECNOLOGIAS  
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

HELEN BEATRIZ LISBOA FIGUEIREDO DE MORAIS

**ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DE ÁGUA PERDIDA POR VAZAMENTOS DA  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) SETOR BAIRRO TANCREDO  
NEVES DA CIDADE DE PAULO AFONSO - BA**

Volume único

Delmiro Gouveia – AL  
2022

HELEN BEATRIZ LISBOA FIGUEIREDO DE MORAIS

**ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DE ÁGUA PERDIDA POR VAZAMENTOS DA  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) SETOR BAIRRO TANCREDO  
NEVES DA CIDADE DE PAULO AFONSO - BA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao colegiado do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto

Volume único

Delmiro Gouveia – AL  
2022

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

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

M827a Morais, Helen Beatriz Lisboa Figueiredo de

Análise quali-quantitativa de água perdida por vazamentos da Estação de Tratamento de Água (ETA) setor bairro Tancredo Neves da cidade de Paulo Afonso - BA / Helen Beatriz Lisboa Figueiredo de Moraes. – 2022.

46 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Antônio Pedro de Oliveira Netto.  
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2022.

1. Estação de Tratamento de Água – ETA. 2. Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBRASA. 3. Perda de água real. 4. Água potável. 5. Paulo Afonso – Bahia. I. Oliveira Netto, Antônio Pedro de. II. Título.

CDU: 626

## Folha de Aprovação

HELEN BEATRIZ LISBOA FIGUEIREDO DE MORAIS

### ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DE ÁGUA PERDIDA POR VAZAMENTOS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) SETORBTN DA CIDADE DE PAULO AFONSO - BA

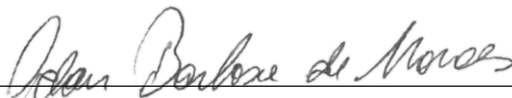
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao colegiado do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.



---

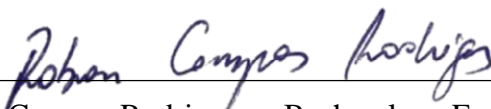
Orientador: Prof. / Coordenador do Curso de Engenharia Civil  
Antônio Pedro de Oliveira Netto

#### Banca examinadora:



---

Odair Barbosa de Melo - Prof. do Curso de Engenharia Civil



---

Robson Campos Rodrigues – Bacharel em Engenharia Civil

*Primeiramente a Deus, que me deu a oportunidade de ter sido  
filha dos meus pais a quem sou muito grata por todos os esforços  
feitos para que eu chegasse até aqui.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter permanecido ao meu lado durante toda minha vida, por ter me proporcionado a melhor família, amigos e formadores profissionais que tire a honra de ter ao longo das minhas formações.

Mas hoje, meu agradecimento mais especial vai ao meus pais, Alexandrino e Leide, aqueles que dedicaram suas vidas para nos mostrar e incentivar que a educação é a maior herança que eles podiam nos oferecer. Obrigada por terem lutado, investido, persistido e feito com que esse sonho se tornasse realidade junto comigo, mesmo em meio a tantos obstáculos.

À minha irmã Victória, com quem compartilho todos os momentos, sejam eles de alegria ou tristeza, a voz que sempre me disse: “Calma Bia, vai dar certo”, mas que assim como meus pais, nunca soltou minha mão. Essa vitória é nossa.

Aos meus avós maternos Afonso e Socorro, que desde bebê foram um porto seguro para mim e meus pais. Os que sempre me trataram como uma filha, dando carinho, atenção, amor e o mais importante me ensinaram também a ser quem eu sou hoje.

Aos meus avós paternos Maria José e Alexandrino (*in memoriam*), mesmo não estando mais presentes em vida, saibam que nunca deixaram de estar em meus pensamentos.

Aos meus padrinhos Ricardo, Patrícia e Welton, que sempre estiveram me apoiando com cada palavra dita em meio a todas as dificuldades, além de a cada vitória ter comemorado comigo.

A minha tia Karina, que sempre com o jeitinho doce, me deu desde nova todo o carinho que uma pessoa pode receber. Eu conseguir, tia.

À Edileuza, mulher a quem tenho todo carinho e afeto desse mundo, a que junto a minha mãe e avó, esteve presente em cada passo do meu desenvolvimento. Obrigada pelo amor que me passa.

Ao meu namorado Joaldo, por sempre acreditar em mim até mesmo quando eu desacreditei, por ter sido além de namorado, um professor, por ter me dado apoio e por está partilhando a vida comigo. Nossa trajetória está apenas no início.

A minha amiga e sócia Bruna Heloise, contigo comecei a trilhar caminhos que sabemos que estão apenas começando. Sou grata por tudo que aconteceu em nossas vidas, que nossa amizade permaneça para sempre, assim como prometemos frequentemente.

A Camila Sena, minha amiga de infância, a que enfrentamos tantos desafios juntas, mas que até hoje permanecemos torcendo sempre pelo bem uma da outra. Como é bom partilhar esse momento com você ao meu lado, obrigada por sempre ter ficado ao meu lado.

Não podia deixar de mencionar o meu amigo que a UFAL me deu, Emanuel é um parceiro de alegrias e dificuldades. O curso se tornou mais “fácil” em ter tua ajuda durante esse percurso. Obrigada por tudo.

Ao meu professor, coordenador e o melhor orientador que poderia ter escolhido, Netto. Obrigada por todos os ensinamentos e paciência ao longo dessa reta final.

Por fim, obrigada UFAL por ter feito eu viver a maior experiência profissional da minha vida, por ter me proporcionado participar de tantos momentos que levarei em minha bagagem.

*Veja!  
Não diga que a canção  
Está perdida  
Tenha fé em Deus  
Tenha fé na vida  
Tente outra vez!*

*Beba! (Beba!)  
Pois a água viva  
Ainda tá na fonte  
(Tente outra vez!)  
Você tem dois pés  
Para cruzar a ponte  
Nada acabou!  
Não! Não! Não!*

*Oh! Oh! Oh! Oh!  
Tente!  
Levante sua mão sedenta  
E recomece a andar  
Não pense  
Que a cabeça aguenta  
Se você parar  
Não! Não! Não!  
Não! Não! Não!*

*(RAUL SEIXAS)*



## RESUMO

A água é um recurso vital para os seres vivos, para tanto, é essencial que ela passe por um processo de tratamento que a torne potável. Porém, nesse processo de potabilização, ela acaba sendo bastante desperdiçada por inúmeros fatores, principalmente pelos problemas encontrados nas estações de tratamento, assunto que vem sendo bastante pontuado por vários autores frequentemente. Nesse sentido, o trabalho apresenta dados quantitativos e qualitativos da água tratada perdida por meio de vazamentos presentes na Estação de Tratamento de Água setor BTN do município de Paulo Afonso – BA, gerida pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) com potencial de tratamento de 150 L/s e responsável por abastecer diversos bairros da cidade. Sendo assim, foi realizada uma pesquisa em campo e laboratório, com o intuito de calcular o volume médio desperdiçado diariamente e fazer um comparativo com o número de habitantes do local que não possuem acesso a água potável, além de certificar se a água descartada estava dentro dos padrões aceitáveis para os testes de turbidez, cor e pH no laboratório de química da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão em Delmiro Gouveia. Com isso, foi detectado um volume médio superior a 530 m<sup>3</sup>/dia de água desperdiçadas por dia e valores dos padrões estudados dentro do exigido para utilização humana. Desse modo, a realização de reparos a estrutura no intuito de conter os vazamentos, além de medidas modernizadas para controle de perdas, como por exemplos planos de gestão com indicadores de desempenho são soluções para o problema seja solucionado em um curto e longo espaço de tempo.

**Palavras-chave:** Água potável; perda de água real; Estação de Tratamento de Água (ETA); Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA).

## ABSTRACT

Water is a vital resource for living beings, so it is essential that it goes through a treatment process that makes it potable. However, in this process of potabilization, it ends up being wasted due to innumerable factors that may start from the abstraction in the springs to its distribution, a subject that has been frequently pointed out by several authors. Thus, this paper presents quantitative and qualitative data of treated water lost through leaks in the Water Treatment Station of the BTN sector in Paulo Afonso - BA, managed by the Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) with a treatment potential of 150 L/s and responsible for supplying several neighborhoods of the city. Therefore, a field and laboratory research was carried out in order to calculate the average volume wasted daily and make a comparison with the number of local inhabitants who do not have access to drinking water, besides certifying if the discarded water was ready for human consumption by performing turbidity, color and pH tests in the chemistry laboratory of the Federal University of Alagoas - Campus Sertão in Delmiro Gouveia. Then, an average volume of more than 530 m<sup>3</sup> of water was detected to be wasted per day and with standards within what is required for human use. Therefore, carrying out repairs to the structure in order to contain the leaks, in addition to modernized measures to control losses, such as management plans with performance indicators, are solutions to solve the problem in a short and long term.

**Keywords:** Drinking water; Real water loss; Estação de Tratamento de Água (ETA); Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sacos de rafia com areia .....	28
Figura 2- Fechamento da saída da caixa de drenagem com sacos de rafia preenchidos com areia molhada. ....	29
Figura 3- Marcação de volume de 0,246 m <sup>3</sup> .....	29
Figura 4- Marcação de tempo para preencher o volume. ....	30
Figura 5- Turbidímetro .....	30
Figura 6- Colorímetro portátil AquaColor Cor da PoliControl .....	31
Figura 7- Peagômetro com escala para leitura de diferença de potencial de pH de 0 a 14 .....	31
Figura 8- Amostras mantidas em conservação .....	32
Figura 9- Refrigerador mantido em temperatura mínima.....	32
Figura 10- Amostras separadas com cada seringa e béquer .....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Duração de tempo para preencher o volume de 0,246 m <sup>3</sup> .....	35
Tabela 2- Vazão obtida por meio da fórmula 1 .....	35
Tabela 3- Volume diário.....	35
Tabela 4- Resultados obtidos dos testes de turbidez, cor e pH.....	37

## **LISTA DE ABREVIACÕES**

**AESBE** – Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento

**ANA** – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

**BTN** – Bairro Tancredo Neves

**CAESB** – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

**CBHSF** – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

**EMBASA** – Empresa Baiana de Águas e saneamento

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**ETA** – Estação de Tratamento de Água

**FUNASA** – Fundação Nacional DE Saúde

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**SAA** – Sistema de Abastecimento de Água

**SABESP** – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

**SANESUL** – Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul

**SNIS** – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo Geral .....	17
1.1.2 Objetivos Específicos .....	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	18
2.1 COBERTURA HÍDRICA .....	18
2.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	20
2.2.1 Manancial e Captação.....	20
2.2.2 Adutoras .....	21
2.2.3 Estação Elevatória e/ou Recalque.....	21
2.2.4 Estação de Tratamento de Água (ETA).....	22
2.2.5 Reservatórios .....	22
2.2.6 Rede de Distribuição .....	23
2.3 PERDAS DE ÁGUA .....	23
2.3.1 Perdas Aparentes .....	24
2.3.2 Perdas Reais.....	25
3. METODOLOGIA.....	27
3.1 MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS.....	27
3.1.1 Volume de água perdido.....	27
3.1.2 Análise de água perdida.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
4.1 VOLUME DE ÁGUA PERDIDA.....	35
4.2 QUALIDADE DA ÁGUA .....	36
4.3 LEVANTAMENTO DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES .....	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	39

REFERÊNCIAS .....	40
-------------------	----

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Bastanello et al. (2013), a água é de extrema importância para a vida de todos os seres vivos que habitam a terra, tendo um valor incalculável na sobrevivência e funcionamento do corpo humano. Porém, a forma pela qual os recursos hídricos são gerenciados vem degradando os mananciais a um nível tal, que compromete a qualidade de vida das populações, gerando risco de escassez até mesmo onde a água é abundante. (SHUBO, 2003).

Para que a água esteja em devidas condições para ser consumida pelos seres humanos, necessita passar por uma séria de requisitos até que a torne potável. Para isso, pode-se dizer que o sistema de abastecimento de água é uma indústria de potabilização da água, cabendo a ele cumprir às normas e padrões estabelecidos pelas autoridades sanitárias. (SOUZA et al.)

As estações de tratamento de água (ETA) são unidades que produzem água potável para abastecimento público, de forma que o processo convencional de tratamento de água é dividido em fases como, coagulação, floculação, decantação e filtração. (ZANCHETTA et al., 2021). E de acordo com o mesmo, essa etapa do sistema possui um alto índice de perdas de água.

Com isso, nos últimos anos, a questão das perdas de água nos sistemas de abastecimento tem sido o foco de uma ampla discussão no meio técnico, em virtude dos altos índices praticados por várias empresas concessionárias da água (MORAIS, 2008) e sua melhora está intimamente ligada à qualidade de vida da população. (TRATA BRASIL, 2013).

Para tanto, a pesquisa foi realizada em Paulo Afonso, município baiano com 119.213 habitantes e extensão territorial de 1.544,388 km<sup>2</sup>, que está inserida na mesorregião do Vale São-Franciscano da Bahia (IBGE, 2021) fazendo limite com os municípios de Jeremoabo, Santa Brígida, Canindé de São Francisco, Delmiro Gouveia, Glória e Rodelas. Ela faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, fato pela qual se desenvolveu em função das suas famosas Usinas Hidroelétricas.

Sendo assim, o trabalho tem o intuito de apresentar de forma quantitativa e qualitativa, a perda de água proveniente de vazamentos existentes na Estação de Tratamento de Água (ETA) do setor BTN, localizada no Bairro Tancredo Neves que é responsável por abastecer mais de sete bairros do município, assim como alguns posicionamentos para solução dos mesmos.



## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é avaliar de forma quantitativa e qualitativa a água perdida por meio de vazamentos na Estação de Tratamento de Água do Setor BTN (Bairro Tancredo Neves) do município de Paulo Afonso, através de pesquisas feitas em campo e coleta do material (água) para análise.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Analisar qualidade da água perdida da ETA Setor BTN;
- Mensurar volume médio de água perdida diariamente;
- Relacionar dados encontrados da perda com a quantidade de habitantes do município de Paulo Afonso que não tem acesso a água potável;
- Apontar soluções para os problemas encontrados.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 COBERTURA HÍDRICA

O Brasil possui cerca de 6% da superfície e 12% do volume de água doce do planeta, o que corresponde a 2% do território nacional, podendo ser equivalente ao estado do Acre ou a quase quatro vezes o estado do Rio de Janeiro, como afirma o Projeto multi-institucional, que promove o mapeamento anual de cobertura e uso da terra do Brasil ao longo das últimas três décadas (MapBiomias, 2020).

Ainda segundo a mesma referência, baseado em mapeamentos anuais e mensais da superfície de água no Brasil entre 1985 e 2020, foi possível observar que houve uma redução de mais de 15% da cobertura hídrica brasileira. O país contava com mais de 19 milhões de hectares em 1991, tendo uma queda brusca de mais de 3 milhões de hectares até 2020, o que corresponde a quase o dobro da superfície de água no nordeste brasileiro no mesmo ano.

O coordenador do Mapbiomas Água, Carlos Souza Jr. afirma que de acordo com pesquisas feitas em campo, “As pessoas já começam a sentir o impacto negativo com o aumento de queimadas, impacto na produção de alimentos, e na produção de energia, e até mesmo com o racionamento de água em grandes centros urbanos”. Nesse contexto, o autor explica que vários podem ser os fatores que implicaram na redução de superfície de água no país nos últimos anos:

*A dinâmica de uso da terra baseada na conversão da floresta para pecuária e agricultura interfere no aumento da temperatura local e muitas vezes altera cabeceiras de rios e de nascentes, podendo também levar ao assoreamento de rios e lagos. A construção de represas em fazendas para irrigação, bebedouro ao longo de rios diminui o fluxo hídrico; e, em maior escala, as grandes represas para produção de energia, com extensas superfícies de água sujeitas a processos de evapotranspiração que leva a perda de água para atmosfera. (SOUZA, Carlos, 2021, Mapbiomas).*

Como fundamentado em mapas feitos pelo Mapbiomas, todos os biomas tiveram redução da superfície de água, o que implica diminuição de recurso hídrico nas regiões hidrográficas, entrando em destaque a do Rio São Francisco que obteve uma perda de 15% ao longo dessas três décadas.

De acordo com o Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, a região Nordeste possuía mais de 53 milhões de habitantes considerando as áreas urbanas e rurais. Composta por nove estados, conhecida como o berço do Brasil (EMBRAPA, 2022) e ocupando 1.561.177,8

km<sup>2</sup> de área, o que equivale a mais de 18% do território brasileiro (ARAÚJO, 2011), ela se encontra na posição de segunda maior população do país, segundo o Banco do Nordeste.

No que se diz respeito a cobertura hídrica, a região é banhada por cinco bacias, dentre elas a do Atlântico Leste, Rio São Francisco, Parnaíba e Atlântico Nordeste Oriental e Atlântico Nordeste Ocidental, cada uma com sua característica e estados de abrangência. (ROCHA, Aristotelina. et al. GEOGRAFIA DO NORDESTE, 2ª edição. Natal: Editora EDUFRRN, 2011).

A Bacia do Rio São Francisco é considerada a maior, mais conhecida e mais discutida da região Nordeste. (ROCHA, Aristotelina. et al. GEOGRAFIA DO NORDESTE, 2ª edição. Natal: Editora EDUFRRN, 2011). Ela ocupa 8% do território nacional, com extensão de 2.863 km e uma área de drenagem de aproximadamente 640.000 km<sup>2</sup>, estendendo-se de Minas Gerais até a divisa dos estados de Alagoas e Sergipe. (CBHSF, 2022).

O Rio São Francisco, também conhecido como Rio das Carrancas, Nilo Brasileiro ou até mesmo Velho Chico, é responsável por banhar mais de 500 municípios entre os estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, levando água para mais de 15 milhões de habitantes, do Alto ao Baixo São Francisco. (CBHSF, 2022).

Suas águas são responsáveis pela maior fonte de economia da região, a agricultura, mas com a regularização da sua vazão proporcionada pelos grandes reservatórios, como por exemplo o de Sobradinho e Paulo Afonso, além de ser de fundamental importância para economia, trouxe maior segurança operacional na captação para o abastecimento de água. (ANA, 2022).

Paulo Afonso faz parte da Bacia do Rio São Francisco e está inserido no Baixo São Francisco de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico. Ela é banhada por alguns cursos d'água, como por exemplo o rio do Sal, os riachos da Morena, Baixo da Besta Grande e Baixa da Jurumeira, porém atualmente o manancial superficial utilizado para o abastecimento urbano é o rio São Francisco. (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO, 2019).

Desse modo, a referência supracitada ainda afirma que “O município de Paulo Afonso é banhado por vários corpos hídricos, sendo o principal deles o rio São Francisco, manancial superficial utilizado para abastecimento humano”.

## **2.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Conforme descrito por (FUNASA, 2016), “Os serviços públicos de abastecimento de água potável consistem na retirada da água de um determinado corpo hídrico para que a mesma seja fornecida à população com quantidade e qualidade compatíveis e suficientes para o atendimento de suas necessidades”.

Somado a isso, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) relata que, “Um sistema de abastecimento de água pode ser entendido como o conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços com objetivo de distribuir água potável para o consumo humano, bem como para o consumo industrial, comercial, dentre outros usos”.

De tal modo, um SAA é composto pelas seguintes etapas: captação de água bruta, adução de água bruta e tratada, estações elevatórias e/ou de recalque, estação de tratamento de água, reservatórios, rede de distribuição de água e por fim as ligações domiciliares. (CADERNO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO: ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL, 2016).

Os capítulos seguintes apresentam as definições de cada etapa de um sistema de abastecimento de água, bem como sua particularidade no município de Paulo Afonso.

### **2.2.1 Manancial e Captação**

Definida como o conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto a um manancial para a retirada de água destinada a um SAA, pelo Caderno Temático Saneamento Básico, a captação compreende a primeira unidade do sistema de abastecimento, que é classificado em: superficial, subterrânea, poço profundo e poço raso. (Ministério da Saúde, 2022).

Paulo Afonso é um dos 417 municípios do estado da Bahia, possui cerca de 118 mil habitantes, distribuída em uma área de 1.545,19 km quadrados, onde 86,17% da população está localizada na área urbana e 13,83% na área rural, segundo o Instituto de Água e Saneamento, 2020.

O abastecimento de água no município é feito pela EMBASA (Empresa Baiana de Águas e Saneamento), que também é responsável por atender 368 dos 417 municípios baianos

(AESBE, 2022) e que segundo o projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrâneas, abastece cerca de 20.267 domicílios com a rede geral, na cidade de Paulo Afonso.

Como mencionado anteriormente, a maior fonte de captação de água da cidade é realizada no rio São Francisco. De acordo com dados apresentados no Plano Municipal de Saneamento Básico do Município, existem dois pontos de captação, um no Centro e outro no BTN, com capacidade total de 416 L/s, trabalhando cerca de 21 horas por dia cada.

Desse modo, para que esses domicílios sejam abastecidos e a água tenha qualidade, são necessárias diversas etapas, desde estruturas de adução, reservação, tratamento e distribuição da água às residências.

### **2.2.2 Adutoras**

Como explicado pelo Ministério da Saúde, adução é o transporte de água do manancial ao tratamento ou da água tratada ao sistema de distribuição. Desse modo, em um sistema de abastecimento de água, estão presentes as adutoras de água bruta (AAB) e as adutoras de água tratada (AAT), uma responsável pelo transporte da água captada no manancial à estação de tratamento e a outra da ETA ao sistema de distribuição, respectivamente.

Assim, como indicado pelo Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade, essa etapa do SAA de Paulo Afonso, conta com duas adutoras de água bruta e dez adutoras de água tratada, as primeiras contendo 315 metros de extensão e as demais uma extensão total de 28.137 metros que percorrem diversos bairros da cidade.

### **2.2.3 Estação Elevatória e/ou Recalque**

O Curso de Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos, 2015, aponta uma estação elevatória e/ou recalque, como um conjunto de tubulações, acessórios, bombas e motores necessários para transportar certas vazões de um reservatório inferior para um reservatório superior. Não somente, mas também, Araújo (2014) fundamenta que:

*As estações elevatórias, recebem também o nome de poços de bombeamento, ou estações de bombeamento, os quais são utilizados para elevação da água proveniente de zonas de drenagem. Estes equipamentos permitem ultrapassar as dificuldades de topografia do terreno, tornando possível a ligação a outras estações, e consequentemente à rede de distribuição. (DE ARAÚJO, Francidézio Meira, 2014).*

Mediante o exposto, o município conta com duas Estações de Água Bruta e quatro de água tratada. As mesmas estão localizadas no BTN e Centro e são responsáveis de bombear a água do manancial a estação de tratamento e dos reservatórios as redes de distribuição dos bairros da cidade, respectivamente. (PLANO DE SANEAMENTO MUNICIPAL DE PAULO AFONSO, 2019).

#### **2.2.4 Estação de Tratamento de Água (ETA)**

Sobre a água, segundo a (SANESUL, 2022), “Para que possa ser consumida, sem apresentar riscos à saúde, ou seja, tornar-se potável, a água tem que ser tratada, limpa e descontaminada”. Desse modo, o seu tratamento é uma das etapas para que ela seja distribuída à população.

Esse tratamento atende diversos aspectos, desde higiênicos a econômicos, de acordo com a (CAESB, 2022). Ela ainda afirma que: A necessidade de tratamento e os processos exigidos deverão então, ser determinados com base em inspeções sanitárias e nos resultados de análises (físico-químicas e bacteriológicas) representativas do manancial a ser utilizado como fonte de abastecimento. Em resumo, como publicado no Caderno Temático Saneamento Básico: Abastecimento de Água Potável, uma ETA é caracterizada como o conjunto de infraestruturas e instalações operacionais destinadas a tratar a água bruta.

Para que a água atenda aos requisitos físico-químicos e bacteriológicos, ela necessita passar por um processo de tratamento denominado de convencional, que é dividido em seis etapas, como informa a (CEASB,2022), que ainda segundo a mesma são denominados de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

Assim sendo, possuindo duas estações de tratamento, uma localizada no Centro e outra no BTN, a cidade de Paulo Afonso é composta por um total de 17 floculadores mecanizados, 09 decantadores e 08 filtros, que trabalham 21 horas por dia tratando cerca de 310 l/s de água, em conjunto. (PLANO DE SANEAMENTO MUNICIPAL DE PAULO AFONSO,2019).

#### **2.2.5 Reservatórios**

Após o tratamento, a água é armazenada em reservatórios, normalmente situados em pontos mais altos para facilitar a entrega à população (SABESP, 2022). Outrossim, os reservatórios são classificados como unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água

situados em pontos estratégicos do SAA, de modo a garantirem a quantidade de água, a adução com vazão e altura manométrica, menores diâmetros no sistema e melhores condições de pressão. (CADERNO TEMÁTICO SANEAMENTO BÁSICO: ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL, 2016).

Em suma, o sistema de reservação de água do município conta com 09 reservatórios entre apoiados e elevados, onde dois encontram-se desativados e sete operando de forma considerada satisfatória. (PLANO DE SANEAMENTO MUNICIPAL DE PAULO AFONSO, 2019).

### **2.2.6 Rede de Distribuição**

Depois de tratada, a água é armazenada em reservatórios de distribuição para, depois, ser levada até os reservatórios de bairros, estrategicamente localizados. De lá, a água segue por tubulações maiores (adutoras) e entra nas redes de distribuição até chegar ao consumidor final (SABESP, 2022). Em resumo, sua função é transportar a água tratada até as residências, edifícios comerciais, indústrias e locais públicos. (ReCESA, 2008)

Sendo assim, segundo informações da EMBASA, disponibilizada no Plano Municipal de Paulo Afonso, 2018, a rede de distribuição é constituída por tubos de PVC, DeFoFo e ferro fundido com diâmetros variando de 32 mm a 350 mm.

## **2.3 PERDAS DE ÁGUA**

As perdas de água nos sistemas de abastecimento correspondem à diferença entre o volume total de água produzido nas estações de tratamento e a soma dos volumes medidos nos hidrômetros instalados nos imóveis dos clientes. (SABESP, 2022). Somado a isso, o Instituto Trata Brasil (2021), diz que: “As perdas podem ser chamadas de reais ou aparentes, as chamadas perdas reais são as associadas aos vazamentos, já as perdas aparentes são a falta de hidrômetros, erros de medição, ligações clandestinas e ao roubo de água”.

Conforme dados retirados no estudo feito pelo Instituto Trata Brasil em parceria com a organização Water.org: PERDAS DE ÁGUA 2020 (SNIS 2018): DESAFIOS PARA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E AVANÇO DA EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO, o Brasil obteve um índice de perda de água nas redes de distribuição de 38,45% no ano de 2018, o que indicou um piora em comparação aos 38,29% encontrados no ano anterior

e com resultados de perda de faturamentos totais de 37,06% e 38,29% respectivamente nos mesmos anos.

Sendo assim, Miranda (apud HELLER, 2010), afirma que:

*A adequada gestão dos sistemas de abastecimento de água deve ter, dentre suas diversas atividades, o gerenciamento das perdas, estratégico para a sobrevivência dos operadores. Combater e controlar as perdas é uma questão fundamental, em cenários em que há, por exemplo: escassez de água e conflitos pelo seu uso; elevados volumes de água não faturados, comprometendo a saúde financeira do operador; um ambiente de regulação, em que os indicadores que retratam as perdas de água estão entre os mais valorizados para a avaliação de desempenho.*

### 2.3.1 Perdas Aparentes

Segundo Miranda (2002), “A compreensão da dimensão do problema das perdas de água passa por uma visão das principais fases de um sistema de abastecimento de água”. De tal modo, Alegre et al. (2005), utiliza a definição de perdas aparentes como: a parcela das perdas que contabiliza todos os tipos de imprecisões associadas às medições da água produzida e da água consumida, e ainda o consumo não autorizado (por furto ou uso ilícito).

O SNIS (2018), relata que as perdas aparentes impactam diretamente no faturamento da companhia, pois quanto maior a eficiência da micromedição e mais preciso o cadastro comercial, maior tenderá a ser o faturamento. Assim, a referência supracitada divide os níveis de perdas aparentes como sendo:

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

Com isso, Alegre et al. (2005) afirma que o controle dessas perdas depende de ações da entidade gestora, não havendo fatores contextuais relevantes a analisar, sendo assim necessário a prática de ações de sensibilização dos cidadãos. Sendo assim, o SNIS (2018) completa: As ações de redução e controle de perdas aparentes demandam esforço continuado, aliando o emprego de tecnologias adequadas de medição de água a políticas firmes de educação ambiental, comunicação social, controle de fraudes e sistemas de atualização cadastral.



### 2.3.2 Perdas Reais

Carvalho et al. (2003), descreve as perdas reais ou físicas como vazamentos nas adutoras de água bruta, estações de tratamento de água (se aplicável), nas tubulações principais, reservatórios e conexões de serviços, até o ponto de medição do cliente. Em resumo, elas são o volume de água produzido que não chega ao consumidor final. (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO NACIONAL, 2022).

Em virtude a essas características, Alegre et al. (2005) aponta alguns fatores que influenciam na ocorrência das perdas físicas:

- O estado das adutoras, o seu material e a frequência de fugas;
- A pressão de serviço média, quando o sistema está pressurizado;
- A densidade e comprimento médio dos ramais;
- A localização do medidor domiciliar;
- Comprimento total das adutoras.

Desse modo, Motta (2010), apresenta as perdas reais de um sistema de abastecimento de água por unidade do sistema de distribuição, sua origem e magnitude.

**QUADRO 1: Origem e magnitude das Perdas de Água.**

	<b>LOCAL</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>MAGNITUDE</b>
<b>PERDA REAL</b>	ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA	VAZAMENTOS NA TUBULAÇÃO	VARIÁVEL, FUNÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E PROCEDIMENTOS
		LIMPEZAS (VOLUMES ALÉM DO NECESSÁRIO)	
	TRATAMENTO	VAZAMENTOS NAS ESTRUTURAS	SIGNIFICATIVA, FUNÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS
		LAVAGEM DOS FILTROS	
		DESCARGA DE IODO	
	RESERVAÇÃO	VAZAMENTOS DAS ESTRUTURAS	VARIÁVEL, FUNÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E
EXTRAVASAMENTOS			

		LIMPEZAS (VOLUME ALÉM DO NECESSÁRIO)	PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.
ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA		VAZAMENTO DE TUBULAÇÃO	VARIÁVEL, FUNÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.
		DESCARGAS	
		LIMPEZAS (VOLUME ALÉM DO NECESSÁRIO)	
DISTRIBUIÇÃO		VAZAMENTOS NA REDE	SIGNIFICATIVA, FUNÇÕES DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO E DAS PRESSÕES.
		VAZAMENTOS NOS RAMAIS	
		DESCARGAS	

FONTE: Motta, 2010

O mesmo autor fundamenta que são diversas as ações de controle para combater as perdas físicas e/ou reais. Dentro delas podemos citar o cadastro técnico atualizado, digitalizado e georreferenciado, setorização, macromedição e cadastro comercial, onde sem elas não é possível iniciar programas preventivos ou corretivos de controle de perdas e tão pouco mensurar seus efeitos.

Zaniboni (2009) fundamenta que: “O estudo da VRP e do booster, bem como os procedimentos e padrões para os ramais de ligação de água, podem ser utilizados para o efetivo controle e redução de perdas reais em um sistema de abastecimento de água”. Em paralelo, Samir et al. (2017), através de estudo realizado na cidade de Alexandria, Egito, com o objetivo de minimizar a perda de água em virtude das altas pressões, faz o uso de válvulas redutoras de pressão fixa, onde obtém uma queda de 37% para melhor no cenário avaliado.

E em segmento a Motta (2010) e os demais escritores, Carvalho (2014), em seu estudo REDUÇÃO DE PERDAS REAIS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, afirma também que: “A implementação de Zonas de Medição e Controlo (ZMC), com a ajuda de um sistema de telegestão, permite que de uma forma mais fácil sejam detectadas fugas e roturas no sistema de abastecimento”.

Com isso, Gouveia (2015) em sua tese de mestrado Avaliação de Custos e Benefícios do Controlo de Perdas Reais em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, ressalta que:

*A importância de uma correta quantificação de perdas de água e a vantagem que existe na realização do controlo ativo de perdas e na rapidez e qualidade da reparação de avarias, especialmente naquelas que afloram à superfície. Quanto*

*menos perdas reais existirem ao longo de um SAA, mais eficientes são as entidades gestoras e mais satisfeitos se encontram os seus clientes.*

E por fim Júnior et al. (2015) salienta que: “O combate às perdas reais num sistema de abastecimento de água torna-se imprescindível quando se espera melhorarias em sua operacionalização”.

### **3. METODOLOGIA**

Com intenção de avaliar e quantificar a água perdida proveniente de vazamentos da Estação de Tratamento de Água (ETA), localizada no município de Paulo Afonso – BA, no bairro Tancredo Neves (BTN), este trabalho foi subdividido em duas etapas de análises, uma para se obter dados quantitativos e a outra para evidenciar a qualidade da água desperdiçada.

Para fins de análises, foram executados procedimentos em campo como o cálculo do volume da água desaproveitada e a coleta da mesma por um período de cinco dias úteis para que assim pudessem ser desenvolvidos os testes de turbidez, coloração e pH, executados no laboratório de química da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão em Delmiro Gouveia.

#### **3.1 MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS**

##### **3.1.1 Volume de água perdido**

Para que fosse possível calcular a vazão da água perdida pelos vazamentos da ETA, foram utilizados quatro sacos de rafia preenchidos com areia molhada, afim que os mesmos impedissem a saída da água na caixa de drenagem, como ilustrado na figura 1. Além de se fazer o uso de uma trena, giz e cronômetro para calcular o tempo que a água levaria para preencher o espaço delimitado.

Com isso, no intuito de se obter valores quantitativos acerca do volume de água desperdiçado através de vazamentos da ETA Setor BTN do município de Paulo Afonso, foram realizados durante cinco dias úteis da primeira semana de maio de 2022, medições em mesmo horários do tempo que a água empossada por meio do fechamento da saída da caixa de drenagem com sacos de rafia preenchidos com areia molhada, levaria para cobrir um volume de 0,246 m<sup>3</sup>.

Com os tempos de duração que a água levou para preencher o espaço delimitado, foram realizados os cálculos de vazão por meio do método fundamentado por Ferreira et al. (2018) como direto, que é dividido em volumétrico e gravimétrico, onde o volumétrico é a razão entre volume do fluido (V) que atravessa uma certa seção de escoamento pelo tempo (t), como indicado na fórmula abaixo:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Assim, os resultados foram analisados sob duas perspectivas: encontrar o volume de água que é desperdiçado diariamente nesta ETA e fazer uma comparação a quantidade de habitantes do município que não possuem acesso a água potável, além propor alternativas para solução do problema encontrado.

Figura 1- Sacos de rafia com areia



Fonte: Sacaria Safra (2022)

As ilustrações abaixo, esquematizam o passo a passo realizado para execução do estudo de caso durante os cinco dias:

Figura 2- Fechamento da saída da caixa de drenagem com sacos de rafia preenchidos com areia molhada.



Fonte: Autora (2022)

Figura 3- Marcação de volume de 0,246 m<sup>3</sup>



Fonte: Autora (2022)

Figura 4- Marcação de tempo para preencher o volume.



Fonte: Autora (2022)

### 3.1.2 Análise de água perdida

Já para realizar a coleta da água afim de qualifica-la, foram utilizados potes plásticos descartáveis de 140 ml, seringas plásticas, além dos aparelhos necessários para os testes de turbidez, cor e pH, como o turbidímetro, colorímetro portátil AquaColor Cor da PoliControl e um peagâmetro com escala para leitura de diferença de potencial ou pH de 0 a 14, respectivamente, onde são ilustrados nas figuras abaixo.

Figura 5- Turbidímetro



Fonte: Del Lab (2022)

Figura 6- Colorímetro portátil AquaColor Cor da PoliControl



Fonte: Autora (2022)

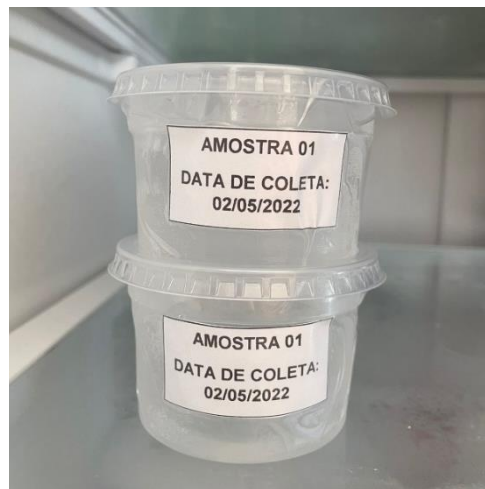
Figura 7- Peagêmetro com escala para leitura de diferença de potencial de pH de 0 a 14



Fonte: Autora (2022)

Durante o estudo, também foi qualificada a água que estava sendo despejada de forma inútil pela ETA. Para isso, no mesmo intervalo de tempo de cinco dias úteis foram coletadas duas amostras por dia dessas águas em potes plásticos descartáveis de 140 mL, que até o dia da execução dos testes ficaram mantidas em conservação num refrigerador BRASTEMP modelo BR 080AKBNA50 com temperatura mínima, como ilustrado nas figuras abaixo.

Figura 8- Amostras mantidas em conservação



Fonte: Autora (2022)

Figura 9- Refrigerador mantido em temperatura mínima



Fonte: Autora (2022)



Depois de coletada todas as amostras, a autora se dirigiu ao laboratório de química da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, as transportando em uma bolsa térmica para que não mudassem suas propriedades.

Em laboratório, os testes de turbidez, cor e pH foram realizados. Abaixo estão descritos o passo a passo de cada teste seguido pela apostila de Metodologia de Análises de Água e Efluentes Líquidos, disponibilizados pela Universidade Federal de Alagoas:

- **TURBIDEZ**

A medida da turbidez é realizada com o uso de um Nefelômetro e é baseada na comparação da intensidade de luz desviada pela amostra, com a intensidade de luz desviada por uma suspensão padrão de referência (comumente formazina).

De tal modo, foi utilizado um turbidímetro DTL WV, como indicado na figura 2 e feito sua calibração conforme recomendado pelo fabricante e descrito na apostila. Após calibrado, inserimos cada amostra nas cubetas e assim efetuado a medição do material coletado durante os cinco dias, obtendo assim resultados na Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT).

- **COR**

Para obtenção dos resultados da cor da água coletada, foi utilizado um Colorímetro portátil AquaColor Cor da PoliControl, como ilustrado na figura 3. O mesmo também precisou passar por calibração. Depois de efetuado esse procedimento, foi introduzido a cubeta com a água da torneira da universidade que foi empregada como parâmetro, visto que a mesma é considerada potável. Contudo, é necessário que a cubeta esteja bem limpa.

Com o valor de padrão em mãos (4,15 uC), foram efetuados os testes das amostras, encontrando resultados em Unidade de Cor (uC), podendo assim, compará-los.

- **pH**

Por fim, foi realizado o teste de determinação de pH, através do Método Eletrométrico. Com ele, segundo a apostila, a sua determinação é feita eletronicamente com a utilização de um potenciômetro e eletrodos. O princípio da medição eletrométrica do pH é a determinação da atividade iônica do hidrogênio, utilizando o eletrodo padrão de hidrogênio, que consiste de uma haste de platina sobre a qual o gás hidrogênio flui a uma pressão de 101 kPa.

Por meio disso, foi utilizado um peagômetro com escala para leitura de diferença de potencial ou pH de 0 a 14 como mostrado na figura 4 e um béquer de 25 ml. Executado todo o passo a passo para ligar o aparelho como apresentado na apostila, foram feitas as medi es de todas as amostras, obtendo seus determinados resultados.

Vale enfatizar que para execu o dos testes anteriores, as amostras foram manuseadas por meio de uma seringa descartável e béqueres unitários, como ilustrado na figura 9, para que as mesmas não fossem contaminadas e perdessem suas propriedades.

Figura 10- Amostras separadas com cada seringa e béquer



Fonte: Autora (2022)

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 VOLUME DE ÁGUA PERDIDA

Feito as medições utilizando os materiais e métodos anteriores, obtivemos os valores para evidenciar nossos resultados. Nas tabelas abaixo estão apresentadas o tempo que a água levou para preencher o volume de 0,246 m<sup>3</sup>, bem como a vazão calculada através da fórmula 1 e por fim o volume desperdiçado diariamente junto a sua média durante o período dos cinco dias úteis.

Tabela 1- Duração de tempo para preencher o volume de 0,246 m<sup>3</sup>

Dia	02/05/2022	03/05/2022	04/05/2022	05/05/2022	06/05/2022
Duração de Tempo (t)	65 s	62 s	60 s	24 s	29 s

Fonte: Autora (2022)

Tabela 2- Vazão obtida por meio da fórmula 1

Dia	02/05/2022	03/05/2022	04/05/2022	05/05/2022	06/05/2022
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,00378	0,003967	0,0041	0,01025	0,00848
Vazão (L/s)	3,78	3,967	4,1	10,25	8,48

Fonte: Autora (2022)

Tabela 3- Volume diário

Dia	02/05/2022	03/05/2022	04/05/2022	05/05/2022	06/05/2022
Volume Diário (L)	326.592	342.748	380.160	885.600	732.672

Fonte: Autora (2022)

O trabalho foi realizado em apenas uma semana, sendo considerado de caráter exploratório. porém durante realização, foi possível perceber uma diferença considerável no volume encontrado nos dois últimos dias de análise. Em virtude desse acontecimento, a autora duvidou que os resultados eram oriundos somente de vazamentos da estrutura. Mas, em conversa com operador da empresa gestora, foi afirmado que o valor encontrado era resultante do escoamento de água da estação de tratamento.

Analisando os resultados mostrados nas tabelas acima, é possível obter um volume médio diário de 533.554 L de água perdidas semanalmente de segunda a sexta-feira oriundos de vazamentos da ETA.

A Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), publicou em 2020 que as famílias brasileiras possuem um uso de água per capita por dia de 116 litros, porém na região Nordeste esse número está abaixo da média, com uma margem de 83 litros diários por membro de cada família.

O município de Paulo Afonso, localizado no estado da Bahia possui um consumo médio per capita abaixo da média do país, onde opera com uma média de 102 litros de água por habitante/dia, baseados em dados do Instituto Água e Saneamento (2022).

A mesma referência supracitada, afirma que 88,4% da população total do município, tem acesso aos serviços de abastecimento de água, onde comparado as médias do estado e país com 81,13 e 83,71% respectivamente, encontra-se em melhores condições. Porém, dos 119.213 habitantes (IBGE, 2021), mais de 15 mil não possuem acesso a água, sendo eles de áreas urbanas e rurais.

Com isso, podemos perceber que a água perdida pelos vazamentos da Estação de Tratamento de Água do Setor BTN, seria responsável por atender 4.600 hab/dia em uma escala nacional, 6.428 hab/dia em relação à média nordestina e exatamente 5.427 habitantes diariamente no município de Paulo Afonso, o que implica num total de mais de 36% da população que não tem acesso ao recurso hídrico tratado.

## **4.2 QUALIDADE DA ÁGUA**

Para que a água seja disponibilizada ao consumo humano, necessita atender alguns parâmetros. Para isso, foram realizados os testes de turbidez, cor e pH, seguindo os procedimentos explicados no item 3.1.2. Na tabela 4 são descritos os resultados obtidos das dez amostras coletadas em campo:

Tabela 4- Resultados obtidos dos testes de turbidez, cor e pH.

Testes		Turbidez (NTU)	Cor (uC)	pH
Amostras				
Dia 01	Amostra 1.2	0,04	4,08	7,00
	Amostra 1.1	0,04	4,11	7,17
Dia 02	Amostra 2.2	0,04	4,08	7,18
	Amostra 2.1	0,04	4,13	7,18
Dia 03	Amostra 3.2	0,04	4,05	7,19
	Amostra 3.1	0,04	4,11	7,19
Dia 04	Amostra 4.2	0,04	4,06	7,20
	Amostra 4.1	0,04	4,10	7,28
Dia 05	Amostra 5.2	0,04	4,12	7,33
	Amostra 5.1	0,04	4,12	7,40
Média dos Resultados		0,04	4,09	7,21

Fonte: Autora (2022)

Como determinado pela Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, a água para consumo humano é a água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal independentemente da sua origem. Para isso, a mesma salienta que para que ela seja considerada potável, precisa atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Anexo X presente na Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, onde ele informa que os valores máximos permitidos para a água, são de 15,00 UC para cor e 5,00 NTU para a turbidez, sendo também estabelecido na portaria valores tolerados para o pH de 6,00 a 9,00.

O Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2022), dividiu os testes de qualidade da água baseados em suas características físicas, químicas e biológicas, como descrito abaixo:

- **Parâmetros físicos:** cor, turbidez, sabor, odor, temperatura.
- **Parâmetros químicos:** pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes orgânicos e inorgânicos.
- **Parâmetros biológicos:** organismos indicadores, algas, bactérias.

Desse modo, de acordo com a SAAE, os ensaios realizados trouxeram parâmetros vinculadas as características físicas e químicas da água, os quais baseados nos resultados encontrados, como mostrado pela tabela 4, e sendo comparados aos padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, se encontram dentro dos valores estabelecidos para que essas amostras se tornem potáveis. Esse fato comprova ainda mais que a água perdida pelos vazamentos da ETA setor BTN, depois de passar pelos demais testes que comprovem sua potabilidade, poderia está sendo distribuídas para milhares de habitantes da cidade, diminuindo assim o seu índice de população sem acesso a água tratada.

### **4.3 LEVANTAMENTO DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES**

Como mencionado o Brasil é um país com grande disponibilidade hídrica, porém, de acordo com a ANA “grande parte desse recurso está concentrada em regiões onde há menor quantidade de pessoas”. Como por exemplo, a região Nordeste e o norte de Minas Gerais, pelo fato de possuir um clima predominante de semiárido, os mananciais nem sempre oferecem acesso à água em quantidade suficiente para o abastecimento humano, como descrito pela referência supracitada.

Baseado em dados do SNIS (2020), o país possui uma porcentagem de 84,1% da população com acesso ao sistema de abastecimento de água, o que implica em números mais de 175 milhões de habitantes em uma nação que possui cerca de 211 milhões. Em contrapartida o valor de perda de água não contabilizada chega a mais de 40% (SNIS, 2020).

De tal modo, medidas devem ser tomadas. Analisando o problema apresentado, nota-se a importância da empresa gestora dá atenção a manutenção do sistema de água, principalmente aplicando métodos que combatam esses vazamentos, os quais são responsáveis por uma perda de água significativa, o que impossibilita o acesso dos habitantes a esse recurso hídrico. Mas, além desses reparos, o estudo de melhores práticas para geri o controle de perdas, como por exemplo a inclusão de planos de gestão e a utilização de indicadores que acompanhem o processo das ações definidas nos planos, também se enquadram como uma alternativa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado na Estação de Tratamento de Água situada no município de Paulo Afonso no estado da Bahia do setor BTN, passa um cenário preocupante quanto a perda de água tratada provenientes de vazamentos desta estrutura contabilizando mais de 530 m<sup>3</sup>/dia, principalmente quando a cidade possui mais de 10% da população sem acesso a esse recurso.

Como visualizado nos resultados encontrados, a água atende alguns parâmetros que são necessários para que seja consumida pelos seres humanos, como o pH, turbidez e cor, fator que contribui para a saúde pública do município. As medidas adequadas quanto a quantidade e qualidade da água, são essenciais para o desenvolvimento socioeconômico do local, o que reflete de forma direta nas condições de saúde e bem-estar da população.

Somado a isso, apesar dos avanços relacionados a maior acesso ao saneamento básico e a tentativa de reduções quanto as perdas, o Brasil ainda precisa crescer de forma mais significativa para diminuir seus índices, visto que segundo o Instituto Trata Brasil (2020) em um período de três anos, só obteve queda de aproximadamente 1% a.a no que se diz respeito as perdas de distribuição e faturamento, as quais as águas de vazamentos das estruturas estão incluídas.

Para que haja reduções dessas perdas, algumas ações precisam ser colocadas em prática. A principal delas é a conscientização por parte da gestora, que nesse caso é a Empresa Baiana de Águas e Saneamento, para que opere ações de prevenção dos causadores desses vazamentos ao invés de lançar licitações para execução de novas estruturas. A mesma deveria implantar planos de reparos nas estações existentes, o que diminuiria custos com novas obras e evitaria a perda de faturamento das águas já tratadas.

Além disso, o gerenciamento do controle de perdas com a implementação de planos de gestão, baseadas no conhecimento do sistema, indicadores de desempenho e metas preestabelecidas, mais o entendimento das dificuldades de setorizar os sistemas de abastecimento, acompanhados com planos de médio e longo prazo para o controle dessas perdas, são essenciais para que as empresas diminuíssem esses números e aumentem seus faturamentos.

Em dados gerais, conclui-se a importância dos reparos nas estruturas que compõe um Sistema de Abastecimento de Água. O presente trabalho só indicou as perdas provenientes da ETA, porém, um SAA é composto por um complexo sistema que se interliga e necessita de atenção quanto a sua conservação, principalmente quando nos tratamos de água, um recurso vital e finito, fato que fica como sugestão para próximas pesquisas.

## REFERÊNCIAS

AESBE – Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento. **EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento**. Disponível em: <<https://aesbe.org.br/novo/embasa/>> Acesso em: 28 de março de 2022

ALEGRE, Helena et al. **Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição**. Instituto Regulador de Águas e Resíduos. Novembro 2005

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **ANA e IBGE atualizam levantamento que aponta o papel da água na economia brasileira**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias/ana-e-ibge-atualizam-levantamento-que-aponta-o-papel-da-agua-na-economia-brasileira#:~:text=Segundo%20as%20Contas%2C%20com%20base,com%20143%20e%20121%20litros.>> Acesso em: 18 de maio de 2022

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **São Francisco**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/sao-francisco/sao-francisco-saiba-mais>> Acesso em: 26 de março de 2022

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Abastecimento**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua/abastecimento>> Acesso em: 27 de maio de 2022

ARAÚJO, Francidézio Meira de. **Algumas características de uma Estação Elevatória de Água**. Trabalho de Conclusão de Curso. Campina Grande – PB. 2014

ARAÚJO, S.M.S. **A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos**. Rios Eletrônica – Revista Científica da FASETE, n. 5, p. 89-98, 2011

BASTANELLO, Mateus et al. **Levantamento de perdas no processo de uma Estação de Tratamento de Água – Estudo de Caso**. 2º Fórum Internacional Ecoinnovar, Santa Maria – RS. 2013.



BRASIL, Ministério da Saúde. **Glossário Saneamento e Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://www.aguabrasil.iciet.fiocruz.br/index.php?pag=sane>> Acesso em: 28 de março de 2022

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Disponível em: <[http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria\\_Consolidacao\\_5\\_28\\_SETEMBRO\\_2017.pdf](http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf)> Acesso em: 27 de maio de 2022

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <[https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> Acesso em: 18 de maio de 2022

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. **Como a água é tratada**. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/como-a-agua-e-tratada.html>> Acesso em: 03 de abril de 2022

CARVALHO, Hugo Ricardo Fontes. **Redução de perdas reais de água em sistemas de abastecimento de água**. Dissertação de Mestrado. Porto – Portugal. 2014

CBHSF. **A Bacia**. Disponível em: <<https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>> Acesso em: 25 de março de 2022.

COSTA, Adriana Guimarães. **Curso de Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos**. Fortaleza – CE. 2015

EMBRAPA. **Região Nordeste**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/contando-ciencia/regiao-nordeste>> Acesso em: 25 de março de 2022.

FERREIRA, Jhenifer Barbosa et al. **O DESENVOLVIMENTO DO CÁLCULO DE VAZÃO**. Disponível em: <<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TYyOx8bgwWAJ:https://www.unif>>

imes.edu.br/ojs/index.php/coloquio/article/view/393/471+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em: 15 de junho de 2022.

FUNASA. **Plano Municipal de Saneamento Básico. Caderno Temático de Saneamento Básico: Abastecimento de Água Potável.** Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Abastecimento+de+%C3%81gua+Pot%C3%A1vel.pdf/c42e2752-7de2-4a0b-a751-fa352f1bdbc3?version=1.0>> Acesso em: 28 de março de 2022

GOUVEIA, Ana Francisca. **Avaliação de Custos e Benefícios do Controle de Perdas Reais em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água.** Dissertação de Mestrado. Porto – Portugal. 2015

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Paulo Afonso - BA. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

INSTITUTO DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **Município e Saneamento: Paulo Afonso – BA.** Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/ba/paulo-afonso>> Acesso em: 26 de março 2022

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Perdas de água 2020 (SNIS 2018): Desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico.** São Paulo – SP. 2020

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Perdas de água 2021 (SNIS 2019): Desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico.** São Paulo – SP. 2021

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Perdas de água: novo estudo mostra as perdas nos sistemas de distribuição, a baixa evolução desses indicadores e os grandes desafios para a solução.** Disponível em: <<https://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/perdas-de-agua/Release-Perdas-de-Agua.pdf>> Acesso em: 20 de abril de 2022

JÚNIOR, Antônio Carlos et al. - **Redução das perdas reais de água em um bairro de Montes Claros-MG.** AESB. Rio de Janeiro – RJ. 2015

MAPBIOMAS BRASIL. **A dinâmica da superfície de água do território brasileiro: Principais resultados do Mapeamento anual e mensal da superfície de água no Brasil entre 1985 até 2020.** Disponível em: <[https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias\\_A%CC%81gua\\_Agosto\\_2021\\_22082021\\_OK\\_v2.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias_A%CC%81gua_Agosto_2021_22082021_OK_v2.pdf)> Acesso em: 25 de março de 2022.

MAPBIOMAS BRASIL. **Superfície de água no Brasil reduz 15% desde o início dos anos 90.** Disponível em: <<https://mapbiomas.org/superficie-de-agua-no-brasil-reduz-15-desde-o-inicio-dos-anos-90>> Acesso em: 24 de março de 2022

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Abastecimento de água: construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água: guia do profissional em treinamento.** Nível 1– Belo Horizonte: ReCESA, 2008. 68p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Abastecimento de água: construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água: guia do profissional em treinamento.** Nível 2– Belo Horizonte: ReCESA, 2008. 88p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SNIS – Sistema de Informações sobre Saneamento. **Perdas Aparentes.** Vol. 4. Agosto 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SNIS – Sistema de Informações sobre Saneamento. **Perdas Reais.** Vol. 3. Agosto 2018.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Perdas Reais.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/pmss/projeto-com-agua/perdas-reais>> Acesso em: 22 de abril de 2022

MIRANDA; E. C. Gerenciamento de Perdas de Água. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de Água para Consumo Humano.** 2ª ed. rev. e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. Volume 2

MORAIS, Daniella Costa; CAVALCANTE, Cristiano A. Virgínio; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água.** Scielo.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pope/a/mCgyZSTtZsVt67SqGng6mFF/?format=pdf&lang=pt>  
 Acesso em: 20 de maio de 2022.

MOTTA, Renato Gonçalves da. **Importância da setorização adequada para combate às perdas reais de água de abastecimento público.** Dissertação de Mestrado. São Paulo – SP. 2010

PAULO AFONSO, **Plano Municipal de Saneamento do Município de Paulo Afonso 2019.** Disponível em: [http://pauloafonso.ba.gov.br/pmsb/P6\\_\\_1\\_\\_-\\_Documento\\_Sintese\\_PMSB\\_de\\_Paulo\\_Afonso\\_v\\_03\\_09\\_19.pdf](http://pauloafonso.ba.gov.br/pmsb/P6__1__-_Documento_Sintese_PMSB_de_Paulo_Afonso_v_03_09_19.pdf) Acesso em: 28 de março de 2022

ROCHA, Aristotelina. et al. **Geografia do Nordeste.** EDUFRRN Editora da UFRN, 2ª edição, Natal – RN: 2011

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Qualidade da Água.** Acesso em: <https://www.saaec.com.br/agua/qualidade-da-agua/#:~:text=Par%C3%A2metros%20f%C3%ADsicos%3A%20cor%2C%20turbidez%2C,organismos%20indicadores%2C%20algas%2C%20bact%C3%A9rias.>> Acesso em: 18 de maio de 2022.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Abastecimento de Água.** Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/imprensa/explicacoes/abastecimento.aspx?secaoId=196>  
 Acesso em: 03 de abril de 2022

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Controle de Perdas.** Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=37#:~:text=Perdas%20f%C3%ADsicas%20ou%20reais%3A%20correspondem,entrega%20nos%20im%C3%B3veis%20dos%20clientes.>> Acesso em: 07 de abril de 2022

SAMIR, Nourhan et al. **Controle de pressão para minimizar vazamentos na água sistemas de distribuí.** Alexandria Engineering Journal. Alexandria – Egito, 2017.

SANESUL - Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul. **Importância do Tratamento de Água.** Disponível em: < <https://www.sanesul.ms.gov.br/importancia-do-tratamento-de-agua>> Acesso em: 03 de abril de 2022

SHUBO, Tatsuo. **Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana.** Teses Fiocruz, Rio de Janeiro – RJ. 2003.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Abastecimento de Água.** Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/componentes/menu-snis-componente-agua-e-esgotos#:~:text=Um%20sistema%20de%20abastecimento%20de,%2C%20comercial%2C%20dentre%20outros%20usos.>> Acesso em: 28 de março de 2022

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Abastecimento de Água - 2020.** Disponível em: < <http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-abastecimento-agua>> Acesso em: 27 de maio de 2022

SOUZA, Roseane Maria Garcia Lopes de; PERRONE, Maria Adelaide; SANTOS, Raquel dos. **Sistema de abastecimento público de água.** Public system water supply - São Paulo; Uni Repro; s.d. 29 p.

TRATA BRASIL. **Instituto Trata Brasil lança mais um estudo de perdas de água.** Disponível em: < <https://tratabrasil.org.br/en/estudo-blog/estudos-itb/instituto-trata-brasil-lanca-mais-um-estudo-de-perdas-de-agua#:~:text=Ou%20seja%2C%20para%20cada%20100,a%20m%C3%A9dia%20chegou%20a%2039%25.>> Acesso em: 04 de abril de 2022

UFAL – UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. **Metodologia de Análises de Águas e Efluentes Líquidos.** CETC – Centro de Tecnologia. S/D.

ZANCHETTA, Thiago; FERREIRA, Denise Helena; SUGARA, Cibele. **Estações de Tratamento de Água: Indicadores de Sustentabilidade**. XVII Fórum Ambiental. Alta Paulista – SP. 2021

ZANIBONI, Nilton. **Equipamentos e metodologias para controle e redução de perdas reais em sistemas de abastecimento de água**. Dissertação de Mestrado. São Paulo – SP. 2009