



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**KAROLINY DE CASTRO AVELAR
MAISA MELO SATURNINO**

**PERDA DE ÁGUA POR MEIO DE PATOLOGIAS NA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE
GOIANÉSIA-GO**

PUBLICAÇÃO N°: 7

**GOIANÉSIA / GO
2020**



**KAROLINY DE CASTRO AVELAR
MAISA MELO SATURNINO**

**PERDA DE ÁGUA POR MEIO DE PATOLOGIAS NA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE
GOIANÉSIA-GO**

PUBLICAÇÃO N°: 7

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: LUANA DE LIMA LOPES

GOIANÉSIA / GO: 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

AVELAR, KAROLINY DE CASTRO.
SATURNINO, MAISA MELO.

Perda de água por meio de patologias na estação de tratamento de água da cidade de Goianésia-GO 2020, xv, 67P, 297 mm (FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Meio ambiente	2. Perdas de água
3. Saneamento Básico	4. Patologias
I. ENC/UNI	II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AVELAR, K. C; SATURNINO, M. M. Perda de água por meio de patologias na estação de tratamento de água da cidade de Goianésia-GO. TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, FACEG, Goianésia, GO, 67p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Karoliny de Castro Avelar; Maisa Melo Saturnino

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Perda de água por meio de patologias na estação de tratamento de água da cidade de Goianésia-GO.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Karoliny de Castro Avelar
Rua 21, Setor Universitário
76382-048 - Goianésia/GO - Brasil

Maisa Melo Saturnino
Avenida Goiás B, Dona Fiica
76387-045 - Goianésia/GO - Brasil

**KAROLINY DE CASTRO AVELAR
MAISA MELO SATURNINO**

**PERDA DE ÁGUA POR MEIO DE PATOLOGIAS NA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE
GOIANÉSIA-GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**LUANA DE LIMA LOPES, MSc. (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**MARINÉS CHIQUINQUIRA CARVAJAL BRAVO GOMES, Dra. (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX, Esp. (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 17 de DEZEMBRO de 2020.

*Dedicamos este trabalho:
aos nossos pais;
aos nossos irmãos;
a equipe da Saneago e
a nossa professora e orientadora, Luana.*

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho de conclusão de curso para chegar no seu fim contou com a ajuda de diferentes pessoas, dentre as quais nós agradecemos:

A Deus por absolutamente tudo, pois sem ele nada disso seria possível.

A professora e orientadora Luana de Lima Lopes, que durante todo esse ano nos acompanhou e nos forneceu todo auxílio necessário e preciso para a elaboração do trabalho, permitindo assim a sua conclusão.

Aos professores do curso de engenharia civil da faculdade FACEG de Goianésia-GO, que através de seus ensinamentos consentiram que hoje concluíssemos esse projeto.

Aos que nos ajudaram nas pesquisas e que nos informou tudo que era preciso. Principalmente a equipe da Saneago de Goianésia-GO, que nos forneceram os materiais adequados, nos explicaram e nos orientaram a tomar as medidas necessárias para a elaboração do trabalho.

As nossas famílias, que nos motivaram e ajudaram durante toda a construção do trabalho. Obrigada por ficar do nosso lado e sempre que foi preciso fornecendo ajuda que era pedida.

*“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito.
Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser...., mas graças a Deus, não
somos o que éramos. ”*
Marthin Luther King

RESUMO

A perda de água é um desafio encontrado na atualidade pelas empresas gestoras, que podem afetar a disponibilidade desse recurso e ao meio ambiente. Este presente trabalho trata a respeito da análise de perda de água por meio de manifestações patológicas na estação de tratamento de água da cidade de Goianésia-GO. Para a contextualização da pesquisa foi estudado sobre o sistema de abastecimento de água no estado de Goiás, no Brasil e no mundo, para entender o que é, e como funciona uma Estação de Tratamento de Água. Para a coleta de dados quantitativos e qualitativos foi necessário realizar visitas *in loco* a Estação de Tratamento de água (ETA). Foi verificado nas visitas, os tipos de patologias presentes que causam as perdas, podendo ser visualizadas por meio das fotografias. Para a análise quantitativa, das perdas de água, foi verificado as vazões de entrada e saída para o abastecimento, e por meio do cálculo da diferença, foi possível encontrar as perdas. A perda de água para os meses de março, abril, maio e junho, foram respectivamente 7,11 L/s, 3,33 L/s, 3,35 L/s e 10,30 L/s. A importância de expor esses dados se faz necessária para chamar atenção da sociedade das possíveis perdas e respectivas consequências na falta desse bem comum, sendo um recurso indispensável à vida. Não importa quem seja, o que faça ou onde vivem, todos dependem da água para viver.

Palavras-chaves: Contabilização das perdas; Meio ambiente; Saneamento básico; Sistema de abastecimento de água.

ABSTRACT

Water loss is a challenge currently encountered by management companies, which can affect the availability of this resource and the environment. This paper deals with the analysis of water loss through pathological manifestations in the water treatment plant in the city of Goianésia-GO. To contextualize the research, it was studied about the water supply system in the state of Goiás, in Brazil and in the world, to understand what a Water Treatment Plant is and how it works. For the collection of quantitative and qualitative data it was necessary to carry out on-site visits to the Water Treatment Station (ETA). During the visits, it was verified the types of pathologies present that cause the losses, which can be visualized through the photographs. For the quantitative analysis, of the water losses, the inflows and outflows for the supply were verified, and through the calculation of the difference, it was possible to find the losses. The water loss for the months of March, April, May and June, were 7.11 L / s, 3.33 L / s, 3.35 L / s and 10.30 L / s, respectively. The importance of exposing these data is necessary to draw society's attention to possible losses and their consequences in the absence of this common good, being an indispensable resource for life. No matter who they are, what they do or where they live, everyone depends on water for a living.

Keywords: Accounting for losses; Environment; Sanitation; Water supply system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Índices de disponibilização de serviço de saneamento básico adequado nos municípios em 2000 e 2010.....	7
Figura 2 – Localização do reservatório no terreno.....	9
Figura 3 – Reservatório de água potável em aço vitrificado sendo construído (A) e reservatório concluído (B).....	13
Figura 4 – Fissuras causadas no concreto devido a temperatura.....	17
Figura 5 – Estação de tratamento de água de Goianésia-GO.....	20
Figura 6 – (a) e (b) fissuras e eflorescências nos reservatórios.....	26
Figura 7 – (a) e (b) Umidade, bolor e eflorescência nos reservatórios.....	27
Figura 8 – (a) e (b) Água perdida através das patologias.....	28
Figura 9 – (a) e (b) Vazamento nas tubulações.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da leitura da vazão de entrada.....	30
Tabela 2 – Vazão de água de saída.....	30
Tabela 3 – Horas de funcionamento da ETA.....	30
Tabela 4 – Perda de água.....	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histórico das perdas na distribuição (IPD) no Brasil	10
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Escala de leitura na Calha Parshall.....	22
Quadro 2 – Classe de agressividade ambiental (CAA)	25
Quadro 3 – Resultados da leitura da vazão de entrada do mês de março.....	43
Quadro 4 – Resultados da leitura da vazão de entrada do mês de abril.....	43
Quadro 5 – Resultados da leitura da vazão de entrada do mês de maio.....	44
Quadro 6 – Resultados da leitura da vazão de entrada do mês de junho.....	44
Quadro 7 – Soma para controle de produção do mês de março.....	45
Quadro 8 – Horas de funcionamento da ETA do mês de março.....	46
Quadro 9 – Soma para controle de produção do mês de abril.....	47
Quadro 10 – Horas de funcionamento da ETA do mês de abril.....	48
Quadro 11 – Soma para controle de produção do mês de maio.....	49
Quadro 12 – Horas de funcionamento da ETA do mês de maio.....	50
Quadro 13 – Soma para controle de produção do mês de junho.....	51
Quadro 14 – Horas de funcionamento da ETA do mês de junho.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PV – Poço de visita

SANEAGO – Companhia de Saneamento de Goiás

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 SANEAMENTO BÁSICO	5
2.1.1 Saneamento em Goiás	6
2.2 ETA (ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA).....	7
2.3 PERDAS DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO	9
2.4 PERDA DE ÁGUA NA ETA.....	10
2.5 MANUTENÇÃO NA ETA	11
2.6 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE RESERVATÓRIOS.....	12
2.7 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO	13
2.7.1 Fissuras.....	14
2.7.2 Trincas	14
2.7.3 Umidade e bolor	15
2.7.4 Eflorescência	15
2.8 PATOLOGIA EM TUBULAÇÕES DA ETA	16
2.9 ORIGENS E CAUSAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	16
2.10 FORMAS DE RECUPERAÇÃO	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO A.....	43
ANEXO B.....	45

1 INTRODUÇÃO

A água tem um alto valor econômico e é essencial para vida de todos os seres vivos. Apesar de ser um recurso limitado, o Brasil destaca-se por ser um país em que há muita disponibilidade desse recurso natural. A cada dia que passa, o desafio para abastecer a população aumenta, isso é devido à má distribuição, à elevada demanda populacional e à poluição que atinge diretamente a qualidade da água (MACHADO, 2019).

Para o desenvolvimento das atividades humanas, a quantidade de água necessária para abastecimento vem aumentando significativamente no Brasil. Já a quantidade de água potável não aumentou (LEONETI et al., 2011). Sendo que a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas é um fator de saúde pública, pois a insuficiência ou a qualidade imprópria da água para consumo humano poderá ser causadora de doenças (LISBOA et al., 2013).

Para o tratamento e distribuição da água potável para os cidadãos, são construídas infraestruturas destinadas a conduzir a água desde a captação até o usuário final. Para chegar às residências, a água passa por várias fases, primeiramente ela é captada em rios ou barragens, e antes de chegar à estação de tratamento, ela passa pelo processo de gradeamento para retirada de itens maiores que possam prejudicar o processo, realizando uma pré-limpeza. Ao chegar à estação de tratamento, a água passa por processos para torná-la potável para assim ser distribuída através de redes e adutoras (JARDIM, 2016).

Na maioria das cidades, tem-se o lugar destinado ao tratamento de água imprópria para o consumo humano (água bruta), onde existem aparelhos e equipamentos necessários nesse processo para torná-la água potável: são as ETA's (Estação de Tratamento de Água). Para esse procedimento utilizam-se diversos métodos, entre eles o tratamento de natureza física dividido em sedimentação, decantação, filtração e flotação (HEDLUND, 2016).

A grande maioria das unidades das estações de tratamento são construídas de concreto e devido a esses tanques reservarem água em constante movimento, expostos a oscilação de temperatura e em contato com substâncias como o cloro que acelera a corrosão, podem resultar em danos ao concreto. Muitas estruturas por não receberem manutenções frequentes são encontradas em estados precários, por esse motivo são desenvolvidas diversas patologias (DINIZ et al., 2015).

No processo de tratamento da água existe uma perda significativa de produção, isso devido às antigas infraestruturas. Por assim serem, o processo de danificação acelera, aumentando os índices de perda e causando consequências às empresas de saneamento. Diante

desse cenário devem haver mudanças para melhorar os resultados e aumentar a eficiência nos sistemas operacionais reduzindo as perdas (MORAIS et al., 2010).

Muitas das regiões possuem conjuntos de abastecimento com materiais com pouca qualidade onde não há um planejamento adequado (MELATO, 2010). Com a alta demanda e a ineficiência do uso desse recurso hídrico percebe-se que existe um mau aproveitamento da água e conseqüentemente há o desperdício, em 2008 a média nacional no índice de perdas foi de 48,4% o que representa uma elevada perda financeira e impactos negativos para o meio ambiente (PIECHNICKI et al., 2011).

Ao longo dos anos, as perdas de água tornaram-se destaque em debate no meio técnico devido aos elevados índices encontrados nos órgãos gestores de água. Deve haver uma preocupação para implementar medidas de prevenção e aumentar a frequência de manutenção nos locais de distribuição (MOTTA, 2010).

Com o passar do tempo a conscientização social para diminuir o desperdício desse recurso natural aumentou e isso impulsionou gestores a dar uma relevância maior para esse assunto, pois esse desperdício afeta diretamente o meio ambiente e prejudica também o abastecimento, diminuindo a vazão nas redes e gerando insatisfação aos clientes (SOBRINHO e BORJA, 2016). Por esses fatores percebe-se a importância de um estudo para analisar a situação e as condições estruturais para diminuir as altas taxas de perdas de água.

Em grande parte das obras civis as patologias nas edificações são um dos principais problemas que comprometem a vida útil da construção. Existem várias formas desses danos se manifestarem como trincas, fissuras, rachaduras, entre outras. É necessário localizar essas manifestações patológicas e buscar recuperá-las para que as estruturas tenham mais durabilidade (ARIVABENE, 2015).

Diante desses fatos, a proposta deste trabalho é localizar, quantificar e identificar as razões do surgimento das patologias do sistema de tratamento de água, avaliando as manifestações patológicas que resultam em perdas de água, por meio de análise fotográfica e visual e analisar a vida útil avançada dessas infraestruturas, buscando formas de minimizar e combater essas perdas de água.

1.1 JUSTIFICATIVA

Grande parte dos tanques das estações de tratamento de água, são construídos de concreto. A água nesses tanques ao chegar, passa pelo tratamento e de lá desloca para vários caminhos. Esses tanques devem ser projetados para suportar diferentes variações de

temperatura, intempéries, vento e produtos usados para modificar a qualidade da água, ou seja, usados para o tratamento da água. Só que muitas das vezes isso não acontece, aparecendo assim fissuras e trincas, que são causadas devido a desagregação do concreto e o que poderá conseqüentemente acarretar em perdas de água. Vale destacar também que a má execução do projeto e o uso inadequado dos materiais, igualmente atrapalham na vida dos tanques.

As informações sobre as perdas de água fornecidas por meios de comunicações, mostram que não são causadas devido apenas às patologias presentes nos tanques das estações, mas também devido aos vazamentos nas tubulações, erros de leitura de hidrômetros e ligações clandestinas. Conforme os dados fornecidos no ano de 2018 do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), o índice nacional de perda de água na distribuição foi de 40%, no ano de 2016 foi de 38% e no ano de 2015 foi de 36,7%, basicamente são sete mil piscinas olímpicas de água tratada perdidas todos os dias (BRASIL, 2019).

O projeto estrutural das estações de tratamento de água precisa ser elaborado, estudado, analisado e executado corretamente. Devem-se fazer manutenções nos tanques, inspeções nas estruturas e equipamentos, e também é necessário ter descrições, a partir de relatórios, em que os funcionários precisam informar falhas no sistema e verificar a quantidade de produtos aplicados na água.

Caso essas ações sugeridas sejam cumpridas à risca, terão um maior controle, pois os números dos indicadores das perdas mostram a eficiência operacional das estações de tratamento. Caso contrário, se as perdas permanecerem, além do desperdício da água, pode ocorrer também um impacto financeiro para as estações.

Através desse trabalho percebe-se a importância desse tema, pois as perdas de água causam um impacto econômico-financeiro e ambiental. Quando os índices de perdas estão elevados significa redução no faturamento das Estações, porque esses indicativos são as principais amostras de eficiência da operação dos sistemas de abastecimento de água. As perdas fazem com que mais água tenha que ser retirada da natureza para cobrir a falta da que se perdeu e ainda representam um dos maiores desafios e dificuldades para a expansão das redes de distribuição de água no Brasil.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve por objetivo verificar e quantificar a perda de água na Estação de Tratamento de Água (ETA) da cidade de Goianésia-GO, por meio de manifestações patológicas nas estruturas de concreto e nas tubulações.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Vistoriar a Estação de Tratamento de Água (ETA), identificando os tipos de patologias encontradas, que causam as perdas de água na ETA;
- Fazer análise quantitativa das perdas de água por patologias;
- Apontar as possíveis causas das patologias;
- Propor possíveis soluções para evitar as perdas de água;
- Verificar as consequências das perdas de água para o ser humano e para o meio ambiente.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, que abordam a perda de água na estação de tratamento de água de Goianésia-GO.

O primeiro capítulo apresenta-se a introdução, a justificativa e os objetivos.

O segundo capítulo retrata o referencial teórico, que é composto pela discussão dos seguintes temas: saneamento básico, saneamento no Goiás, ETA (Estação de tratamento de água), perdas de água para abastecimento, perda de água na ETA, manutenção na ETA, materiais utilizados na construção dos reservatórios, patologias das estruturas de concreto, patologias em tubulações da ETA, origens e causas das manifestações patológicas e formas de recuperação.

O terceiro capítulo relata a metodologia, onde está exposto uma explicação detalhada e exata de todas as ações desenvolvidas em todo o trabalho.

O quarto capítulo aborda os resultados, depois de ter feito as vistorias, verificações e análises sobre as perdas de água na estação de tratamento de água de Goianésia-GO, foi exibido as patologias presentes e suas possíveis causas e outros fatores relevantes ao assunto, como sugestões para amenizar as perdas de água.

No quinto e último capítulo tem-se a conclusão, onde se tem um parecer final sobre o tema e sugestões de temas para continuidade desta pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SANEAMENTO BÁSICO

O aumento populacional nas cidades fez surgir grandes volumes de resíduos sólidos e líquidos, havendo a necessidade de criar meios tecnológicos para o tratamento dos mesmos. O saneamento básico é o conjunto destas tecnologias, ele envolve o tratamento de águas residuais, tratamento e coleta de esgoto, drenagem de águas pluviais e abastecimento de água. Ele ainda é considerado um desafio no Brasil, especialmente na área de coleta e tratamento de esgoto (MOISÉS et al., 2010).

A quantidade de água essencial para o andamento de certas atividades humanas foi aumentando ao longo dos anos, e uma maneira de prevenção e proteção dessas águas é o saneamento e o tratamento dos esgotos sanitários nas Estações de Tratamento. A água residuária tratada pode ser usada para diversas atividades, como em construções, limpeza de ruas, lavagem de carros, conter incêndios, descarga de banheiros e irrigação de campos e praças (LEONETI et al., 2011).

Nas décadas de 1970 e 1980 foi aplicado o Plano Nacional de Saneamento (Planasa). O Brasil melhorou e resolveu investir mais nas áreas de abastecimento de água e de esgoto sanitário devido a uma observação nos países desenvolvidos, notando que os mesmos haviam diminuído suas taxas de mortalidade depois de fazer investimentos nessas áreas. O plano melhorou o abastecimento de água, mas deixou a desejar na coleta de esgoto, que é um problema ainda presente no Brasil (DANTAS et al., 2012).

O abastecimento de água e o esgotamento sanitário apresentam diversos problemas devido ao pouco investimento nessa área, pouco atendimento, baixa eficiência operacional, má administração, pouca fiscalização e a carência de regulação. Por esses fatores esses setores são um dos que mais apresentam dificuldades econômicas e institucionais (LISBOA et al., 2013).

Doenças começam a aparecer quando há falta de saneamento, ou quando ele é precário e ultrapassado. Elas aumentam sob condições de pobreza e dificultam o desenvolvimento dos países, chegando a matar um milhão de pessoas em todo o mundo a cada ano. Atualmente, o saneamento é uma área que está tendo uma certa atenção, apesar de não atender todos, e que deve fornecer benefícios tanto na qualidade da água, mas também na saúde pública e de maneira sustentável (SAUCHA et al., 2015).

No Brasil há uma grande deficiência de serviços de saneamento básico nos domicílios. Percebeu-se ao longo dos anos um atendimento melhor da rede de abastecimento de água e rede

coletora de esgoto nos grandes centros das cidades comparativamente com as áreas periféricas das mesmas. Notando que aqueles com renda maior, que podem pagar tarifas, podem ter maior e melhor acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil. Verifica-se que ao longo do tempo os investimentos no saneamento foram mais para o retorno econômico do que para o retorno social (SAIANI e JÚNIOR, 2010).

2.1.1 Saneamento em Goiás

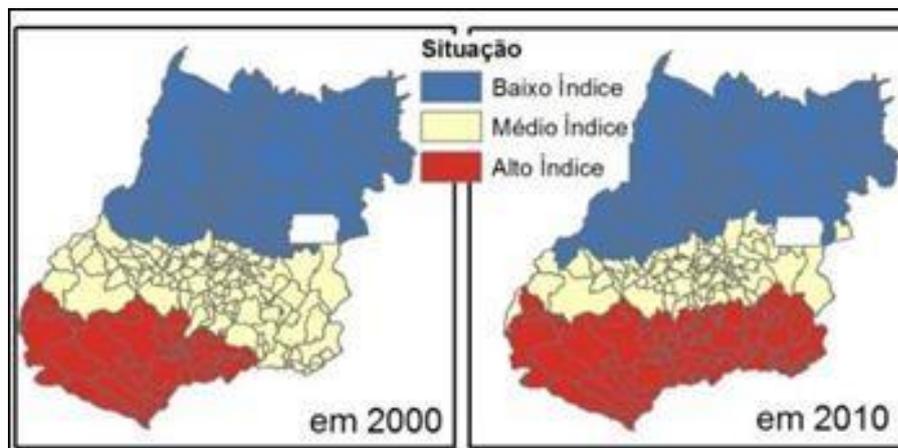
A região Centro-Oeste do Brasil é o conjunto dos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal, formando uma vasta área composta por 466 municípios, onde 42 dos municípios não contém dados no SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento) (IBGE, 2010). Ao comparar essa região com as outras do país percebe-se que o abastecimento de água está perto da média brasileira, mas a coleta e o tratamento de esgoto estão bem abaixo da média (DANTAS et al., 2012).

Segundo SNIS (2007), o sistema de saneamento básico não é desigual apenas entre municípios de diferentes estados brasileiros, mas também entre municípios do mesmo estado. No estado de Goiás, por exemplo o município de Goiânia tem 99,96% de residências recebendo abastecimento de água, já o município de São Miguel do Araguaia apresenta apenas 53,28% de residências abastecidas (JÚNIOR, 2010).

Em um estudo realizado entre os anos de 2000 e 2010, o IBGE formulou três categorias sobre as informações de saneamento básico, a categoria um é chamada de saneamento adequado. Entram nesta categoria os domicílios onde há coleta de lixo, rede de distribuição de água e coleta de esgoto. São poucos os domicílios goianos que recebem atendimento de saneamento básico de forma adequada (IBGE, 2010).

A partir do índice Getis-Ord, que é uma ferramenta estatística apresentada por Getis e Ord como um indicador de associação espacial local, verificou a porcentagem de domicílios que recebem serviços de saneamento básico adequado. A região sul do estado de Goiás é a que recebe o melhor atendimento, enquanto o norte e o centro deixam a desejar. Após uma década de investimento no saneamento ainda há desigualdade regional (SOUZA; FERREIRA; FORMIGA, 2016). A Figura 1 apresenta a diferença entre as regiões do estado nos anos de 2000 e 2010, a região sul apresenta os melhores índices comparados com as regiões centro e norte.

Figura 1 - Índices de disponibilização de serviço de saneamento básico adequado nos municípios em 2000 e 2010.



Fonte: SOUZA; FERREIRA; FORMIGA, 2016.

A empresa que oferece serviços de saneamento básico para o estado de Goiás é a SANEAGO, está presente no estado desde de 1967, fornece água tratada, coleta e tratamento de esgoto para os municípios goianos. Os dados fornecidos pela empresa informam que a mesma, assiste 5,7 milhões de habitantes com atendimento de água e 3,5 milhões de habitantes com esgotamento sanitário. Dos 246 municípios goianos existentes, ela proporciona seus serviços para 226 municípios (SANEAGO, 2018).

De acordo com Martins e Ferreira (2016), durante anos, houveram investimentos no saneamento básico em todo o estado de Goiás, e em todo o Brasil, isso durante o período entre 1995 e 2009, ocorreu uma evolução, uma melhora durante esses anos, conclui-se que os investimentos no sistema de abastecimento de água ofereceram pontos positivos para o desenvolvimento econômico do estado de Goiás, e também foi notado que, precisa-se ter uma certa preocupação no sistema de esgotamento sanitário.

2.2 ETA (ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA)

De acordo com o Decreto-Lei nº 236/98, de primeiro de agosto, os sistemas de abastecimento e de distribuição de água devem fornecer água potável de qualidade e com a quantidade necessária para a população (BRASIL, 1998). Esses sistemas envolvem diversos processos, como a captação, que é a coleta da água subterrânea ou superficial, a elevação, onde se encontra a água captada bruta ou tratada, a adução ou transporte, o tratamento, que é o

processo mais importante, é onde a água se torna potável, e ainda, o armazenamento e por último a distribuição (JARDIM, 2016).

Segundo a norma NBR 12216 (ABNT, 1992), a ETA é classificada como sendo um conjunto de unidades destinada a melhorar a qualidade da água aos padrões de potabilidade. Sua construção e o seu funcionamento devem seguir várias exigências normativas, como ser construída em um lugar de fácil acesso e produzir água de qualidade e com quantidade necessária para a população consumir. A norma também especifica como deve ser executado o seu projeto, exemplo a necessidade de execução de sondagem, que tem como objetivo reconhecer o subsolo, pois a sua unidade precisa ser construída acima do nível máximo de água do subsolo.

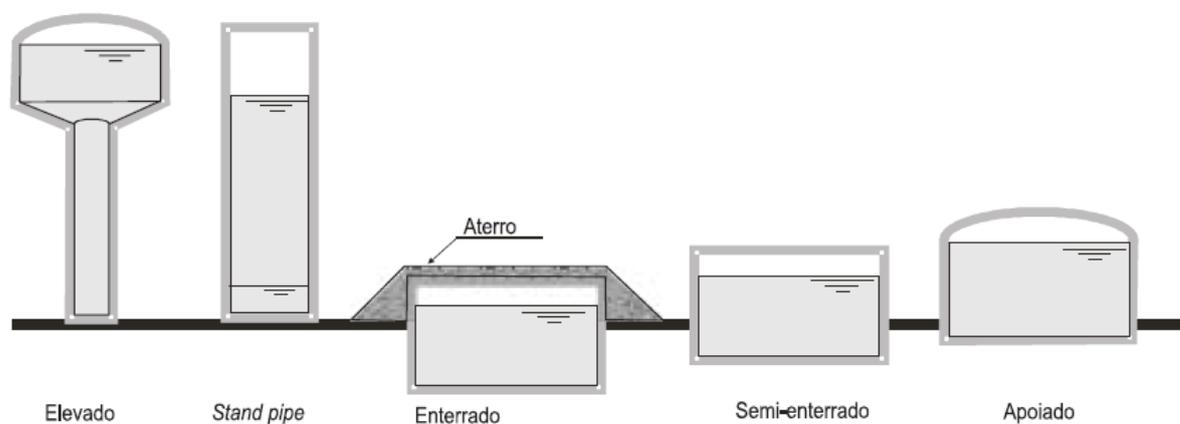
De acordo com Oliveira (2019), o tipo de ETA implantada em um determinado local depende da água bruta disponível no manancial, podendo ser com o tratamento convencional, filtração direta ou em linha. A água passa por processos de tratamento, segue para o reservatório de distribuição e é lançada na rede.

O tratamento da água ocorre nas Estações de Tratamento de Água (ETA's) e eles envolvem diversos processos biológicos, físicos e químicos. O início do procedimento é marcado pelo adicionamento de produtos químicos na água, que servem para desmembrar as impurezas ali presentes, processo chamado coagulação. Depois da divisão, as impurezas ficam espalhadas na água e se juntam formando flocos, no processo de floculação, que se assentam devido à gravidade, no processo de sedimentação e decantação. Esses flocos são conhecidos como lodo, ele é líquido, contém um grande volume e ficam localizados nos decantadores (COELHO et al., 2015).

Segundo Schujmann (2010), sendo considerada umas das partes finais do tratamento de água, a filtração é um processo que consiste na remoção de impurezas presentes na água. É apontada como uma das etapas principais para fornecer água com padrão de potabilidade. Logo após vem o processo de desinfecção, que consiste em adicionar cloro ou ozônio na água, garantindo que a mesma chegue ao consumidor isenta de bactérias e vírus (MONTEIRO; BRANDÃO; SOUZA, 2005). Por último é a fluoretação, que é o adicionamento do flúor na água tratada, tem como função prevenir a cárie dentária da população (DARÉ; SOBRINHO; LIBÂNIO, 2009).

Segundo Borges (2008), o reservatório da ETA é uma unidade que acumula e faz a passagem da água, que pode ser construído de concreto, aço, alvenaria e outros. No Brasil o concreto armado é o mais usado. O reservatório pode ser enterrado, apoiado, *Stand pipe*, elevado ou semienterrado (OLIVEIRA, 2019), conforme Figura 2.

Figura 2 – Localização do reservatório no terreno.



Fonte: OLIVEIRA, 2019.

No Brasil há cerca de sete mil e quinhentas estações de tratamento de água, e a maioria delas apresentam o ciclo completo, isto é, oferecem os processos de coagulação, floculação, decantação e filtração. Existem normas e leis que apresentam pontos importantes sobre o funcionamento dos sistemas de saneamento, as quais todas estações de tratamento de água devem seguir (ACHON et al., 2013).

2.3 PERDAS DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO

O ser humano tem o direito de ter acesso a água potável, portanto há a exigência de implantação de infraestruturas capazes de atender a demanda. O grande desafio para as prestadoras de serviço público é explorar de forma sustentável esse recurso hídrico e juntamente com a população evitar o desperdício controlando as perdas e fazendo o uso racional da água (SOBRINHO e BORJA, 2016).

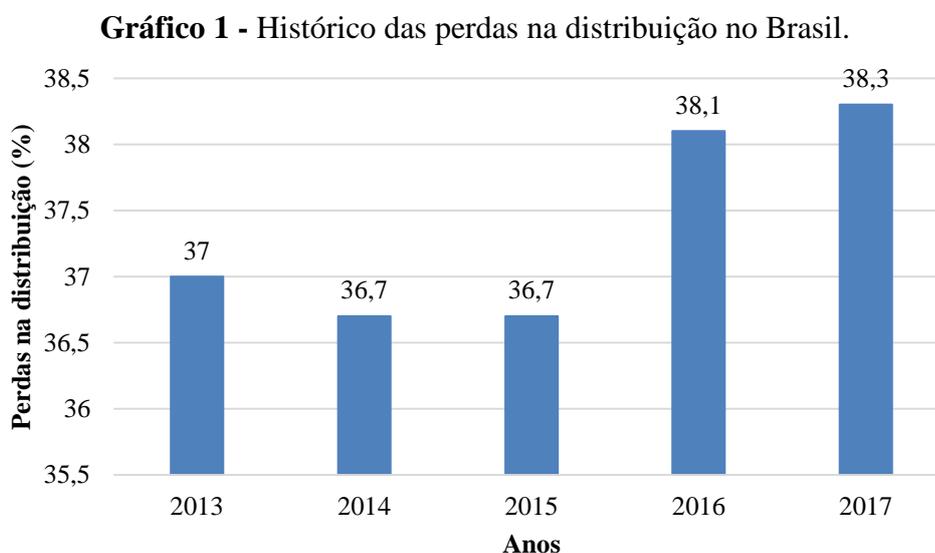
Atualmente, há uma grande preocupação mundial nas empresas de saneamento motivada pelas perdas de água. Inclusive países como o Brasil, Rússia, Canadá, Estados Unidos e China que possuem uma grande quantidade desse recurso hídrico apresentam um plano de gerenciamento para controlar essas perdas (GHIDETTI, 2013).

Segundo Silva et al. (2016), em um sistema de abastecimento de água, podem ocorrer perdas na produção, ou na parte de distribuição. Motta (2010), descreve que no sistema de abastecimento público as perdas de água se dividem em perdas reais, quando há um desaproveitamento do volume de água inicial ao decorrer da operação de distribuição, e a perdas

aparentes, quando o consumidor final recebe a água porém o valor não é cobrado corretamente, seja por alguma falha na medição ou por fraude quando se tem um consumo não autorizado.

O resultado de um alto valor das perdas reais, corresponde a uma captação e produção elevada ao volume verdadeiramente distribuído, isso afeta diretamente a demanda hídrica e os valores da produção, gerando um alto custo de energia, uma maior aplicação de produtos químicos, a necessidade de manutenções em equipamentos com mais frequência e impactos ao meio ambiente, enquanto as perdas aparentes aumentam o valor da venda de água, reduzindo as finanças da empresa (OLIVEIRA, 2018).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018), o cálculo da perda de água no Brasil foi de 38,3%, no ano de 2017, conforme o Gráfico 1. Esse alto índice de perda daria para abastecer a população brasileira por um ano. O gráfico ainda mostra, como os índices foram significativos no decorrer dos anos analisados, com a média de 37,4%, comprovando como é importante o estudo para possíveis soluções em relação as perdas de água.



Fonte: SNIS, 2018.

2.4 PERDA DE ÁGUA NA ETA

A grande maioria das estações de tratamento são construídas de concreto, é fundamental que uma estrutura de concreto armado receba manutenções para prolongar sua vida útil e conservar-se contra agentes agressivos que podem sensibilizar a estrutura. O grau de

deterioração na ETA é maior devido o aço e o concreto estarem em contato com agentes agressivos frequentemente (LOPES, 2018).

É necessário ter um bom projeto para que se tenha bons resultados e como grande parte das Estações de Tratamento são antigas existem falhas em muitas execuções não obtendo resultados esperados. Há muitas conexões e uma pequena solda não executada de forma correta pode resultar em vazamentos (WERDINE, 2002).

Na ETA uma parte da perda física é referente ao processo de tratamento, como de lavagens de tanques e filtros, dessa forma esse percentual de perda não é possível eliminar. Porém as perdas de água na ETA podem estar relacionadas a vazamentos causados por patologias como trincas, fissuras, umidade e infiltrações. Devido a essas patologias a água se infiltra e faz com que a estrutura comece a deteriorar ocasionando os altos índices de vazamentos (MORAIS et al., 2010).

O vazamento também pode ocorrer nas tubulações, devido a danificações ou rompimentos. Muitas vezes, quando uma rede apresenta problema é feito a troca de apenas algumas peças e por isso pode ter tubulações novas e antigas no mesmo sistema, podendo resultar em rupturas. Alguns dos fatores que pode levar a um vazamento na tubulação é a idade e tempo de reparo nos equipamentos, a pressão e se a obra teve uma execução adequada (MORAIS et al., 2010).

É necessário um combate eficaz na perda de água, visto que, antes da água ser distribuída, ela passa por um tratamento e é armazenada, todas as operações que compõem esse tratamento é constituído por infraestruturas, equipamentos e produtos químicos dispendiosos. Ao longo do tempo a tendência é o aumento dessas perdas devido ao surgimento de vazamentos, resultantes do envelhecimento das infraestruturas (NEVES, 2015).

2.5 MANUTENÇÃO NA ETA

Para ter um bom desempenho, as Estações de tratamento de água precisam de ajustes e competências nos processos de tratamento. Divergências entre parâmetros de projeto, funcionamentos e falhas na operação e controle, desenvolvem um desempenho insatisfatório para as estações. As ETA's precisam de um monitoramento severo, análises minuciosas de um banco de dados, detalhes dos parâmetros de funcionamento e sistematização, essas são as possíveis soluções para os problemas citados anteriormente (BASTOS et al., 2005).

O desempenho das Estações de Tratamento de água é de extrema importância, por isso se faz necessário realizar avaliações, pois permite identificar as falhas na unidade, mas também

identificar as possíveis soluções, assim melhorando a qualidade da água e também a competência do tratamento (ARAÚJO et al., 2019).

Existem diversas maneiras de preservar as infraestruturas das Estações, como um programa eficaz na restauração das instalações, reformulação e modernização dos projetos, introdução de um avanço, programa de reposição e recuperação e uma programação de uma manutenção preventiva, que é um problema para grande parte das empresas de abastecimento de água, devido à falta de recursos para investir na mesma (MORAIS, 2010).

No caso das tubulações, quando um trecho apresenta alguma falha, é necessário reparar ou substituir para que não haja grandes vazamentos. Os reparos nas tubulações devem ser feitos para conservá-la, uma vez que um sistema de tubulação deteriorado apresenta custos elevados na manutenção e pode afetar a qualidade da água (SOUZA, 2014).

Os objetivos das Estações de Tratamento de Água são promover água adequada, proteger e recuperar a saúde e fornecer bem-estar para a população, isto tudo é posto a risco devido à falta de planejamento, falta de manutenção adequada e falta de recursos financeiros, além de trazer prejuízos e deficiência às unidades de abastecimento. Com o tempo os sistemas se deterioram, pode ser de maneira natural ou não, vai depender das manutenções, pois com a falta delas aceleram o processo, isso causa problemas operacionais, diminui a qualidade dos serviços das estações e acaba aumentando os custos operacionais (VENTURINI, 2003).

2.6 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE RESERVATÓRIOS

Os reservatórios mais comuns e utilizados são os de concreto armado. A construção leva mistura de cimento, agregados, água, aditivos e aço, que fornece a fibra que o concreto precisa para um material estrutural completo. A patologia desse tipo de reservatório está relacionada a patologia dos seus componentes, que deveriam unir características que impedem a ocorrência de defeitos no concreto (BORGES, 2008).

Existe uma nova tecnologia, utilizando novos materiais, que podem diminuir o desperdício de água e manutenções, são os reservatórios de parede de aço vitrificado, que substitui os de concreto. Os reservatórios de concreto armado sob efeitos de intempéries e sem manutenções periódicas sofre degradação, já os de aço vitrificado se mantem por até 60 anos de serviço. É formado por aço estrutural que recebe um esmalte de vidro fundido a 850°, ele tem a flexibilidade e resistência do aço e a resistência à corrosão do vidro. (UNGERICHT; LINDNER, 2019). As Figuras 3A e 3B apresentam o reservatório de parede de aço vitrificado.

Figura 3 – Reservatório de água potável em aço vitrificado sendo construído (A) e reservatório concluído (B).



(A)

(B)

Fonte: UNGERICH; LINDNER, 2019.

Para a escolha de um reservatório adequado para cada projeto, depende das diferenças intrínsecas de cada material, execução e limpeza. Existem vários tipos de reservatórios como o de fibrocimento, na sua fórmula contém cimento Portland, tem os de fibra de vidro que é um polímero reforçado com fibra de vidro, é um material resistente, leve e possuem camada protetora de raios ultravioletas, tem os de polietileno, que são leves, atóxicos e duráveis e por último os mais usados os de concreto armado (ARAGÃO, 2011).

Segundo Pereira (2010), existem diversos materiais que podem ser usados para a construção de reservatórios, são eles aço do tipo australiano, aço vitrificado, que são ligados por cordão de soldadura, polietileno de média densidade, concreto armado, fibra de vidro e material compósito, que é uma resina termo-endurecível reforçada com fibras de vidro. Mas antes de escolher o material precisa levar em consideração alguns parâmetros, como o tempo de vida útil, custo do fornecimento, custo da manutenção, capacidade de armazenamento, facilidade de instalação, funcionamento e os tipos de reservatórios já existentes.

2.7 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

O desempenho de uma estrutura depende muito da forma que ela foi projetada, principalmente quando há contato com elementos que são agressivos ao concreto armado. Para evitar esses problemas patológicos deve-se observar e fazer a manutenção adequada, pois a falta de manutenção faz com que patologias consideradas pequenas evoluam e afetam o desempenho e custo para recuperação (SANTOS et al., 2014).

Muitas vezes a deterioração do concreto dá-se por uma combinação de fatores externos e internos que não se compatibilizam modificando a capacidade de desempenho das funções

daquele material, essas manifestações podem ser agrupadas em mecânicas, físicas, químicas, biológicas e eletromagnéticas (LAPA, 2008).

2.7.1 Fissuras

As fissuras são uma das principais patologias que mais ocorrem na estrutura de concreto, elas são aberturas que prejudicam a superfície e torna a entrada de agentes agressivos mais fáceis. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), é inevitável um elemento estrutural de concreto armado não ter a fissuração, em consequência da grande variabilidade e baixa resistência do concreto a tração.

Geralmente as fissuras são estreitas e alongadas e quando apresentam uma gravidade maior surgem na superfície de pinturas, cimento e não avançam para problemas estruturais. Muitas vezes o conceito de trinca, rachadura e fissuras são confundidos, porém elas se diferenciam. As trincas têm aberturas maiores que 0,5 mm e as rachaduras possuem aberturas mais profundas, porém a rachadura começa com uma fissura (SANTOS, 2019).

As classificações das fissuras são divididas em duas, fissuras ativas ou passivas. É denominado de fissura ativa quando a abertura varia de acordo com movimentações hidrotérmicas e sofre variações ao longo do tempo. As fissuras passivas são aquelas que não tem uma progressão da sua abertura. Há um tratamento e formas diferentes de corrigir para cada uma delas (SANTOS et al., 2014).

2.7.2 Trincas

São consideradas trincas aquela abertura que é mais profunda, é possível ver a separação entre dois materiais e muitas vezes é confundida com a fissura, pois é difícil de categorizá-la, portanto deve haver uma preocupação para ter um diagnóstico correto. Elas apresentam um maior perigo pois ocorre a ruptura dos elementos e afetam a segurança da estrutura (LAPA, 2008).

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) as trincas são ocasionadas por aberturas superior a 0,5 mm e inferior a 1 mm. Ela é causada devido a dilatação introduzida por tensões de tração e cisalhamento nas edificações.

Os casos mais comuns nas alvenarias são as trincas verticais decorrente da deformação transversal através de tensões de compressão na argamassa, ou da flexão na alvenaria.

As trincas horizontais acontecem devido a ruptura por compressão em elementos da alvenaria, na argamassa ou na flexocompressão da parede (BRAGA, 2010).

2.7.3 Umidade e bolor

A umidade é uma patologia que gera bastante incômodo ao usuário e na maioria das vezes se manifesta através de bolores e tem uma rápida degradação. Apesar dela se demonstrar superficialmente, pela sua rápida degradação ela ultrapassa toda parte interna da estrutura (SUPLICY, 2012).

As estruturas de modo geral estão sujeitas a terem infiltração devido as chuvas e outros fatores, porém no caso de estruturas como reservatórios, os cuidados devem ser redobrados devido a estrutura estar sempre em contato direto com a água. Por isso deve haver um bom sistema de impermeabilização para evitar a infiltração da água (SANTOS et al., 2014).

É muito frequente os problemas relacionados a umidade e através dela é desenvolvido vários tipos de manifestações patológicas. Além dos bolores presentes na estrutura causados pela umidade, a estrutura pode sofrer com a corrosão das armaduras. Isso ocorre quando há presença do oxigênio que favorece o processo de oxidação (SANTOS, 2019).

2.7.4 Eflorescência

A eflorescência são crostas brancas de carbonato de cálcio presentes nas superfícies, é uma lixiviação do hidróxido de cálcio no concreto. Essa patologia acontece quando a água contendo íon de cálcio entra em contato com o concreto, que fica lixiviado e se interage com o dióxido de carbono, que está presente no ar, formando as crostas brancas. Tratando-se das trincas, fissuras e fazendo pinturas hidrofugantes diminui a absorção da água, assim diminui também a aparição de novas eflorescências (LAPA, 2008).

Segundo Martins (2016), eflorescências são alterações na textura e coloração do concreto, são manchas brancas ao longo de toda superfície e ocorrem quando há migração e evaporação de soluções aquosas salinizadas, quando a água dissolve o hidróxido de cálcio presente no cimento, quando há presença de fissuras no concreto que favorece a entrada da água e quando tem alta permeabilidade do concreto.

De acordo com Arivabene (2015), as formas de patologias mais frequentes são: manchas, mofo, infiltrações e eflorescências, que podem ser consideradas formações salinas,

estão presentes nas superfícies das paredes dos reservatórios de água, causadas nos interiores das paredes devido a umidade.

2.8 PATOLOGIA EM TUBULAÇÕES DA ETA

Existem inúmeros fatores que podem danificar uma tubulação, em tubulações metálicas o que se destaca são vazamentos causados pela corrosão enquanto que nas tubulações de PVC as rupturas são ocasionadas por falhas nos encaixes de conexões, emendas feitas de maneira incorreta e deformações excessivas (TENÓRIO; SANTOS, 2018).

Patologias causadas por infiltrações ocorrem devido a impermeabilização ser feita de forma incorreta ou pela baixa qualidade dos materiais utilizados. O excesso de pressão nas tubulações também pode provocar danos, em alguns casos há necessidade de instalar válvulas redutoras de pressão para minimizar os riscos de rupturas (LEITE, 2017).

Alguns fatores que podem levar a corrosão do sistema de tubulações é a temperatura, pH da água, concentração de sais, entre outros, ela pode ser classificada em generalizada ou localizada. As tubulações de PVC possuem uma maior resistência ao processo de corrosão, se os tubos forem de metal é necessária uma análise dos materiais adequados a serem instalados para evitar esse tipo de patologia (SALGADO, 2018).

2.9 ORIGENS E CAUSAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Segundo Souza e Ripper (1998), algumas patologias de deterioração podem ser intrínsecas ou extrínsecas. Intrínsecas quando há deterioração das estruturas de concreto na execução da obra causada na origem dos materiais e das peças estruturais, são falhas humanas. Já as extrínsecas é quando tem fatores que destroem a estrutura “de fora para dentro”, no decorrer das fases de concepção ou durante toda sua vida útil.

As origens e causas das patologias mais frequentes nos reservatórios de concreto armado, segundo Pereira (2010), são as fissuras e trincas, degradação dos revestimentos exteriores e interiores, problemas de fundações, impermeabilização do interior do reservatório utilizando materiais de péssima qualidade, degradação dos materiais metálicos no interior e exterior do reservatório e corrosão dos materiais.

Os agentes que causam as patologias são degradação dos materiais, ausência de manutenção, retração e expansão dos materiais, erro no projeto, locomoção de fundações, movimentação do terreno natural, efeitos provocados pelas condições climáticas, defeitos de

execução, alterações químicas dos materiais, componentes em função de seu envelhecimento natural e uso indevido da edificação. Precisa conhecer a origem da deterioração, não só pelo reparo, mas também para garantia, pois após a reparação a estrutura não retornará a se deteriorar (MAZER, 2008).

Quando os reservatórios estão sujeitos a exposição de intempéries como vento, baixa umidade relativa do ar e aumento de temperatura, pode favorecer o surgimento da retração plástica e retração higrométrica no concreto, as fissuras (TINOCO e MORAIS, 2013).

De acordo com Lapa (2008), um fator que pode provocar uma alteração na estrutura de concreto é a variação da temperatura. Devido a essas mudanças na temperatura o concreto pode passar por contrações e expansões, modificando o volume inicial da estrutura. Se a tensão de tração for maior que a resistência do concreto ocorre danos. A Figura 4 apresenta um dos danos no concreto causado devido a temperatura.

Figura 4 – Fissuras causadas no concreto devido a temperatura.



Fonte: LAPA, 2008.

Existem os problemas patológicos ocasionados pela falta ou inadequada manutenção nas estruturas. Para Tinoco e Moraes (2013), a manutenção é a garantia para que o empreendimento trabalhe de forma satisfatória. Se for feita constantemente poderá evitar maiores problemas, patologias mais sérias e até mesmo a destruição total da estrutura (OLIVEIRA, 2019).

Problemas patológicos como fissuras, corrosão do concreto, calcinação e ataque biológico, ocorrem devido a desagregação, que é uma separação, uma fragmentação. Segundo Pereira (2010) a desagregação é um dos indícios mais explícitos da existência de ataque

químico. Os componentes que formam o concreto ficam livres, assim o mesmo acaba perdendo seu caráter aglomerante (COSTA et al., 2017).

Problemas como diminuição da resistência, fissuração e destacamento, aumento da porosidade e permeabilidade nos reservatórios são devidos ao contato do concreto com ácidos. Esses fluídos agressivos penetram nos poros do concreto de diferentes formas e com a ajuda da temperatura e de correntes elétricas, destroem o sistema poroso do concreto, fazendo uma transformação completa nesse composto, isto é, perder massa reduzindo a sua seção (LAPA, 2008).

É de extrema importância conhecer e estudar os tipos de materiais usados na fabricação das tubulações das Estações de Tratamento de água, para se ter um bom funcionamento. Os materiais mais utilizados na fabricação são o PVC rígido, o aço galvanizado e o cobre. Mas os mesmos podem apresentar problemas patológicos e assim ocasionar perdas de água, como o PVC que tem baixa resistência ao calor e pode manifestar degradação devido a exposição prolongada ao sol, já o aço galvanizado e o cobre são mais suscetíveis a corrosão (ASSIS, 2014).

2.10 FORMAS DE RECUPERAÇÃO

Os problemas causados pelas patologias devem ser corrigidos de acordo com o diagnóstico da estrutura e pode ser solucionado com pequenos reparos ou com uma recuperação de forma geral. O diagnóstico não pode ser equivocado pois é a partir dele que será definido as formas de intervenções para recuperar a estrutura (OLIVEIRA, 2019).

Depois de definir o diagnóstico deve analisar qual intervenção será mais adequada para solucionar o problema. Se será um reparo, quando há pequenos danos, uma recuperação, quando a estrutura perde o seu desempenho inicial ou um reforço, para aumentar esse desempenho (BRAGA, 2010).

Na superfície do concreto é adequado fazer o polimento para retirar partículas soltas e tornar a estrutura mais lisa diminuindo sua aspereza. Deve realizar a limpeza da superfície do concreto para impedir que a estrutura continue sendo afetada por agentes agressivos (SANTOS et al., 2014).

No processo de corte é retirado todo o material prejudicial às armaduras evitando que fique qualquer resquício que possa retomar o processo de contaminação das armaduras. Logo após são feitos os reparos para proteger a estrutura para que ela chegue o mais próximo do que estava no projeto original (LAPA, 2008).

No caso de trincas e fissuras é necessário medir para saber a amplitude e a gravidade da patologia, dependendo da movimentação da trinca é necessário inserir uma junta móvel para absorver o movimento e encher a abertura com um selante (SANTOS, 2019).

Para solucionar problemas relacionados a umidade a estrutura deve ser impermeabilizada, mas para isso ela não deve ter fissuras e trincas e nem materiais soltos para não interferir o revestimento (SUPLICY, 2012).

Para Felten et al. (2013), as formas de recuperação para a eflorescência é a limpeza do local afetado, isso pode ser feito com produtos, como ácido muriático, ou por lixamento manual e logo após a impermeabilização. Sendo necessário levar em consideração, o uso do ácido, para não afetar ainda mais o concreto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Através do levantamento bibliográfico, foram apresentadas condições referentes ao processo de tratamento de água. E a partir do estudo dos processos e dos materiais presentes na estação de tratamento de água (ETA), foi feito o levantamento das patologias encontradas, onde foram verificados os tipos de patologias.

A pesquisa em campo foi feita na ETA que está localizada na rua 10 entre as ruas 35 e 37 no bairro Setor Sul, Goianésia-GO. Na cidade existe apenas essa estação de tratamento, sendo responsável pelo abastecimento de todos os reservatórios presentes na cidade, ela dispõe de três flocladores, cinco decantadores e dez filtros, conforme a figura 5.

Figura 5 – Estação de tratamento de água de Goianésia-GO.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2020.

Foram feitas verificações, vistorias e análises sobre as perdas de água na Estação de Tratamento de Água, assim foi possível conhecer e saber as patologias presentes nos tanques de coagulação, floculação, sedimentação, filtro, reservatório e tubulações. Essa análise se deu por meio de visitas *in loco*, para verificar o funcionamento e os processos adotados na ETA, e também foram utilizadas fotografias, para posterior visualização.

Todos os tanques presentes para tratamento da água são apoiados, que podem ser acomodados em locais versáteis, fabricados com a intenção de não serem prejudicados facilmente com as mudanças climáticas e com outras intempéries. Possuem uma elevada

resistência e pode ser considerado econômico, por não precisar de manutenções muito frequentes.

A partir da diferença, entre a quantidade de água que chega a estação e a quantidade de água que será distribuída para população, foi quantificado as perdas. A fim de obter resultados relativos ao ano de estudo, os dados utilizados no trabalho abrangem os meses de março, abril, maio e junho de dois mil e vinte. E para o estudo em questão, foi contabilizado a quantidade de água referente a lavagem de filtros, porém elas não foram consideradas como perdas, pois o trabalho se refere apenas as perdas por patologias.

O método de cálculo consistiu na medição da vazão de entrada através da calha Parshall, fazendo a leitura da lâmina d'água, em cm (Anexo A). Para calcular a perda total de cada mês, o primeiro passo consistiu em calcular a média dos dados de lâmina d'água fornecidos pela leitura na calha Parshall e através da mesma foi possível obter a vazão inicial cruzando os dados no Quadro 1, pois ele fornece a vazão de acordo com as medidas da lâmina d'água.

Quadro 1 – Escala de leituras na Calha Parshall.

ESCALA DE LEITURAS NO PARSHALL							
DISTRITO: T0014-GOIANÉSIA				GERENCIA: GRS/CERES			
PARSHALL: 24"		MÊS DO ENSAIO: 12/05/2014					
OBS.: Na vazão foi realizada a conversão de m ³ /s para L/s e de metros para centímetros na altura							
cm	L/s	cm	L/s	cm	L/s	cm	L/s
13	58	19	104,2	23,5	144,6	26,5	174
13,2	59,4	19,2	105,9	23,6	145,5	26,6	175
13,4	60,8	19,4	107,6	23,7	146,5	26,7	176
13,6	62,2	19,6	109,3	23,8	147,5	26,8	177
13,8	63,6	19,8	111	23,9	148,4	26,9	178
14	65	20	112,8	24	149,4	27	179
14,2	66,5	20,2	114,5	24,1	150,3	27,1	180
14,4	67,9	20,4	116,3	24,2	151,3	27,2	181
14,6	69,4	20,6	118	24,3	152,3	27,3	182,2
14,8	70,9	20,8	119,8	24,4	153,2	27,4	183,2
15	72,4	20,9	120,7	24,5	154,2	27,5	184,2
15,2	73,8	21,2	123,4	24,6	155,2	27,6	185,3
15,4	75,3	21,4	125,2	24,7	156	27,7	186,3
15,6	76,9	21,6	127	24,8	157	27,8	187,4
15,8	78,4	21,8	128,8	24,9	158	27,9	188,4
16	79,9	22	130,6	25	159	28	189,5
16,2	81,5	22,1	131,5	25,1	160	28,1	190,5
16,4	83	22,2	132,4	25,2	161	28,2	191,5
16,6	84,6	22,3	133,4	25,3	162	28,3	192,6
16,8	86,2	22,4	134	25,4	163	28,4	193,6
17	87,8	22,5	135	25,5	164	28,5	194,7
17,2	89,4	22,6	136	25,6	165	28,6	195,7
17,4	91	22,7	137	25,7	166	28,7	196,8
17,6	92,6	22,8	138	25,8	167	28,8	197,9
17,8	94,2	22,9	139	25,9	168	28,9	198,9
18	95,8	23	140	26	169	29	200
18,2	97,5	23,1	141	26,1	170	29,1	201
18,4	99,1	23,2	142	26,2	171	29,2	202
18,6	100,8	23,3	143	26,3	172	29,3	203,2
18,8	102,5	23,4	144	26,4	173	29,4	204,3

Fonte: Saneago, 2014.

O segundo passo, para obtenção da vazão de água que vai para a distribuição, ou seja, a vazão de saída, foram utilizados os dados de volume dos reservatórios (Anexos B), tempo de funcionamento da ETA (Anexos B) e calculado conforme Equação 1.

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

Onde:

 Q = vazão (L/s); V = volume (L); t = tempo (s).

Com a vazão de entrada e a vazão de saída, foi possível obter o volume de água perdido em função do tempo, pela diferença entre elas. Ainda, foi coletado informações sobre a data de construção dos reservatórios e tanques, os materiais utilizados e a frequência que são feitos reparos nas estruturas. A partir dos dados verificou-se os prejuízos ambientais do problema, expondo a origem e meios para reduzir e controlar as perdas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Saneago é a empresa que oferece serviços de saneamento básico para grande parte do estado de Goiás. Ela está presente na cidade de Goianésia há mais de 40 anos oferecendo serviços de tratamento de água e de esgoto. Assim que deu seu início na cidade rapidamente foi construído a ETA (estação de tratamento de água) e a ETE (estação de tratamento de esgoto).

A última reforma nos tanques da estação de Goianésia foi no ano de 2013. As Estações de tratamento de água é um conjunto de equipamentos e instalações, que tem como objetivo tratar a água, para que tenha padrões de potabilidade, pronta para o consumo humano, por isso é necessário passar por certos processos químicos e físicos. Diante disso se faz necessário ter manutenções regulares.

Um dos fatores que prejudica a avaliação do nível de deterioração e o reparo regular nas patologias presentes nos tanques é que todo o sistema de tratamento é importante e a paralisação de algum deles pode afetar no fornecimento de água para a população.

Todo equipamento ou estrutura tem sua vida útil e ter um programa de controle de manutenção faz toda diferença para evitar interrupções ao longo do tratamento de água. Cada equipamento e material utilizado na construção da ETA tem as orientações de manutenção de acordo com o fabricante, se não realizada corretamente surgirão problemas ao longo dos anos (SANTANA, 2017).

Segundo a norma NBR 6118 (ABNT, 2014), a respeito de projetos de estruturas de concreto, a tabela de classe de agressividade ambiental mostra que o risco de deterioração da estrutura é elevado, pois é uma unidade industrial e que utiliza produtos químicos, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Classes de agressividade ambiental (CAA).

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1), 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1), 2)}	
IV	Muito Forte	Industrial ^{1), 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

²⁾Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

³⁾Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

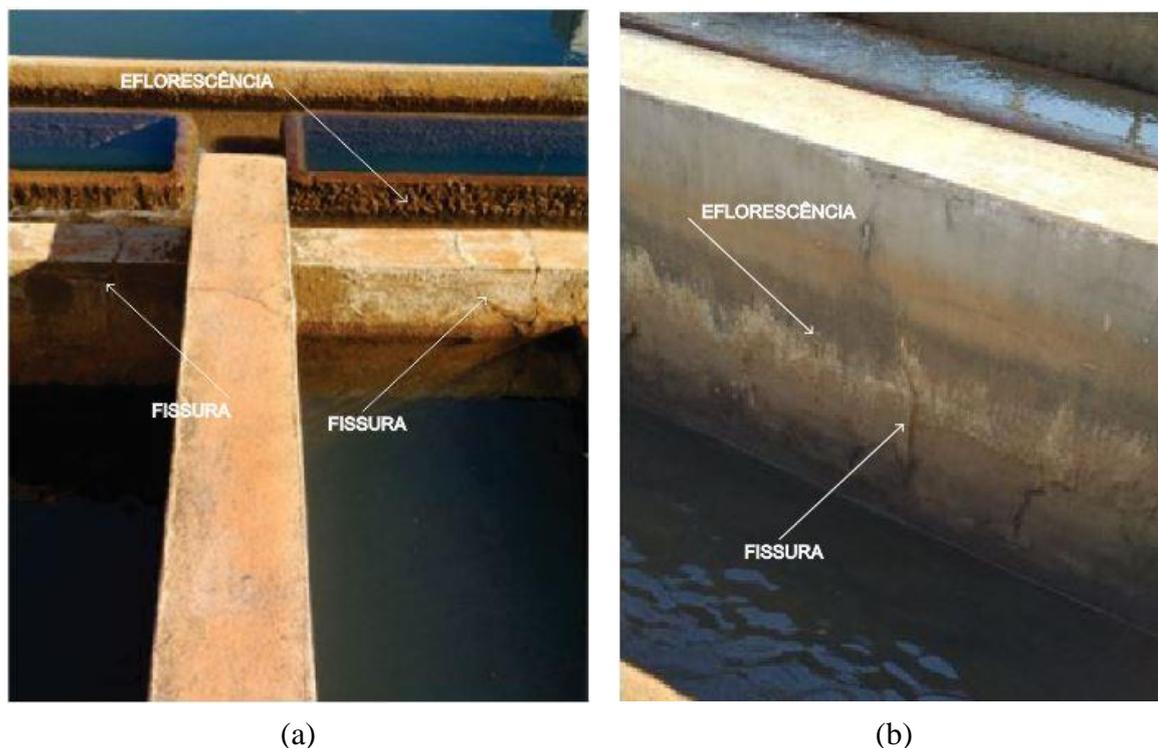
Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014).

A partir das visitas *in loco* foi notado que os reservatórios se encontram danificados e que em toda estrutura há muitas patologias. Não foi possível perceber nenhum tipo de reparo e isso contribui para um grande volume de perda de água. É evidente a presença de fissuras, umidade e vazamentos em tubulações em todas as estruturas.

Esse fato na maioria das vezes está associado a um planejamento ou projeto inadequado, materiais de construção de procedência ruim, falha na execução e ação do meio ambiente e essa situação é agravada por não existir um programa de manutenção preventiva (SANTANA, 2017).

Por meio das imagens apresentadas na Figura 6 a e b, pode ser observado algumas das fissuras que foram encontradas, essas manifestações foram encontradas em todos os tanques. De acordo com Santos (2010), a abertura limite de fissuras em um reservatório cheio é de 0,2 mm para a tampa, fundo e parede e 0,1 mm nas ligações. Todas as fissuras observadas ultrapassam esse limite, desfavorecendo a estanqueidade dos reservatórios.

Figura 6 – (a) e (b) fissuras e eflorescências nos reservatórios.



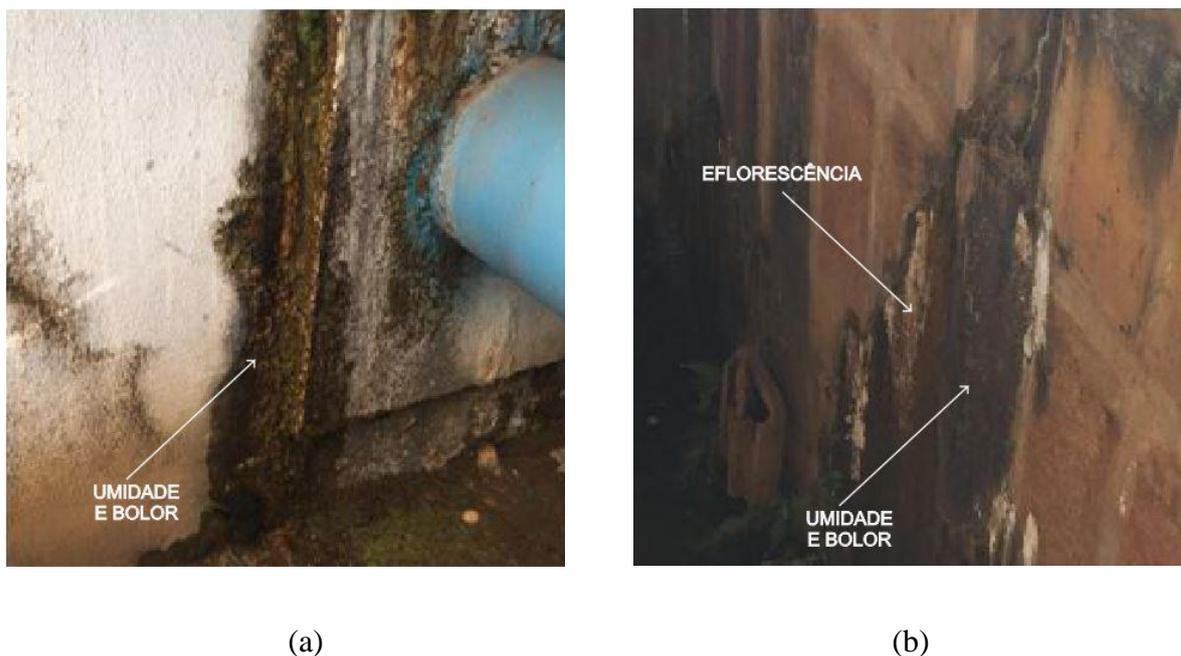
Fonte: Próprio autor, 2020.

Grande parte das perdas de água ocorrem devido as fissuras nos reservatórios. Essas fissuras podem ter sido causadas devido as variações de temperatura, recalques ou o contato frequente com água. É muito importante ter o controle dessas fissuras, por mais que em algumas não foram apresentados vazamentos visíveis, elas permitem a entrada de agentes nocivos à estrutura (TORETTI; SPECK, 2017).

É notado também a presença de eflorescências nas paredes dos tanques. Essa patologia apresentou uma incidência maior dentro dos reservatórios onde o contato com a água é maior, pois o principal causador dessa patologia é a água percolada na estrutura (SANTANA, 2017).

Na Figura 7 a e b, é possível notar a umidade das paredes dos reservatórios e conseqüentemente o desenvolvimento do bolor. A origem dessa umidade provavelmente foi causada devido as fissuras localizadas na estrutura. Em toda estrutura há infiltrações e devido a falta de manutenção como impermeabilização e pintura desses reservatórios há possibilidade de desencadear outras patologias.

Figura 7 – (a) e (b) Umidade, bolor e eflorescência nos reservatórios.



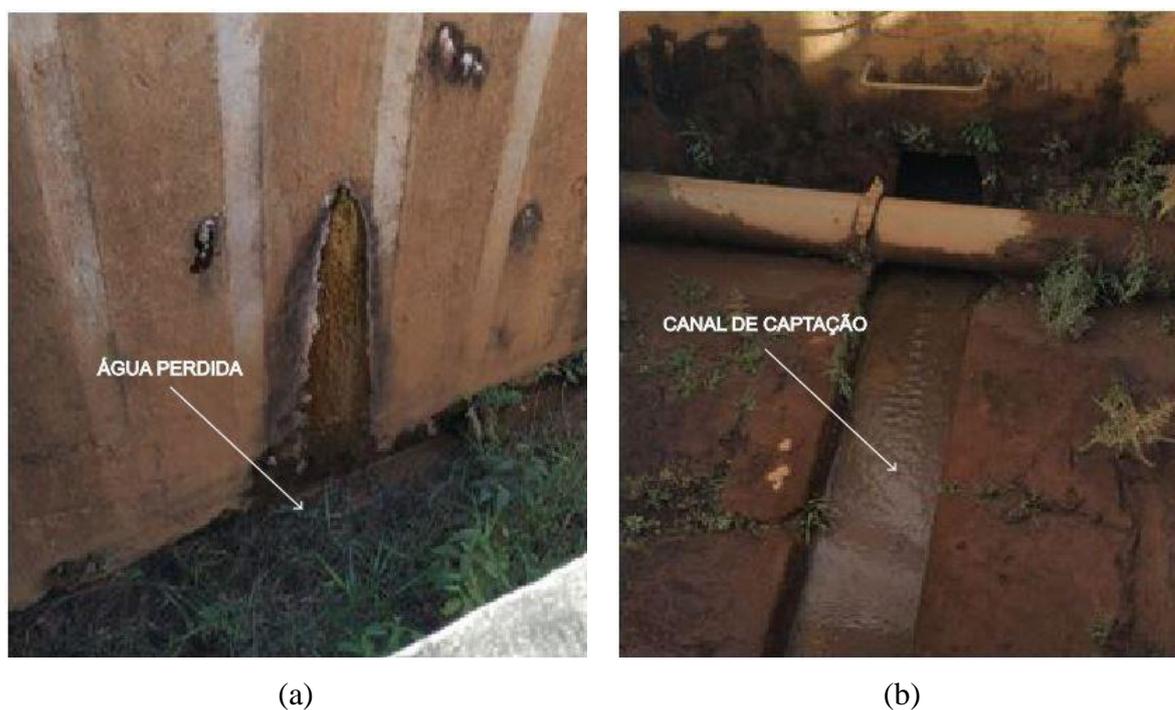
Fonte: Próprio autor, 2020.

Por mais que a umidade seja uma patologia comum nas edificações e mesmo sendo fácil a sua identificação, ela não pode ser banalizada, principalmente se tratando de reservatórios, pois ela pode rapidamente degradar uma construção (SANTANA, 2017).

Além da umidade, foi observado a existência de eflorescências. Os autores Melo et al. (2009), conseguiram também observar eflorescência em determinadas estruturas hidráulicas de concreto. Segundo os mesmos, a eflorescência é causada devido uma lixiviação do hidróxido de cálcio, são manchas esbranquiçadas. Essa lixiviação pode aumentar a porosidade, assim podendo diminuir a resistência e aumentando a permeabilidade, tornando o concreto mais vulnerável.

A Figura 8 a e b, mostra a perda de água devido a esses vazamentos causados por patologias, é uma perda constante que acontece principalmente no fundo dos tanques. A Figura 8 b também exhibe o canal criado para captar uma porcentagem dessa perda de água. O objetivo desse canal é minimizar os danos a natureza e devolver a água resultante dos vazamentos ao córrego.

Figura 8 – (a) e (b) Água perdida através das patologias.

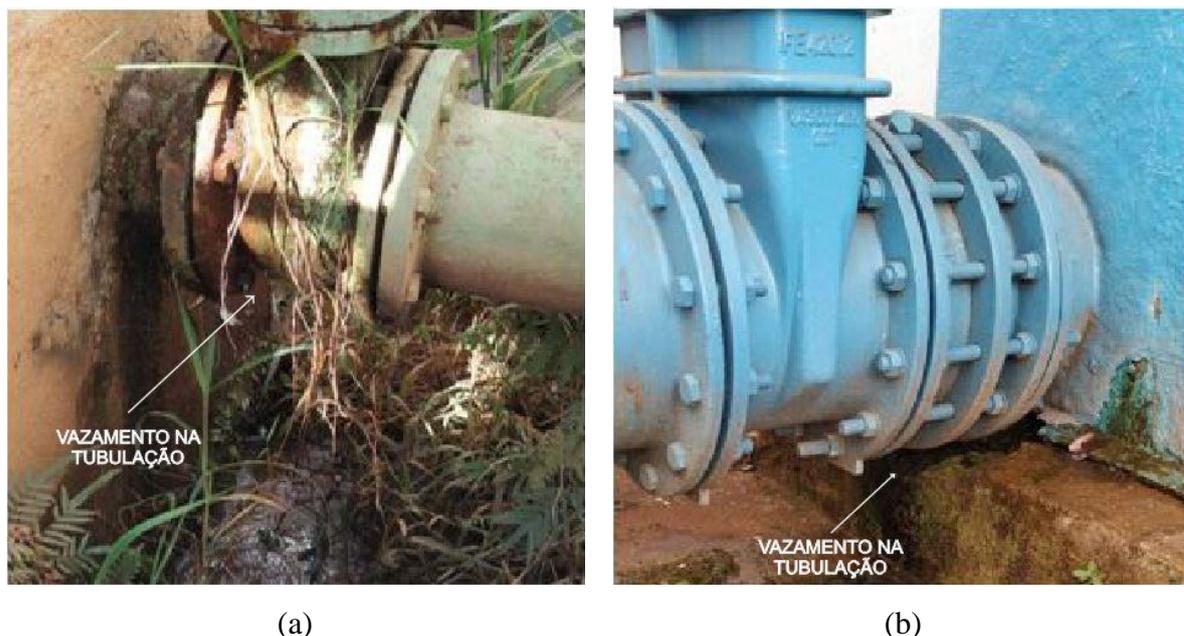


Fonte: Próprio autor, 2020.

Molina (2010), ao pesquisar estações de tratamento de água, percebeu uma grande quantidade de perda de água devido a presença de diferentes patologias. Notou um grande volume perdido e um percentual muito baixo de reaproveitamento dessa água. Ele cita que além do desperdício, causa também prejuízos ao meio ambiente, devido a quantidade de produtos químicos presentes na água.

Como foi notado por Bertol et al. (2011), a água que cai e causa erosão no solo, transporta nutrientes de plantas e conseqüentemente deixa esse solo mais pobre. A perda de água na ETA causada devido as manifestações patológicas, em contato com o solo, pode causar todos os problemas citados e a contaminação da água de mananciais, isso devido a presença de produtos químicos. Por esses motivos, como mostra a Figura 8 b, foram construídos esses canais com a finalidade de que não ocorressem esses impasses, porém infelizmente há uma parcela dessas águas que não são captadas por esses canais e infiltram no solo.

A maioria das tubulações apresentaram vazamentos localizados (Figura 9), principalmente nas válvulas e conexões, devido a umidade causada por esses vazamentos a área é coberta por vegetação. O vazamento é constante e as causas podem ser devido a erro de projeto, falta de vedação ou por essas tubulações serem antigas.

Figura 9 – (a) e (b) Vazamento nas tubulações.

Fonte: Próprio autor, 2020.

Conforme Assis (2014), foi possível observar patologias presentes nas tubulações, segundo a autora, a água tratada precisa de uma certa correção do seu pH, especialmente em águas corrosivas ou incrustantes. Tanto águas corrosivas como as incrustantes causam danos nas tubulações de distribuição, adutoras e bombas. As corrosivas são caracterizadas quando a água apresenta pH baixo, ácido, já a incrustante a água apresenta pH elevado, básico.

Santos (2016), ao pesquisar sobre ETA, descobriu corrosões nas tubulações, ocorrendo assim perda de água. A estação de tratamento de água (ETA) submete à água a diversos processos e um deles pode ser reconhecido como controle da corrosão, esse processo consiste basicamente na adição de produtos à água, como silicato, cal ou carbonato de sódio. A aplicação desses produtos químicos na água de abastecimento tem como objetivo minimizar essas corrosões.

A Tabela 1 mostra a média da leitura da vazão de entrada dos meses de estudo, em função da lâmina d'água encontrada na Calha Parshall. Essa vazão é variante, pois está relacionada ao nível de água do rio e consumo da população, no período de estiagem por exemplo, essa vazão pode ser menor. Para os meses estudados a vazão variou de 160 a 164 L/s. Os detalhes de leitura de lâmina d'água estão no Anexo A que reúne dados de cada dia dos meses estudados.

Tabela 1 – Resultados da leitura da vazão de entrada.

MÊS	LÂMINA D'ÁGUA (cm)	VAZÃO (L/s)
MARÇO	25,5	164
ABRIL	25,5	164
MAIO	25,3	162
JUNHO	25,1	160

Fonte: Próprio autor, 2020.

A Tabela 2 exibe a vazão produzida (Q), em L/s. Na segunda coluna da Tabela encontra-se a vazão dos reservatórios, na terceira coluna pode-se observar o consumo interno, que refere-se ao consumo utilizado para a lavagem dos filtros. A vazão produzida que é a soma do consumo interno mais a vazão de água que vão para os reservatórios, encontra-se na última coluna da Tabela. Essa vazão que vai para os reservatórios é contabilizada através de um macromedidor localizado na entrada de cada reservatório. O mês de abril foi o mês que apresentou a maior vazão de saída, com 160,67 L/s. Já o mês de maio apresentou o menor valor, com 158,65 L/s. Os detalhes da produção estão no Anexo B que reúne dados de cada dia dos meses estudados.

Tabela 2 – Vazão de água de saída.

MÊS	Q RESERVATÓRIOS (L/s)	Q DE CONSUMO INTERNO (L/s)	Q (L/s)
MARÇO	147,70	9,19	156,89
ABRIL	152,68	7,99	160,67
MAIO	150,28	8,37	158,65
JUNHO	141,76	7,97	149,73

Fonte: Próprio autor, 2020.

A Tabela 3 expõe a soma das horas de funcionamento que a ETA teve para chegar na vazão produzida. O anexo B contém as horas trabalhadas de cada dia dos meses abaixo.

Tabela 3 – Horas de funcionamento da ETA.

MESES	TOTAL DE HORAS DE FUNCIONAMENTO DA ETA
MARÇO	567:48:00
ABRIL	521:39:00
MAIO	566:10:00
JUNHO	578:53:00

Fonte: Próprio autor, 2020.

Os resultados de perda de água podem ser vistos na Tabela 4. Essa variação dos valores pode acontecer devido a diversos fatores, como o efeito da pressão nas tubulações e outros agentes externos.

É necessário considerar todas essas perdas, até mesmo nos meses de abril e maio onde os resultados foram menores, 3,33 e 3,35 L/s, respectivamente, pois, todas elas são significativas, afetam financeiramente e principalmente prejudicam o meio ambiente. O mês de Junho apresentou uma perda de 10,30 L/s, equivalente a 6,42% da vazão de entrada. Silva (2005), estudando perda de água em sistemas públicos de abastecimento no Ceará, verificou um índice médio de perda de 4%, mas também com grandes variações.

Tabela 4 – Perda de água.

MESES	PERDA DE ÁGUA (L/S)
MARÇO	7,11
ABRIL	3,33
MAIO	3,35
JUNHO	10,30

Fonte: Próprio autor, 2020.

Um assunto muito atual e de extrema importância para gestores ambientais é a conservação de recursos naturais como a água, ar e o solo, assim se tem buscado estudos atuais no sentido de minimizar os impactos causados pelos humanos no meio ambiente (BERTOL et al., 2011).

As perdas de água contabilizadas na estação de tratamento de água acabam causando mais danos ao meio ambiente, devido a insuficiência dessas águas para suprir as necessidades dos seres humanos, se faz preciso retirar mais água da natureza, danificando dessa maneira os mananciais de abastecimento (BARRETO, 2015).

Para que toda e qualquer estação de tratamento de água funcione corretamente é preciso ter equipamentos necessários e seguros, ser montada corretamente e ter manutenções preventivas frequentemente.

Em uma manutenção correta, precisa-se considerar: como funciona a ETA, tempo de construção, modelo do sistema e a durabilidade dos tanques e equipamentos. As manutenções ajudam a diminuir as perdas de água, mas é necessário saber onde precisa de manutenção, saber como resolvê-las, saber o momento certo de fazê-las, ter os equipamentos corretos e ter funcionários adequados e especializados que realizem as operações necessárias.

5 CONCLUSÕES

As patologias apresentadas neste trabalho podem ter como principal motivo, à falta de manutenções. É perceptível que o contato de grande quantidade de água, adicionado com produtos usados para mudar a qualidade da mesma, causam danos ao concreto. É preciso levar em consideração que é uma construção antiga e que recebe poucas manutenções, sem falar na falta de informação, orientação e fiscalização.

As perdas de água da estação variaram em 7,11 L/s no mês de março, 3,33 L/s no mês de abril, 3,35 L/s no mês de maio e 10,3 L/s no mês de junho. Valores esses que representam grandes volumes de água que não são aproveitados no abastecimento para a população.

Se faz necessário ter manutenções frequentes, planos para redução e controle de perdas, principalmente por se tratar de uma construção antiga. E ainda, levar em consideração a vida útil dos materiais usados na construção dos reservatórios, pois a ETA apresentou desgastes ocorridos pelo tempo. Assim, é preciso o monitoramento das instalações e de toda rede, para que enfim diminua ou acabe com o desperdício de água.

O impacto causado pela perda de água das estações de tratamento como foi visto é provocado por diversos motivos. Precisa ter informações técnicas, sendo necessário ter estudos e divulgação, para que assim se possa ter meios de soluções.

Portanto, recomenda-se que precisa ter maior discussão sobre o tema, buscar soluções e melhorias para os diversos problemas citados ao longo de todo o trabalho.

Sugestões para futuros trabalhos:

- Desenvolver estudos parecidos em outras estações de tratamento;
- Estudar mais profundamente os materiais e como foram construídos os tanques das estações de tratamento;
- Realizar estudos de como melhorar as manutenções nas estações de tratamento;
- Desenvolver cálculos das perdas na fase de distribuição, após o tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT-NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, 2014. Acesso 10 out. 2020.

ABNT-NBR 9575 - Impermeabilização - Seleção e projeto, 2010. Acesso 28 mar. 2020.

ABNT-NBR 12216 - Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público, Manuais, Projetos, Pesquisas de Engenharia Civil, 1992. Acesso 30 mar. 2020.

ACHON, C.L; BARROSO, M.M; CORDEIRO, J.S. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. Pesquisa Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 2, Abr./Jun. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141341522013000200003&script=sci_arttext&tlpt>.

Acesso em: 01 abr. 2020.

ARAGÃO, F.I. Reservatórios domiciliares em Porto Alegre: análise das características da qualidade da água. Trabalho de Diplomação – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2011.

ARAÚJO, A.A.Q; LIMA, A.R.B.L; OLIVEIRA, S.H; NASCIMENTO, R.S; OLIVEIRA, R. Perda de água e a reabilitação de sistemas de abastecimento. Braz. J. of Develop, Curitiba, v. 5, n. 12, dez 2019. Disponível em: <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/5816/5226>. Acesso em: 30 mar. 2020.

ARIVABENE, A. C. Patologias em Estruturas de Concreto Armado. Estudo de Caso. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - Edição nº 10 Vol. 01/ 2015 dezembro, 2015.

ASSIS, L.R. Avaliação do impacto em corpos d'água devido ao lançamento de resíduos de uma estação de tratamento de água de Juiz de Fora – MG. 2014. TCC (Trabalho de Conclusão do Curso) – Faculdade de engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Minas Gerais, 2014.

BARRETO, M.R. (2015). Metodologias de estimativas de custo aplicadas a estações de tratamento de água - Estudo de caso da reforma da ETA Brasília. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 91 p.

BASTOS, R.K.X; OLIVEIRA, D.C; FREITAS, A.G; NASCIMENTO, L.E. Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento de água antes e depois de intervenções de melhoria. In: Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. 23., 2005. Campo Grande – MS. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2005. (CD-ROM).

BRAGA, N.M.T; Patologias nas construções: Trincas e fissuras em edifícios. 2010. Monografia apresentada ao curso de especialização em construção civil – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

BRASIL. Ministério do Ambiente. 1 de agosto de 1998. Decreto-Lei n.236/98. Diário da República nº176, Série A. Disponível em: <https://dre.pt/application/dir/pdf1sdip/1998/08/176A00/36763722.pdf>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019. 180 p.: il.

BERTOL, I; GOBBI, E; BARBOSA, F.T; PAZ-FERREIRO, J; GEBLER, L; RAMOS, J.C; WERNER, R.S. Erosão hídrica em campo nativo sob diversos manejos: perdas de água e solo e de fósforo, potássio e amônio na água de enxurrada. Revista brasileira de ciência do solo, v.35, n.04, jul/ago 2011. ISSN 1806-9657. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010006832011000400036&script=sci_arttext&lng=pt>. Acesso em: 26 out. 2020.

BORGES, M.G. Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado. 2008. TCC (Trabalho de Conclusão do Curso) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2008.

COELHO, R.V; TAHIRA, F.S; FERNANDES, F; FONTENELE H.B; TEIXEIRA, R.S. Uso de lodo de Estação de Tratamento de água na pavimentação rodoviária. Pesquisa REEC –

Revista Eletrônica de Engenharia Civil. v. 10, n.2, 2015. Disponível em: <://www.researchgate.net/profile/Heliana_Fontenele/publication/282350521_USO_DE_LOD_O_DE_ESTACAO_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA_NA_PAVIMENTACAO_RODOVIA_RIA/links/578d11c808ae7a588ef3dbe7.pdf >. Acesso em: 02 abr. 2020.

COSTA, N.G.; MAIA, D.A.; BARBOSA, A.H. Identificação de patologias em reservatórios de concreto armado em Juazeiro/Ba. CONPAR (Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Pernambuco, 2017.

DANTAS, F.V.A; LEONETI, A.B; OLIVEIRA, S.V.W.B; OLIVEIRA, M.M.B. Uma análise da situação do Saneamento no Brasil. Pesquisa Desenvolvimento e Gestão, v.15, n.3, set/out/nov/dez de 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/549-1834-1-PB%20(1).pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

DARÉ, F; SOBRINHO, M.D.A; LIBÂNIO, M. Avaliação do processo de fluoretação nos sistemas de abastecimento de água da região de Araçatuba, São Paulo. Revista Eng. Sanit. Ambient, v. 14, n. 2, abr. a jun. 2009. Disponível em: <://https://www.scielo.br/pdf/esa/v14n2/a05v14n2.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

DINIZ, Y. L.; SOUSA, N. M.; RIBEIRO, I. J. C. A perda de água na estação de tratamento de águas da cidade Monteiro-PB proveniente das manifestações patológicas das estruturas. 2015. Instituto federal de educação ciência e tecnologia da Paraíba, Monteiro, 2015.

FELTEN, D; GRAHL, K.F.S; LONDERO, C. Levantamento de manifestações patológicas em marquises de concreto armado. Revista Thêma et Scientia, v.3, n.1, jan/jun de 2013. Disponível em: <://https://www.fag.edu.br/upload/arquivo/1428928587.pdf. Acesso em: 27 out. 2020.

GHIDETTI, A.J. Eficácia do método das vazões mínimas noturnas para diagnosticar as perdas de água. 2013. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

GOOGLE EARTH-MAPAS. [Http://mapas.google.com](http://mapas.google.com). Acesso em: 10 dez. 2020.

HEDLUND, K.F.S. Adensamento de lodo de estação de tratamento de água: comparação entre sedimentação e flotação. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acessos em: set. /out.2010.

JARDIM, M.L.S. Reservatórios para Sistema de Abastecimento e Distribuição de Água Potável – RAM. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade da Madeira de Funchal, de Portugal, 2016.

JÚNIOR, J.C.A. Indicador de salubridade ambiental (ISA) para a região centro-oeste: um estudo de caso no estado de Goiás. 2010. Dissertação (Pós-Graduação Stricto Sensu em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2010.

LAPA, J.S. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Monografia – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

LEITE, A. M. S. Análise das patologias recorrentes em instalações prediais hidros sanitárias. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2017.

LEONETI, A.B; PRADO, E.L; OLIVEIRA, S.V.W.B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. RAP, v. 45, n. 2, Mar a abr. de 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v45n2/03.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2020.

LISBOA, S.S; HELLER, L; SILVEIRA, R.B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. Eng. Sanit. Ambient, v. 18, n. 4, Out Dez de 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n4/1413-4152-esa-18-04-00341.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

LOPES, A. R. C. Análise de manifestações patológicas no tanque de aplicação de produtos químicos (tapq) da ETA rio descoberto - Brasília/df. 2018. TCC (Trabalho de conclusão de curso) – Faculdade de engenharia civil, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018.

MACHADO, J. A importância da água e do saneamento. 2019. Manaus. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/a-importancia-da-a-gua-e-do-saneamento-a-c-tema.2019-03-14.1549891510>. Acesso em: 12 mar. 2020.

MARTINS, J. F. A. Investigação de manifestações patológicas em sistemas estruturais de concreto armado: estudo de caso em edificação pública. 2016. Revista Brasileira de Iniciação Científica, Itapetininga, v. 3, n. 4, 2016.

MARTINS, M.A.N; FERREIRA, K.C. Conjuntura econômica goiana. Goiânia, GO, 2016. Trimestral. ISSN 1807-4871. Acesso em: 28 mar. 2020.

MAZER, W. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 2008. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2008.

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

MELO, V.S; SANTOS, H.A; SILVA, A.P. Patologias em estruturas hidráulicas de macrodrenagem revestidas em concreto. Revista construindo v.01, n.2, p.32-37, jul/dez. 2009. Disponível em: <://VS Melo, H de Andrade, A de Paula - CONSTRUINDO, 2009 - fumeec.br>. Acesso em: 24 out. 2020.

MOISÉS, M; KLIGERMAN, D.C; COHEN, S.C; MONTEIRO S.C.F. A política federal de saneamento básico e as iniciativas de participação, mobilização, controle social, educação em saúde e ambiental nos programas governamentais de saneamento. Pesquisa Ciênc. Saúde coletiva v. 15, n. 5, agos. de 2010. Disponível em: <://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141381232010000500032&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 20 mar. 2020.

MOLINA, T. Caracterização e tratamento de água de lavagem de filtros de ETA, com o uso de polímeros sintéticos e amido de batata. Revista de Engenharia e Tecnologia, v.02, n.3, dez/2010. ISSN 2176-7270. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/30483/1/Caracteriza% c3% a7% c3% a3o Tratamento% c3% 81gua_Santos_2010.pdf>. Acesso em: 26 out. 2020.

MONTEIRO, P.C.G; BRANDÃO, C.C.S; SOUZA, M.A.A. Viabilidade do uso da radiação solar na desinfecção da água. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília (UNB), Brasília, 2005.

MORAIS, C.D; CAVALCANTE, C.A.V; ALMEIDA, A.T. Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água. Pesquisa Operacional, v. 30, n. 1, Jan a abr. de 2010. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/pope/v30n1/02.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2020.

MOTTA, R.G. Importância da setorização adequada para combate às perdas reais de água de abastecimento público. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

NASCIMENTO, O.F. Revista especialize on-line ipog. Goiânia, Goiás, 2015. v.1, n.9. ISSN 2179-5568. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50485637/antonio-cesararivabene14121142.pdf?1479846966=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3DPatologias_em_Estruturas_de_Concreto_Arm. Acesso em: 16 out. 2020.

NEVES, N.V. Estudo sobre perdas de água. 2015. Relatório de estágio (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Engenharia do Porto, Porto, 2015.

OLIVEIRA, J.U. Diagnóstico das manifestações patológicas presentes em um reservatório de uma estação de tratamento de água na cidade de Delmiro Gouveia-Al: Estudo de caso. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Campus do Sertão, 2019.

OLIVEIRA, R. S. Estudo de reservatórios e redução de perdas de água na Universidade de Brasília – Campus Darcy Ribeiro, Distrito Federal. 2018. Trabalho de conclusão de curso, Bacharel, Engenharia Ambiental - Universidade de Brasília. Brasília, 2018.

PEREIRA, E.A. Patologias em reservatórios de água potável e sua correção. Lisboa:2010 disponível na internet via <http://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/443> . Acesso em 02 de junho de 2020.

PIECHNICKI, A.S; KOVALESKI, J.L; SOUZA, M.V; PIECHNICKI, F; BARAN, L.R. Utilização da Metodologia de análise e solução de problemas na redução das perdas de água: Um estudo de caso na Sanepar. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 3, n. 2, Ago de 2011. Disponível em: <http://revistas.apps.uepg.br/index.php/ret/article/view/11423>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

SAIANI, C.C.S; JÚNIOR, R.T. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). Pesquisa Econ. soc. v. 19, n. 1 abr. de 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-06182010000100004&script=sci_arttext>. Acesso em: 21 mar. 2020.

SALGADO, P. R. M. Análise de manifestações patológicas em sistemas prediais hidráulicos e sanitários pelos métodos de Lichtenstein e Gut: estudo de caso na cidade de Apodi-RN. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semiárido. Caraúbas, 2018.

SANEAGO. 2018. História da Companhia. Disponível em: <http://www.saneago.com.br/#/institucional/historia>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

SANTANA, G. A. Levantamento de manifestações patológicas em reservatórios de concreto armado no município de Alegrete/RS. 2017. TCC (Trabalho de conclusão de curso) - Faculdade de engenharia civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2017.

SANTOS, A. C. B. Projeto de reservatórios. 2010. Projeto - Faculdade de engenharia civil, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2010.

SANTOS, B. S. Análise de manifestações patológicas incidentes em reservatórios semienterrado executado em concreto armado na cidade de Pariconha. Estudo de caso – Faculdade de engenharia civil, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2019.

SANTOS, G.Z.B. Argamassa geopolimérica à base de lodo de estação de tratamento de água calcinado. 2016. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

SANTOS, W.J.; DARDENGO, C. F. R.; CARVALHO, C. C.; ALVARENGA, R. C. S. S. A.; SILVA, R. C. Prescrições para construções de edificações residenciais multifamiliares com base nas patologias identificadas na cidade de Viçosa-MG. 2014. Revista de Engenharia e Tecnologia - V. 6, N° 2, Ago/2014.

SAUCHA, C.V.V; SILVA, J.A.M; AMORIM, L.B. Condições de saneamento básico em áreas hiperendêmicas para esquistossomose no estado de Pernambuco em 2012. Pesquisa Epidemiol. Serv. Saúde [online]. v. 24, n. 3, 2015. Disponível em: <://www.scielo.org/article/ress/2015.v24n3/497-506/>. Acesso em: 23 mar. 2020.

SCHUJMANN, O. S. Estudo da viabilidade técnica de utilização de geotêxtis não tecidos para filtração da água da chuva. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo. São Carlos, SP. 2010.

SILVA, C.M; PÁDUA, V.L; BORGES, J.M. Contribuição do estudo de medidas para redução da perda aparente de água em áreas urbanas. Ambiente e Sociedade, v. XIX, n. 3, Jul a Set de 2016. Disponível em: <://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n3/pt_1809-4422-asoc-19-03-00249.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.

SILVA, F.J.A. Perda de água em sistemas públicos de abastecimento no Ceará. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 26, n. 1, jun. 2005. Disponível em: <://https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/104/4413>. Acesso em: 18 nov. 2020.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Aplicativo da série histórica do SNIS – 2007. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 26 mar. 2020.

SOBRINHO, R.A; BORJA, P.C. Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes RMS. Eng. Sanit. Ambient, v. 21, n. 4, out de 2016. Disponível em: <://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-21-04-00783.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2020.

SOUZA, A.K.L. Identificação das manifestações patológicas em reservatório de água executado em concreto armado em condomínio unifamiliar. Estudo de caso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba-Paraná, 2014.

SOUZA, S.B.S; FERREIRA, N.C; FORMIGA, K.T.M. Estatística espacial para avaliar a relação entre saneamento básico, IDH e remanescente de cobertura vegetal no estado de Goiás, Brasil. Pesquisa Rev. Ambient. Água, v. 11, n. 3, 2016. Disponível em: <://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980993X2016000300625&script=sci_arttet>. Acesso em: 28 mar. 2020.

SOUZA, V.C.M; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1º edição. São Paulo: PINI, 1998.

SUPLICY, G.F.S.: Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. 2012. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2012.

TENÓRIO, B. V.; SANTOS, M. L. S. Análise das patologias em instalações hidros sanitárias ocasionadas em edificações residenciais na cidade de Maceió-AL. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro universitário CESMAC. Maceió, 2018.

TINOCO, H.F.F; MORAIS, A.S. Reservatórios em concreto armado: principais manifestações patológicas, diagnósticos e soluções para reabilitação e reforço. 2013. CINPAR (Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas) – Universidade Potiguar, Rio Grande do Norte, 2013.

TORETTI, G.; SPECK, J. A. Proposta de metodologia para tratamento de patologias recorrentes em reservatórios de água potável, em concreto armado. 2017. Trabalho de

conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) - – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Santa Catarina, 2017.

UNGERICHT, T; LINDNER, E.A. Reservatórios com parede em aço vitrificado para redução de perdas de água tratada. Holos Environment, Rio Claro, SP, Brasil, 2019.

VENTURINI, M.A.A.G. Metodologia de análise e decisão multicriterial para a reabilitação de sistemas de abastecimento de água. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – UNICAMP, Campinas, 2003.

WERDINE, D. Perdas de água em sistemas de abastecimento. Dissertação Mestrado em ciências em engenharia da energia – Programa de pós graduação em engenharia da energia – Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2002.

ANEXO A

Quadro 3 – Resultados da leitura da vazão de entrada do mês de março.

DIA	CM	DIA	CM	DIA	CM
1	25,5	11	25,4	21	25,6
2	25,5	12	25,4	22	25,6
3	25,4	13	25,5	23	25,5
4	25,5	14	25,6	24	25,4
5	25,6	15	25,6	25	25,6
6	25,5	16	25,6	26	25,6
7	25,6	17	25,5	27	25,5
8	25,4	18	25,5	28	25,4
9	25,5	19	25,6	29	25,4
10	25,4	20	25,6	30	25,6
				31	25,6
MÉDIA DA LEITURA = 25,5					

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 4 – Resultados da leitura da vazão de entrada do mês de abril.

DIA	CM	DIA	CM	DIA	CM
1	25,5	11	25,4	21	25,4
2	25,5	12	25,4	22	25,5
3	25,4	13	25,6	23	25,5
4	25,6	14	25,5	24	25,6
5	25,5	15	25,6	25	25,4
6	25,4	16	25,6	26	25,6
7	25,6	17	25,4	27	25,6
8	25,6	18	25,5	28	25,5
9	25,6	19	25,6	29	25,4
10	25,5	20	25,5	30	25,5
MÉDIA DA LEITURA = 25,5					

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 5 – Resultados da leitura da vazão de entrada do mês de maio.

DIA	CM	DIA	CM	DIA	CM
1	25,4	11	25,4	21	25,4
2	25,3	12	25,3	22	25,3
3	25,4	13	25,2	23	25,3
4	25,3	14	25,3	24	25,2
5	25,3	15	25,4	25	25,4
6	25,2	16	25,3	26	25,3
7	25,2	17	25,3	27	25,2
8	25,2	18	25,4	28	25,3
9	25,4	19	25,4	29	25,4
10	25,4	20	25,2	30	25,2
				31	25,4
MÉDIA DA LEITURA = 25,3					

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 6 – Resultados da leitura da vazão de entrada do mês de junho.

RESULTADOS DA LEITURA DA VAZÃO DE ENTRADA DO MÊS DE JUNHO/2020					
DIA	CM	DIA	CM	DIA	CM
1	25,1	11	25,1	21	25
2	25,1	12	25,2	22	25,1
3	25,2	13	25,1	23	25,2
4	25,1	14	25,1	24	25,1
5	25,3	15	25	25	25,1
6	25,2	16	25,1	26	25,2
7	25,1	17	25,1	27	25,1
8	25	18	25,2	28	25,3
9	25,1	19	25,1	29	25,1
10	25,2	20	25,1	30	25,1
MÉDIA DA LEITURA = 25,1					

Fonte: Saneago, 2020.

ANEXO B

Quadro 7 – Soma para controle de produção do mês de março.

DIA	EMA (m ³)	ENTERRADO (m ³)	CRUZEIRO (m ³)	ELEVADO (m ³)	CONSUMO INTERNO (m ³)	VOLUME PRODUZIDO (m ³)
1	3.130,00	2.806,00	2.220,00	1.220,00	530	9.906,00
2	3.940,00	2.806,00	2.440,00	1.230,00	720	11.136,00
3	3.280,00	2.806,00	2.090,00	1.250,00	429	9.855,00
4	3.480,00	2.806,00	2.450,00	1.330,00	522	10.588,00
5	3.340,00	2.700,00	2.150,00	1.320,00	503	10.013,00
6	3.500,00	2.700,00	2.310,00	1.300,00	660	10.470,00
7	3.370,00	2.700,00	2.330,00	1.270,00	517	10.187,00
8	3.770,00	2.700,00	2.100,00	1.230,00	732	10.532,00
9	3.560,00	2.700,00	2.600,00	1.330,00	757	10.947,00
10	3.470,00	2.700,00	2.350,00	1.330,00	503	10.353,00
11	3.470,00	2.700,00	2.360,00	1.330,00	648	10.508,00
12	3.460,00	2.742,00	2.370,00	1.330,00	488	10.390,00
13	3.430,00	2.742,00	2.410,00	1.310,00	578	10.470,00
14	3.380,00	2.742,00	2.450,00	1.350,00	563	10.485,00
15	3.930,00	2.742,00	2.680,00	1.430,00	671	11.453,00
16	3.500,00	2.742,00	2.290,00	1.210,00	501	10.243,00
17	3.390,00	2.742,00	2.670,00	1.490,00	697	10.989,00
18	3.490,00	2.742,00	2.310,00	1.390,00	589	10.521,00
19	3.200,00	2.580,00	2.550,00	1.240,00	604	10.174,00
20	3.300,00	2.580,00	2.170,00	1.290,00	725	10.065,00
21	2.970,00	2.580,00	2.570,00	1.290,00	606	10.016,00
22	3.570,00	2.580,00	2.650,00	1.290,00	593	10.683,00
23	2.570,00	2.580,00	1.970,00	1.290,00	663	9.073,00
24	3.630,00	2.580,00	2.610,00	1.280,00	562	10.662,00
25	3.140,00	2.580,00	2.050,00	1.230,00	637	9.637,00
26	3.220,00	2.630,00	2.380,00	1.230,00	500	9.960,00
27	3.210,00	2.630,00	2.370,00	1.200,00	558	9.968,00
28	3.370,00	2.630,00	2.500,00	1.250,00	625	10.375,00
29	3.360,00	2.630,00	2.410,00	1.170,00	578	10.148,00
30	3.390,00	2.630,00	2.420,00	1.250,00	881	10.571,00
31	3.390,00	2.630,00	2.420,00	1.240,00	641	10.321,00
SOMA	105.210,00	83.158,00	73.650,00	39.900,00	18.781,00	320.699,00

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 8 – Horas de funcionamento da ETA do mês de março.

DIA	HORAS DE FUNCIONAMENTO ETA
1	23:15
2	20:05
3	18:55
4	18:30
5	19:15
6	17:45
7	17:54
8	19:05
9	19:30
10	21:05
11	22:30
12	17:35
13	18:30
14	17:48
15	17:45
16	16:50
17	18:53
18	16:56
19	20:00
20	17:30
21	17:20
22	16:19
23	17:30
24	16:45
25	17:13
26	17:53
27	17:07
28	15:15
29	16:49
30	18:24
31	17:37
SOMA	567:48:00

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 9 – Soma para controle de produção do mês de abril.

DIA	EMA (m ³)	ENTERRADO (m ³)	CRUZEIRO (m ³)	ELEVADO (m ³)	CONSUMO INTERNO (m ³)	VOLUME PRODUZIDO (m ³)
1	3.810,00	2.713,00	2.310,00	1.250,00	364	10.447,00
2	3.660,00	2.713,00	2.580,00	1.420,00	420	10.793,00
3	3.380,00	2.713,00	2.400,00	1.130,00	385	10.008,00
4	3.370,00	2.713,00	2.940,00	1.280,00	426	10.729,00
5	3.790,00	2.713,00	2.430,00	1.170,00	636	10.739,00
6	3.430,00	2.713,00	2.750,00	960,00	722	10.575,00
7	3.330,00	2.713,00	2.570,00	1.200,00	460	10.273,00
8	3.590,00	2.713,00	2.500,00	780,00	380	9.963,00
9	3.300,00	2.584,00	2.260,00	1.000,00	577	9.721,00
10	3.630,00	2.584,00	2.430,00	1.020,00	416	10.080,00
11	3.130,00	2.584,00	2.300,00	880,00	235	9.129,00
12	3.720,00	2.584,00	2.590,00	830,00	693	10.417,00
13	3.500,00	2.584,00	2.360,00	770,00	553	9.767,00
14	3.120,00	2.584,00	2.670,00	690,00	353	9.417,00
15	3.200,00	2.584,00	2.420,00	640,00	576	9.420,00
16	3.610,00	2.574,00	1.910,00	600,00	877	9.571,00
17	4.030,00	2.574,00	2.680,00	680,00	633	10.597,00
18	3.530,00	2.574,00	2.770,00	740,00	344	9.958,00
19	3.330,00	2.574,00	2.180,00	700,00	665	9.449,00
20	3.330,00	2.574,00	2.450,00	600,00	559	9.513,00
21	2.470,00	2.574,00	1.790,00	560,00	784	8.178,00
22	3.940,00	2.574,00	2.890,00	1.270,00	408	11.082,00
23	3.640,00	2.675,00	2.400,00	1.150,00	316	10.181,00
24	2.860,00	2.675,00	2.320,00	1.000,00	434	9.289,00
25	3.340,00	2.675,00	2.510,00	1.160,00	451	10.136,00
26	3.400,00	2.675,00	2.400,00	1.100,00	407	9.982,00
27	3.530,00	2.675,00	2.510,00	1.150,00	668	10.533,00
28	3.620,00	2.675,00	2.860,00	1.330,00	275	10.760,00
29	3.170,00	2.675,00	2.300,00	1.270,00	474	9.889,00
30	3.670,00	2.675,00	2.890,00	1.390,00	511	11.136,00
SOMA	103.430,00	79.210,00	74.370,00	29.720,00	15.002,00	301.732,00

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 10 – Horas de funcionamento da ETA do mês de abril.

DIA	HORAS DE FUNCIONAMENTO ETA
1	16:10
2	17:05
3	16:10
4	16:00
5	19:10
6	17:15
7	17:35
8	15:45
9	16:55
10	18:10
11	18:15
12	16:25
13	18:20
14	17:00
15	16:50
16	17:00
17	18:35
18	17:40
19	15:49
20	18:10
21	18:31
22	18:45
23	16:17
24	17:50
25	18:15
26	16:40
27	17:20
28	17:45
29	18:24
30	17:33
SOMA	521:39:00

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 11 – Soma para controle de produção do mês de maio.

DIA	EMA (m ³)	ENTERRADO (m ³)	CRUZEIRO (m ³)	ELEVADO (m ³)	CONSUMO INTERNO (m ³)	VOLUME PRODUZIDO (m ³)
1	4.100,00	2.670,00	2.220,00	1.220,00	788	10.998,00
2	4.040,00	2.670,00	2.440,00	1.230,00	745	11.125,00
3	3.900,00	2.670,00	2.090,00	1.250,00	381	10.291,00
4	3.160,00	2.670,00	2.450,00	1.330,00	433	10.043,00
5	3.440,00	2.660,00	2.150,00	1.320,00	456	10.026,00
6	3.510,00	2.680,00	2.310,00	1.300,00	916,5	10.717,00
7	3.640,00	2.680,00	2.330,00	1.270,00	418	10.338,00
8	2.980,00	2.670,00	2.100,00	1.230,00	680	9.660,00
9	3.390,00	2.680,00	2.600,00	1.330,00	737,5	10.738,00
10	3.630,00	2.670,00	2.350,00	1.330,00	541	10.521,00
11	3.000,00	2.680,00	2.360,00	1.330,00	591,5	9.962,00
12	3.490,00	2.680,00	2.370,00	1.330,00	620	10.490,00
13	3.750,00	2.680,00	2.410,00	1.310,00	461	10.611,00
14	3.260,00	2.670,00	2.450,00	1.350,00	562	10.292,00
15	3.510,00	2.670,00	2.680,00	1.430,00	649	10.939,00
16	3.510,00	2.670,00	2.290,00	1.210,00	513,5	10.194,00
17	3.630,00	2.670,00	2.670,00	1.490,00	634	11.094,00
18	3.360,00	2.670,00	2.310,00	1.390,00	503	10.233,00
19	3.440,00	2.460,00	2.550,00	1.240,00	709	10.399,00
20	3.440,00	2.880,00	2.170,00	1.290,00	493	10.233,00
21	3.020,00	2.760,00	2.570,00	1.290,00	377	10.017,00
22	3.870,00	2.770,00	2.650,00	1.290,00	503	11.083,00
23	3.620,00	2.760,00	1.970,00	1.290,00	490	10.130,00
24	3.780,00	2.770,00	2.610,00	1.280,00	374	10.814,00
25	3.650,00	2.770,00	2.050,00	1.230,00	236	9.936,00
26	3.420,00	2.760,00	2.380,00	1.230,00	776	10.566,00
27	3.430,00	2.770,00	2.370,00	1.200,00	626	10.396,00
28	3.440,00	2.760,00	2.500,00	1.250,00	452	10.402,00
29	3.830,00	2.770,00	2.410,00	1.170,00	334	10.514,00
30	3.310,00	2.770,00	2.420,00	1.250,00	432	10.182,00
31	3.370,00	2.760,00	2.420,00	1.240,00	631	10.421,00
SOMA	108.880,00	83.870,00	73.650,00	39.900,00	17.063,00	323.363,00

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 12 – Horas de funcionamento da ETA do mês de maio.

DIA	HORAS DE FUNCIONAMENTO ETA
1	18:55
2	21:02
3	15:37
4	18:40
5	18:25
6	18:15
7	17:07
8	17:55
9	19:16
10	17:07
11	17:53
12	19:05
13	17:13
14	19:20
15	18:05
16	18:55
17	17:20
18	18:38
19	17:13
20	16:38
21	19:30
22	19:45
23	19:15
24	17:19
25	18:50
26	19:24
27	17:50
28	17:25
29	18:37
30	19:51
31	15:45
SOMA	566:10:00

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 13 – Soma para controle de produção do mês de junho.

DIA	EMA (m³)	ENTERRADO (m³)	CRUZEIRO (m³)	ELEVADO (m³)	CONSUMO INTERNO (m³)	VOLUME PRODUZIDO (m³)
1	3.830,00	2.700,00	2.280,00	1.350,00	314	10.474,00
2	3.580,00	2.710,00	2.820,00	1.220,00	418	10.748,00
3	3.200,00	2.700,00	2.380,00	1.120,00	429	9.829,00
4	4.380,00	2.710,00	3.020,00	1.120,00	903	12.133,00
5	3.750,00	2.700,00	2.530,00	1.140,00	318,5	10.439,00
6	3.710,00	2.710,00	2.940,00	830,00	722	10.912,00
7	3.680,00	2.700,00	2.700,00	770,00	515	10.365,00
8	4.190,00	2.710,00	2.220,00	610,00	540	10.270,00
9	3.790,00	1.700,00	2.990,00	870,00	432,5	9.783,00
10	3.580,00	3.710,00	2.640,00	920,00	653	11.503,00
11	3.100,00	2.810,00	2.540,00	700,00	422	9.572,00
12	3.650,00	2.810,00	3.040,00	640,00	762	10.902,00
13	3.390,00	2.810,00	2.750,00	790,00	897	10.637,00
14	3.550,00	2.810,00	2.590,00	690,00	753	10.393,00
15	3.080,00	2.810,00	2.400,00	610,00	492	9.392,00
16	3.590,00	2.810,00	2.970,00	710,00	259	10.339,00
17	3.270,00	2.810,00	2.470,00	780,00	453	9.783,00
18	3.250,00	2.840,00	2.350,00	860,00	753	10.053,00
19	3.800,00	2.840,00	3.280,00	640,00	627	11.187,00
20	3.720,00	2.840,00	3.030,00	820,00	525	10.935,00
21	3.630,00	2.840,00	2.900,00	740,00	433	10.543,00
22	3.610,00	2.850,00	3.000,00	570,00	585	10.615,00
23	2.940,00	2.840,00	2.410,00	740,00	587	9.517,00
24	3.420,00	2.840,00	2.390,00	810,00	503	9.963,00
25	3.320,00	2.840,00	3.130,00	550,00	456	10.296,00
26	3.560,00	2.840,00	2.960,00	780,00	754	10.894,00
27	3.420,00	2.850,00	2.640,00	820,00	592	10.322,00
28	3.740,00	2.840,00	3.030,00	660,00	599	10.869,00
29	2.820,00	2.840,00	2.600,00	540,00	432	9.232,00
30	3.410,00	2.840,00	2.610,00	790,00	481	10.131,00
SOMA	105.960,00	83.660,00	81.610,00	24.190,00	16.610,00	312.030,00

Fonte: Saneago, 2020.

Quadro 14 – Horas de funcionamento da ETA do mês de junho.

DIA	HORAS DE FUNCIONAMENTO ETA
1	19:53
2	18:14
3	20:20
4	19:15
5	20:48
6	19:45
7	19:40
8	17:27
9	20:17
10	19:38
11	18:05
12	19:14
13	20:05
14	18:21
15	19:15
16	18:54
17	19:35
18	20:25
19	20:10
20	19:01
21	19:44
22	18:45
23	18:15
24	17:33
25	19:12
26	21:30
27	19:45
28	18:16
29	18:06
30	19:25
SOMA	578:53:00

Fonte: Saneago, 2020.