

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LEONARDO DOS ANJOS E SILVA

LEONARDO SIQUEIRA MEIRA

**ESTUDO DAS FALHAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA POTÁVEL – PARA REGIÃO DE ANÁPOLIS**

ANÁPOLIS / GO

2021.

LEONARDO DOS ANJOS E SILVA
LEONARDO SIQUEIRA MEIRA

**ESTUDO DAS FALHAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA POTÁVEL – PARA REGIÃO DE ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: EDUARDO MARTINS TOLEDO

ANÁPOLIS / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, LEONARDO DOS ANJOS/ MEIRA, LEONARDO SIQUEIRA

Estudo das falhas do Sistema de Abastecimento de água Potável – Para região de Anápolis.

P 52, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Sistema de abastecimento

3. Tipos de perdas

I. ENC/UNI

2. Desperdício de água

4. Recursos Hídricos

II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, Leonardo dos Anjos; MEIRA, Leonardo Siqueira. Estudo das falhas do Sistema de Abastecimento de água Potável – Para região de Anápolis. TCC, Curso de Engenharia Civil, Uni EVANGÉLICA, Anápolis, GO, p 52. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Leonardo dos Anjos e Silva

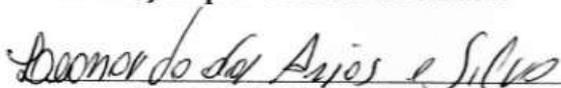
Leonardo Siqueira Meira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo das falhas do Sistema de Abastecimento de água Potável – Para região de Anápolis

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

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.



Leonardo dos Anjos e Silva

E-mail: leonardoanjossilva@gmail.com



Leonardo Siqueira Meira

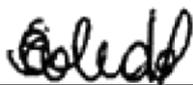
E-mail: leonardosiqueira.1@hotmail.com

**LEONARDO DOS ANJOS E SILVA
LEONARDO SIQUEIRA MEIRA**

**ESTUDO DAS FALHAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA POTÁVEL – PARA REGIÃO DE ANÁPOLIS**

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

APROVADO POR:



**EDUARDO MARTINS TOLEDO Mestre (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)**



**FILIPE FONSECA GARCIA, Especialista (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**ANDERSON DUTRA E SILVA, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 11 de junho de 2021.

AGRADECIMENTOS

Só tenho agradecer por ter chegado até aqui, principalmente no momento em que todos estamos passando.

Agradeço a Deus, que nos proporcionou a vida, nos forneceu forças e energia para concluirmos nosso objetivo.

Agradeço a minha família, que me apoiou nos momentos mais difíceis, e me incentivou a todo momento, não me deixando desistir.

Agradeço aos professores do nosso curso de Engenharia Civil, que através dos ensinamentos passados nos permitiram estar aqui hoje.

Ao nosso mestre Orientador Eduardo Martins Toledo, que esteve conosco durante esse 1 ano, sempre nos deu o auxílio necessário para continuarmos o projeto, e sempre pontualmente para tirar nossas dúvidas.

Leonardo dos Anjos e Silva

Primeiramente sem Deus não teria chegado até aqui, sou grato pelo processo e o proposito que tem me feito uma pessoa melhor. Aos meus pais que sempre me incentivarão e instruíram que através da educação podemos mudar de vida, dedico também ao meus professores que passaram conosco esses cinco anos de graduação e em específico nosso mestre Orientador Eduardo Martins Toledo que teve bastante paciência e sempre pontual para ajudar no quesito de dificuldades e duvidas!

Leonardo Siqueira Meira

RESUMO

A perda de água é um dos principais problemas no âmbito atual, está relacionado diretamente à sua disponibilidade e utilização de seus recursos hídricos, diante deste cenário, cada vez mais surgem campanhas de conscientização e também pesquisas relacionadas a minimizar falhas nos sistemas de abastecimento, a água que sai das concessionárias 36,7% não chegar aos receptores. Assim sendo, o presente estudo de caso desenvolvido com o apoio da concessionária de abastecimento de água da cidade de Anápolis, SANEAGO, a qual utiliza ferramentas como por exemplo a haste de escuta. Também nos foi fornecido pela mesma, informações de suas válvulas redutoras de pressão (VRP's) entre outros instrumentos, presentes e utilizados no DMC do bairro Maracanã, que foi a área de foco do nosso estudo. Através da utilização do programa EPANET 2.0, um programa gratuito, foi-se obtido dados do sistema de abastecimento da região, juntamente com o DMC instalado no bairro maracanã, controlando-se estes dados através dos módulos instalados nos pontos chaves. O presente estudo pegou os resultados nas VRP'S obtendo o controle da pressão máxima que é de 50 m.c.a (estática) contendo um equilíbrio melhor nas redes comparado ao início da pesquisa.

PALAVRA-CHAVE:

Epanet 2.0. Perdas de água. Falha no sistema de abastecimento. DMC.

ABSTRACT

The loss of water is one of the main problems in the current scope, it is directly related to its availability and the use of its water resources, in view of this scenario, awareness campaigns and research related to minimizing failures in the supply systems, water that leaves the concessionaires 36.7% does not reach the receivers. Therefore, the present case study developed with the support of the water supply concessionaire in the city of Anápolis, SANEAGO, which uses tools such as the listening rod. We were also provided with information about its pressure reducing valves (VRP's), among other instruments, present and used in the DMC of the Maracanã neighborhood, which was the focus area of our study. Through the use of the EPANET 2.0 program, a free program, data was obtained from the region's supply system, together with the DMC installed in the Maracanã neighborhood, controlling this data through the modules installed at the key points. The present study took the results in the VRP'S obtaining the control of the maximum pressure that is 50 m.c.a (static) containing a better balance in the networks compared to the beginning of the research.

KEYWORD:

Epanet 2.0. Water losses. Supply system failure. DMC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mediana do Índice de Perda por Ligações	20
Figura 2 - Mapa do Brasil com os serviços de Saneamento	26
Figura 3 - Água potável na cidade de Anápolis	27
Figura 4 - Mapa Do Município De Anápolis	29
Figura 5 - Reconfiguração de um trecho	31
Figura 6 - Ferramenta DMC	32
Figura 7 - Estrutura de montagem da VRP	34
Figura 8 - Válvulas mais usuais	35
Figura 9 - Comportamento de cada Válvula.....	36
Figura 10 - Fixação da região do DMC Maracanã	37
Figura 11 - Procedimento das Haste de Escuta.....	38
Figura 12 - Projeto DMC Maracanã	40
Figura 13 - Manômetro analógico	40
Figura 14 - Simulação Epanet 2.0 com VRP's.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Matriz do Balanço Hídrico	16
Quadro 2 - Perdas Reais.....	22
Quadro 3 - Perdas Aparentes	23
Quadro 4 - Composição de Preços.....	24
Quadro 5 - Examinando Saneamento Básico da Cidade de Anápolis	27

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Variação de pressão com as VRP'S	42
Tabela 2 – Índices de perda de água anuais de Anápolis.....	42
Tabela 3 – Dados do DMC Maracanã ano de 2020.....	43
Tabela 4 – Perdas de l/lig.dia ano de 2020.	44
Tabela 5 – Metas de perdas para o ano de 2020.....	44

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

DAIA	Distrito Agroindustrial de Anápolis
DMC	Distrito de Medição e Controle
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IWA	InternationalWaterAssociation
SAA	Subsecretaria de Assuntos Administrativos
SANEAGO	Concessionaria de Abastecimento de Água em Góias
VRP's	Válvulas redutoras de Pressão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 PERDAS DE ÁGUA	15
2.2 INDÍCE DE PERDA	18
2.3 INDÍCE DE PERDAS POR LIGAÇÃO	19
2.4 CONSUMOS AUTORIZADOS FATURADOS	20
2.5 CONSUMOS AUTORIZADOS NÃO FATURADOS.....	21
2.6 TIPOS DE PERDAS.....	21
2.7 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ANÁPOLIS	25
2.8 PROGRAMA EAPANET 2.0.....	29
2.9 DISTRITO DE MEDIÇÃO E CONTROLE.....	31
2.10 VAZÃO MINÍMA NOTURNA	32
2.11 VRP'S	34
3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	37
3.1 IMPLANTAÇÃO DO DMC	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
5 CONCLUSÃO	46
6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

Estudos e pesquisas apontam que algumas regiões da terra estão em escassez e sentindo os efeitos colaterais dessa falta, porém para alguns a água é uma fonte inesgotável e não se tem consciência da importância da mesma. A água está acabando por falta de discernimento ou conhecimento desse problema (CHAVES, 2010).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018) destaca que de toda a água que sai das concessionárias 36,7% não chega até seus receptores. Assim temos projetos que podem mudar esse cenário, como por exemplo, o “Movimento pela redução de perdas de água na distribuição” a Rede Brasileira do Pacto Global lançou em novembro de 2015, que promove debates sobre o tema destacado juntamente com o governo, empresas privadas e a sociedade.

Em meses de estiagem em algumas regiões do Brasil vem ocorrendo racionamento, isso ocorre devido aos reservatórios das empresas que fornecem recurso hídrico estarem com uma vazão abaixo da média diferente de outras estações do ano. Isso pode afetar a área econômica e social, como faltar água em grandes empresas privadas, assim resultando no fechamento das mesmas assim como pode afetar a própria concessionária fornecedora na questão financeira, o que impacta diretamente na qualidade de vida da população em geral.

De acordo com Instituto Trata Brasil (2020), no quesito perdas de água, as empresas de saneamento públicas e privadas sempre apresentaram dificuldades ao entregar 100% de sua produção ao destino, no caso, seus clientes. Para entender melhor existe a perda real e a perda aparente. A perda real é resultado de vazamentos durante suas etapas, como por exemplo aberturas em tubulações, ramais e redes. Já a perda aparente é aquela onde a água é consumida, porém a cobrança não é realizada adequadamente, neste caso, podemos utilizar como exemplo os hidrômetros com falhas ou as ligações clandestinas.

Um método interessante e acessível que a SANEAGO (Saneamento de Goiás) utiliza para evitar essas perdas de água potável chama-se haste de escuta, um dispositivo descomplicado e acessível, composto por um amplificador acoplado a uma barra metálica que tem como objetivo de identificar os vazamentos através de ruídos nas tubulações, redes e cavaletes.

Com a diminuição dos vazamentos, a distribuição de água do fornecedor até o seu destino se torna mais eficaz, o valor gasto durante produção é menor, assim, o faturamento e até mesmo a infra-estrutura podem melhorar, aumentando a demanda e criando possibilidades de diminuição da cobrança de tarifas. (PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL XAVIER CHAVES, 2018).

1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo Vianna (2005), o alto índice de desperdício de água provenientes das distribuidoras vem, a cada dia, tornando-se ainda mais preocupantes. Quando falamos de desperdício de água, falamos de fatores econômicos, mas também, falamos de fatores ambientais. Da água potável existente no nosso meio ambiente, pouco está disponível e é acessível, cerca de 3% apenas da água presente em nosso planeta é doce, desses 3% apenas 1% é o que podemos ver, em lagos, rios e plantas.

Além dos fatores ambientais, o desperdício de água também afeta variáveis econômicas, constata-se segundo o Instituto Trata Brasil (2018), que quanto maior a quantidade de água perdida, maior a necessidade de captação por parte de a concessionaria para suprir a demanda da população. Grande parte desta perda se faz presente na parte de distribuição das concessionárias à sociedade, se tornando um prejuízo financeiro à empresa que no final é repassado ao consumidor, se dando devido a problemas com infraestrutura (canalizações antigas, variação de pressão), e pelo desperdício da própria população.

Portanto, considera-se necessário o estudo da questão hídrica, principalmente onde estão as falhas no sistema, pois a água como seu recurso limitado, deve-se ser um assunto debatido, em busca de soluções que possam minimizar a questão do desperdício, com o intuito de preservar a água potável disponível para consumo, evitando assim, qualquer processo forçado de racionamento de água.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o desperdício resultante das falhas do sistema de abastecimento de água do bairro Maracanã da cidade de Anápolis-GO e assim discutir medidas cabíveis que se adequam a realidade da região para a minimização dos problemas.

■ Objetivos específicos

- Entender o sistema de abastecimento da cidade de Anápolis;
- Determinar quais os principais tipos de perdas na área estudada da cidade;
- Apresentar a utilização do Destrito de Medição e Controle (DMC) como forma de gestão de perdas.
- Discutir a eficiência do sistema de abastecimento de água no município.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PERDAS DE ÁGUA

As perdas de água no sistema de saneamento sempre foram um dos aspectos mais frágeis deste sistema, de acordo com Tsutiya (2006) um primeiro entendimento de perda de água, é toda e qualquer água tratada que se perde durante o processo de saneamento, desde a sua coleta nos mananciais até sua distribuição ao consumidor final, sendo nesta etapa de distribuição onde ocorrem as maiores perdas. Esta definição de perda é muito superficial, atualmente já sabemos que há algumas classificações para este conceito.

Do ponto de vista empresarial, perda também se faz no produto que foi entregue ao seu consumidor final, mas por alguma circunstância não foi contabilizado a receita da empresa, tornando-se assim prejuízo. Vários especialistas trazem seus conceitos sobre diferentes tipos de perdas de água existentes, entretanto há um consenso entre os principais, que dividem as perdas em duas principais, as perdas denominadas reais e as perdas denominadas aparentes. (TSUTIYA, 2006).

Até o final do século passado, não havia uma padronização referente as “perdas” no sistema de distribuição de água, assim sendo vários países realizavam suas análises com padrões diferentes. Por exemplo, análises realizadas nos Estados Unidos tinham a definição de “Água Não Contabilizada” sem a inclusão dos vazamentos, que eram contabilizados e estimados, assim esse conceito só era incluso os volumes que não se sabiam o destino. Já no Japão o “Uso Efetivo” incluía todos volumes utilizados (incluindo sub medições de hidrômetros) e o “Uso não Efetivo” restringia apenas aos vazamentos na rede de distribuição (ABES 2015).

Essa não padronização de conceitos traz como consequência a impossibilidade de comparar e avaliar estes indicadores entre países ou até mesmo cidades. Em vista disto, a International Water Association – IWA propôs uma matriz do balanço hídrico, com esquematização de processos em que a água percorre durante o sistema de distribuição (ABES, 2015). O Quadro 1 representa essa matriz:

Quadro 1 – Matriz do Balanço Hídrico

Volume Produzido ou Disponível	Consumos Autorizados	Consumação Autorizada	Consumação e medidos faturados (inclui água exportada)	ÁGUAS FATURADAS	
		Faturada	Consumos não medidos faturados (estimados)		
		Consumação Autorizada não Faturada	Consumação não medida faturada (usos próprios, caminhões-pipa) Consumação não medida e não faturada (confronto ao incêndios, suprimento de água em áreas irregulares)		
	P E R D A S	Perdas Aparentes (Comerciais)	Consumos não autorizados (fraudação)		ÁGUAS NÃO FATURADAS
			Falhas do Sistema Comercial		
			Submedição dos hidrômetros		
		Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos nas adutoras e redes de distribuição		
	Vazamentos nos ramais prediais				
	Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios setoriais e aquedutos				

Fonte: AESBE (2015).

Segundo Lambert (2000, apud GIROL, 2008) os vazamentos são classificados em três tipos:

I) Visíveis: São os vazamentos de curta duração e altas vazões que afloram para a superfície e são facilmente detectáveis. Representam 45% dos vazamentos.

II) Não-visíveis: São os vazamentos que não afloram para a superfície e, por isso, não podem ser detectados no visual. Possuem vazões moderadas e a sua duração depende da frequência da pesquisa de vazamento. Representam 30% dos vazamentos.

III) Inerentes: São os vazamentos não visíveis e não detectáveis por equipamentos de detecção acústica. Geralmente são vazões abaixo de 250 litros/hora. Representam 25% dos vazamentos.

Para Tardelli Filho (2006, apud GIROL, 2008) quando aumentamos relativamente a pressão na rede, obtemos então dois problemas: primeiro se refere à alta frequência e assim o arrebentamento das tubulações, e o segundo é com relação ao aumento das vazões dos vazamentos, assim com este dois problemas relativamente ocasionamos grandes perdas físicas no sistema.

De acordo com Sabesp (2005), as ocorrências mais comuns de perdas reais são apresentadas a seguir:

Vazamentos e extravasamentos em reservatórios:

- Deficiência ou falta de automação do bombeamento e controle de nível dos tanques;
- Defeitos estruturais;
- Ineficiência de controle na operação;
- Equipamento de controle de nível inadequado
- Inadequação de equipamentos de gestão de nível;
- Registros de evacuação irregulares;

Vazamentos em adutoras e redes:

- Alta pressão;
- Inconstância da pressão;
- Transientes hidráulicos;
- Pouco investimento nos materiais;
- Não tendo qualidade na instalação do sistema e pouca visita técnica;
- Deficiências de operação;
- Manifestação de terceiros;

- Corrosividade da água e do solo;
- Vigor de tráfego;
- Ausência de doutrinas de detecção de vazamentos não visíveis;
- Defeito de projeto;
- Variabilidade do solo.

Vazamentos em ramais:

- Pressões altas;
 - Transientes hidráulicos;
 - Alternância da pressão;
 - Má qualidade de materiais dos componentes dos sistemas;
 - Não tendo qualidade na instalação do sistema e contendo pouca visita técnica;
 - Inadequação do ferrule;
 - Deficiência de operação;
 - Intervenção de terceiros;
 - Corrosividade da água e do solo;
 - Vigor de tráfego;
- Inexistência de política de detecção de vazamentos não visíveis;
- Ausência no reaterro dos ramais;
 - Falhas de manutenção.

2.2 ÍNDICE DE PERDAS

Segundo estatísticas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o índice nas perdas constatado no ano de 2015, nos ramais de distribuição de prestadores de serviço de abastecimento com abrangência regional, sendo, companhias estaduais na parte de saneamento, foi de 36,7%. Segundo a Lei nº 11.445/2007 que assegura ao gestor público a titularidade na realização dos sistemas de saneamento, no qual pode conferir a prestação destes serviços à empresas privadas, empresas públicas, sociedade de economia mista estadual, autarquias municipais ou consórcios públicos (BRASIL, 2007). Assim sendo, realizar uma boa gestão de controle e redução de perdas, é indispensável para que as companhias fornecedoras se mantenham competitivas.

A realização de ações que tem como objetivo a redução de perdas nestes sistemas de fornecimento de água é um processo estratégico, no qual as decisões tomadas visem certificar a sustentabilidade, e ao mesmo tempo, a capacidade de competição da companhia em relação aos concorrentes. Considerando que o investimento no controle e redução das perdas gera vantagens em variados segmentos:

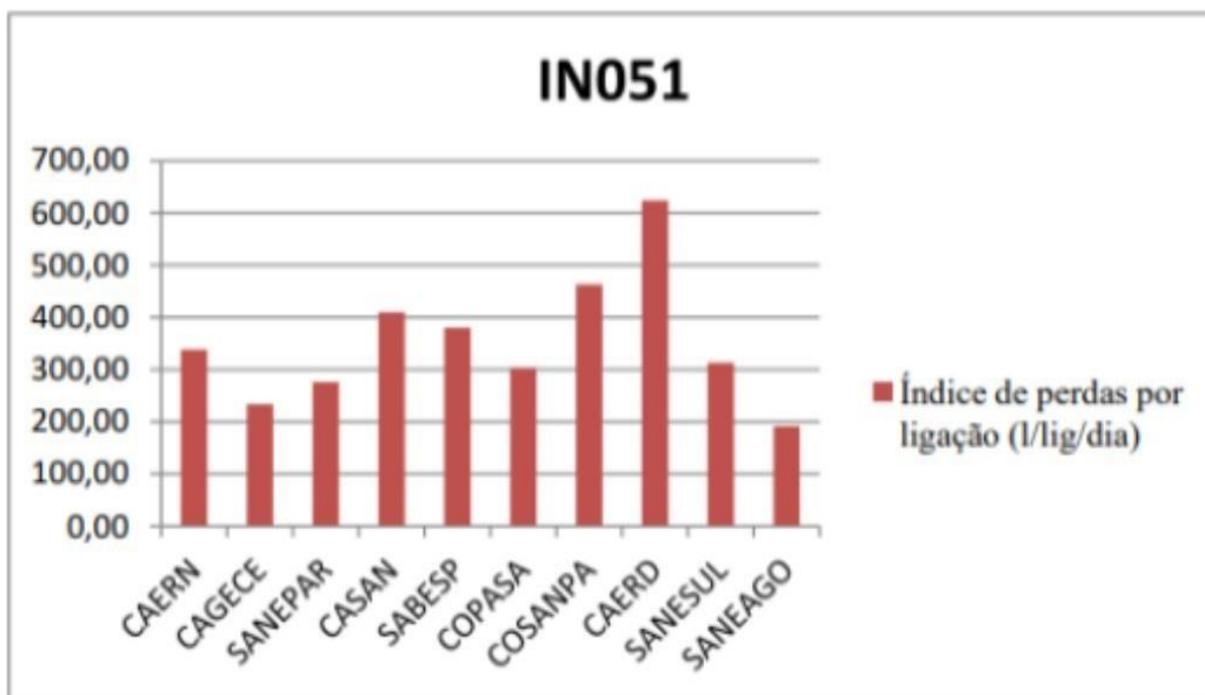
- Segmento econômico, visando que, após os valores iniciais aplicados nesse controle ou reparo, os efeitos trazem custos de operação reduzidos juntamente com o aumento do faturamento, visto já em curto prazo;
- Segmento tecnológico, na melhoria da capacitação do colaborador e na modernidade de novos instrumentos;
- Segmento energético, sendo que a redução das perdas acarreta uma economia energética;
- Segmento ambiental, levando em conta que a redução das perdas reduz impactos na crise hídrica mundial;

2.3 ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÕES

O índice de perdas por ligações centraliza as perdas nos ramais, contabilizando perdas reais e perdas aparentes (HELLER; PÁDUA, 2010). Na rede de distribuição, os ramais, são considerados os pontos mais frágeis, ou seja, mais suscetíveis a vazamentos, assim quando apontam defeitos é necessário que seja realizado a sua troca, ao invés de apenas consertá-los. É relevante que haja o respeito pela vida útil dos ramais, realizando-se as recolocações necessárias, no tempo correto, visto que ramais desgastados sofrem rupturas em suas tubulações, ocasionando os vazamentos (MORAIS, 2010).

Analisando a Figura 1, percebe-se que as companhias fornecedoras de água para a região norte, foram as que exibiram as piores estatísticas, em primeiro lugar está a CAERD, com 624,16 litros por ligação ao dia (l/lig/dia), em seguida está a COSANPA, com valor de perda de 463,02 l/lig/dia. A Saneago se destacou como a concessionária que apresentou melhor resultado, um menor valor de perda, sendo de 191,29 l/lig/dia para o ano de 2018.

Figura 1 – Mediana do Índice de Perda por Ligações.



Fonte: Silva 2018.

2.4 CONSUMOS AUTORIZADOS FATURADOS

Este consumo é a quantidade de água utilizada normalmente, por clientes registrados, com suas diversas finalidades, sejam comerciais, industriais ou residenciais, formando assim, o consumo que se contabiliza no faturamento da operadora. O volume exportado para fornecedores de água está contabilizado neste consumo (FILHO, 2018).

Este se divide em duas parcelas, o medido e o não medido, o faturado medido constitui a quantidade de água registrada nos hidrômetros, já o faturado não medido se refere ao volume contabilizado por consumos médio históricos, em casos onde não há a presença de hidrômetros pelo faturamento mínimo. Nestes casos de ausência de hidrômetro, a diferença entre o valor real e o mínimo cobrado é contabilizado como água não faturada (FILHO, 2018).

2.5 CONSUMOS AUTORIZADOS NÃO FATURADOS

Este consumo de água é considerado pela fornecedora como necessário, mas não há cobrança por seu uso, ou seja, existe a autorização para o uso daquela água, entretanto, a quantidade consumida não tem seu valor faturado (FILHO, 2018).

Assim como o consumo faturado, este consumo se divide em consumo medido e consumo não medido, o medido é referente ao utilizado pela própria fornecedora, aquele que foi contabilizado, porém não faturado. Já o consumo não medido se refere ao montante utilizado para lavagem dos reservatórios, a água utilizada no combate a incêndios, e o consumo em áreas de ocupação urbana irregular, que é a parcela que excede do volume mínimo cobrado, em residências com ausência de hidrômetro (FILHO, 2018).

2.6 TIPOS DE PERDAS

As perdas de água dentro de um sistema de abastecimento se dividem em dois tipos de classificação, as perdas reais, também denominadas como perdas físicas, que para o INSTITUTO Trata Brasil se define como:

As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas do processo – captação na natureza, tratamento, armazenamento e distribuição – antes de chegar no consumidor final, cujas origens são devido a vazamentos nas tubulações, redes, ramais, vazamentos estruturais, extravasamentos, descargas (Instituto Trata Brasil e GO associados, 2018:11).

Segundo Tardelli Filho (2004, apud MELATO, 2010), a perda aparente representa o volume de água consumido, porém, não contabilizado pela concessionária responsável. Esse volume de água é contabilizado pelos erros de medição nos hidrômetros e demais medidores, fraudes, incertezas, ligações clandestinas e falhas de cadastro comercial.

Toda essa água é consumida, mas não é registrada, e são realmente originadas de ligações clandestinas, roubos e/ou não cadastradas.

A redução das perdas não físicas permite aumentar a receita da empresa, contribuindo indiretamente para ampliação da oferta, visto que, com a correta medição do volume de água consumido pelo cliente, haverá uma ação de combate ao desperdício

por parte do mesmo. A redução das perdas implica, portanto, na redução de volume não contabilizado, exigindo adoção de medidas que permitam reduzir as perdas físicas e não físicas, e mantê-las permanentemente em nível adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica das ações de combate a perdas em relação ao processo operacional de todo o sistema. (PNCDA, 1999).

Em relação as perdas reais devem-se destacar dois aspectos importantes, sendo eles:

I) Busca-se a redução desta perda real como modo de preservação dos recursos hídricos naturais pois obtendo-se um menor desperdício da água coletada dos mananciais, consequentemente se faz necessário uma menor quantia a ser coletada a fim de atender as necessidades da população, reduzindo-se assim a necessidade de ampliação das captações de água, obtendo-se um impacto ambiental reduzido (Tsutiya, 2006).

II) Tais perdas provenientes de vazamentos nesse sistema, acarretam possíveis problemas à saúde pública, uma vez que ocorra alguma despressurização (causada por alguma manutenção no sistema, ou mesmo por interrupção no abastecimento) onde ocorra a contaminação da água por algum agente externo nocivo que venha a entrar na tubulação (Tsutiya, 2006).

No Quadro 2 estão demonstradas as causas principais juntamente com suas magnitudes provenientes das perdas reais.

Quadro 2 – Perdas Reais.

	Subsistemas	Origens	Magnitudes
PERDAS REAIS (Físicas)	<ul style="list-style-type: none"> • Adução de água bruta 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento nas tubulações 	<ul style="list-style-type: none"> • Variável em função do estado das tubulações e eficiência operacional
		Limpeza dos poços	
	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamentos Estruturais e Descargas • Lavagem dos filtros 	<ul style="list-style-type: none"> • Significativa, em função do estado das tubulações e eficiência operacional.
<ul style="list-style-type: none"> • Reserva 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamentos Estruturais, Limpeza e Extravasamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variável em função do estado das tubulações e eficiência operacional 	

		<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza nos poços de sucção 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Adução de água tratada 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza nos poços de sucção • Descargas 	<ul style="list-style-type: none"> • Variável, em função do estado das tubulações e eficiência operacional.
	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento na Rede • Vazamento nos Ramais • Descargas 	<ul style="list-style-type: none"> • Significativa, em função do estado das tubulações e eficiência operacional.

Fonte: (SAÚDE, 2018).

As perdas aparentes, ou denominadas como não físicas, correspondem à quantidade de água que foi consumida, porém não foi contabilizada ou autorizada por sua companhia de saneamento, são decorrentes de erros de apuração nos hidrômetros, falha no cadastro comercial, fraudes ou ligações clandestinas, assim sendo a água chega a ser consumida, porém não entra para a receita de sua companhia, não é faturada. Também pode ser conhecida como perda comercial. O Quadro 3 representa o detalhamento de perdas aparentes (Tsutiya, 2006).

Quadro 3 – Detalhamento de perdas aparentes

Perdas Aparentes (Não Físicas)	Origens
	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações clandestinas / irregulares
	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações sem hidrômetros
	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrômetros parados
	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrômetros que subestimam o volume consumido
	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações inativas reabertas
	<ul style="list-style-type: none"> • Erros de leitura
	<ul style="list-style-type: none"> • Número de economias errado

Fonte: (SAÚDE, 2018).

Analisando uma correlação entre as perdas, pode se dizer que quando se fala de perda real, refere-se a perda de custo de produção e transporte da água que já foi tratada, como custo de eletricidade, produtos químicos e mão de obra. E quando se fala de perda aparente, refere-se a perda do valor que se aplicaria ao varejo, aplicado ao consumidor seguindo a política tarifaria de cada companhia. Entretanto para o consumidor final, o custo das perdas, sejam elas reais ou aparentes, são componentes importantes na tarifação paga, tendo em vista que geralmente as companhias incorporam esse valor das perdas na sua composição de preços. Como pode-se ver no Quadro 4 (Tsutiya, 2006).

Quadro 4 – Composição de Preços

ITEM	Características Principais	
	Perdas Reais	Perdas Aparentes
Tipo de ocorrência mais comum	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de produção da água tratada 	<ul style="list-style-type: none"> • Valor cobrado no varejo ao consumidor
Efeito no meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Desperdício de recursos naturais • Maiores impactos ambientais devidos á necessidade de ampliação da exploração dos mananciais 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é relevante
Efeito na saúde pública	<ul style="list-style-type: none"> • Riscos de contaminação 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é relevante
Ponto de vista empresarial	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de produto industrializado 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda elevada de receita

Ponto de vista do consumidor	<ul style="list-style-type: none"> • Imagem negativa da empresa, associada ao desperdício e ineficiência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é uma preocupação imediata
Efeitos finais no consumidor	<ul style="list-style-type: none"> • Repasse de custos à tarifa • Desincentivo ao uso racional da água 	<ul style="list-style-type: none"> • Repasse de custos à tarifa • Incitamento ao roubo e fraudes

Fonte: (Tsutiya, 2006).

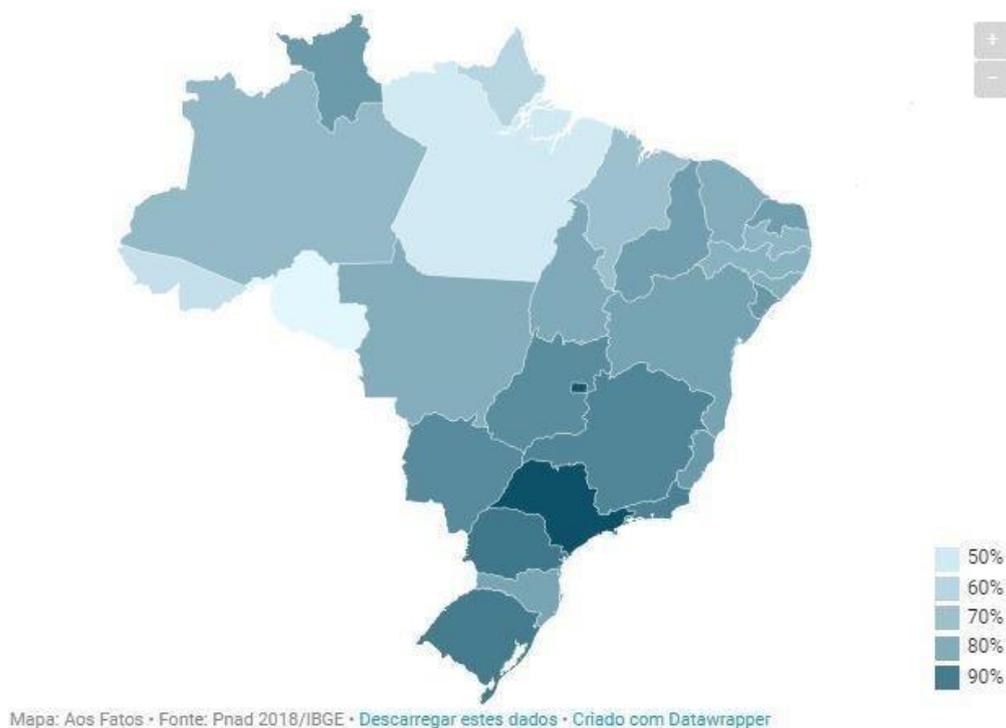
2.7 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE ANÁPOLIS

Conforme a Enciclopédia Pape (p.2721) o saneamento e o progresso de um estado na parte higiênica de uma região, objetivando a proteção da saúde de seus residentes, enxerga que sanear um território, no quesito de água e torná-la consumível para aqueles cidadãos. A ideia do conceito legal (BRASIL, 2007) e relevante de fato por ser multidimensional, colocando vários setores que envolvem na parte econômica do município e cumprindo as regras instituídas do Plano Diretor.

A SANEAGO, concessionária responsável da região de Goiás a mesma realiza o saneamento de Anápolis em coleta de água em mananciais superficiais junto com subterrâneos. O método é feito em Estações de Tratamento de Água e distribuindo até as residências que se faz em uma rede complexa, envolvendo estações elevatórias e rede de distribuição (SANEAGO, 2014). Souza (2002) tem interesse em pesquisar osaneamento não a partir de uma perspectiva apenas técnica, mas introduzindo dinâmica sócio espacial e focando no dia-a-dia das pessoas.

Figura 2 – Mapa do Brasil com os serviços de Saneamento

Domicílios que usavam a rede geral de distribuição como principal fonte de abastecimento de água em 2018 (em %)



Fonte: IBGE (2018).

No mapa apresentado na Figura 2, o resultado obtido pelo IBGE sobre uma pesquisa realizada no ano de 2000, este estudo teve como base os 100 maiores municípios do país. No momento da pesquisa, estavam inclusos, dentro do estado de Goiás, os municípios de Anápolis, Aparecida de Goiânia e Goiânia. Este estudo detectou que a cidade de Anápolis, está entre um dos 56 municípios que apresentam agências reguladoras como elementos fiscais de saneamento básico. A agência que regula os trabalhos prestados de saneamento em Goiás é a Agencia Goiana de Regulação, controle e fiscalização de serviços públicos (AGR, 2000).

Outro dado de pesquisa pelo IBGE em 2008 conseguiu analisar ao saneamento básico de Anápolis, dentro outros dados também no Quadro 5.

Quadro 5- Examinando Saneamento Básico da Cidade de Anápolis.

Descrição		Unidade	Total
Economias abastecidas		Unidade	109.747
Água servida com tratamento convencional		m ³ / dia	67.880
Água servida sem tratamento convencional		m ³ / dia	200
Água tratada por simples desinfecção (cloração e outros)		m ³ / dia	1124
Volume total de água tratada	m ³ / dia	69.204	

Fonte: IBGE.

Ao olhar dados, permite a conclusão de que a população do município de Anápolis tem o atendimento eficiente no quesito de água potável de acordo com a Figura 3. Demonstrando apenas um volume diário de 200 m³ que é feito sem o processo de tratamento.

Figura 3 - Água potável na cidade de Anápolis.

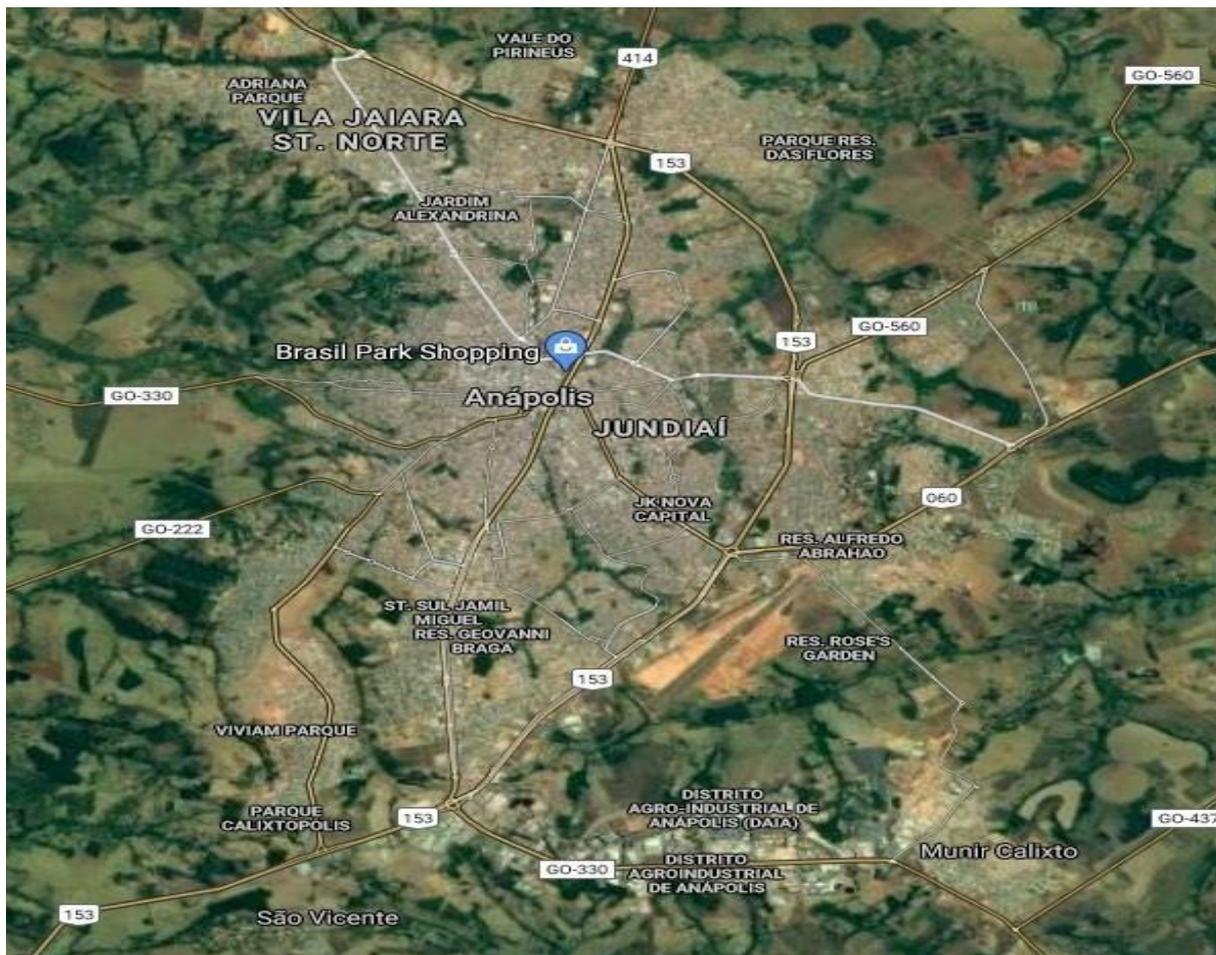
Fonte: SANEAGO, 2020.

É importante atentar, sobre a indispensabilidade da melhoria desse item, sendo que municípios menores como, Alvorada do Norte, Amaralina, Bonópolis e Cabeceiras mostram volumes menores (110, 80, 15 e 50). Destacando, entretanto, que os municípios citados são bem menores que Anápolis (Figura 4), quanto em população e área. Diante dos dados e da comparação com outros municípios, podemos confirmar que o sistema de abastecimento de água da cidade, está aceitável (SANEAGO, 2020).

Mas a muito que melhorar, como por exemplo, o volume de água sem o processo do devido tratamento distribuído por dia e alto, o que resulta um índice considerável de pessoas que recebem nas suas residências uma água de má qualidade. Diante disso, a sociedade pode criar campanhas que estimulam quanto economia de água quanto a uma melhoria na qualidade do serviço recebido e a leitura desse trabalho de conclusão pode ajudar a propagação dessas ideias (SANEAGO, 2020).

E interessante o governo, colocar alternativas palpáveis de modernizar o sistema de abastecimento, criando ideias mais eficazes e que comprometem menos a qualidade de vida da população. Diante disso é desejável um mapeamento da sociedade servida pelas várias formas de abastecimento, a pesquisa como de Silva e Cunha encontrou dificuldades em obter dados nesse nível de agregação junto a SANEAGO.

Figura 4 – Mapa Do Município De Anápolis



Fonte: GOOGLE MAPS 2021.

2.8 PROGRAMA EPANET 2.0

O programa EPANET 2.0 é um simulador de sistema de abastecimento de água amplamente testado e credível, criado em 1994, por Lewis Rossman e sua equipe, para a agência americana de proteção ambiental – U.S Environmental Protection Agency (USEPA). Já sua versão para o português, escrito e falado no Brasil, foi uma iniciativa do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento (LENHS), que faz parte do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (LENHS, 2020).

De acordo com Loureiro e Coelho (2004) EPANET é um software que concede a execução de simulações estáticas e dinâmicas da rede hidráulica e da qualidade da água nos sistemas de distribuição em pressão. Na simulação estática é possível analisar um

sistema com todas suas características já existentes, considerando um determinado cenário de consumos, como se de cada cenário simulado obtive-se uma fotografia.

Juntamente, de modo a se completar a análise, se utiliza a simulação dinâmica nestes sistemas, a fim de se analisar um avanço, uma evolução no sistema ao decorrerdo tempo, utilizando uma sequência de equilíbrio hidráulico observada para diversos instantes a frente (LOUREIRO E COELHO, 2004).

O programa EPANET fornece a seu usuário, a possibilidade de adquirir os valores do caudal presente em cada tubagem, valores de pressão exercida em cada nó, valor da altura de água presente para cada reservatório de nível variável e da quantidade de espécies químicas presentes na rede durante o tempo de simulação, subdividido em diversos passos de cálculo (LOUREIRO E COELHO, 2004).

Considerando-se estes aspectos, a utilização deste programa para simulação hidráulica é uma ferramenta importantíssima ao estudar projetos e operações dos sistemas de abastecimento, sendo que eles auxiliam na avaliação e na tomada de decisão através de modelos matemáticos escolhendo melhores materiais para situação específica como diâmetro, materiais de tubo, parâmetros das bombas (ARAUJO, 2018).

Existem vários simuladores hidráulicos disponíveis para uso no Brasil, com utilização nos sistemas de distribuição de água. Para escolher um software deve-se analisar, prioritariamente, a finalidade a que será aplicado. A escolha do software citado, foi levado em consideração sua utilização pela SANEAGO, considerando que, se trata de software de fácil uso, disponível em português, sua gratuidade e um excelente resultado neste tipo de análise (ARAUJO, 2018).

Podemos olhar o cálculo de interatividade das vazões nos trechos que a Epanet utiliza e observando de forma simplificada.

$$Q_{ij} = Q_{ij} - Y_{ij} - P_{ij} * (H_i - H_j)$$

Podemos ver a equação onde:

Q_{ij} = vazão no trecho entre os nós i e j;

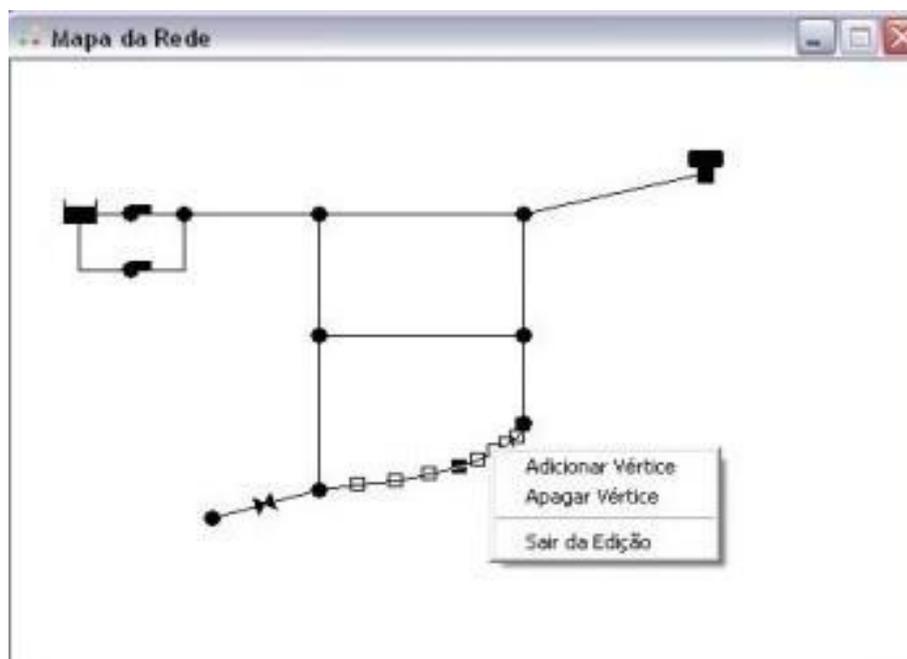
Y_{ij} = fator de correção de vazão;

P_{ij} = inverso da derivada da perda de carga total no trecho entre os nós i e j em relação à vazão;

$H_i - H_j$ = perda de carga total no trecho

Auxilia a vazão e podendo somar o valor absoluto à vazão total de toda a região e sendo diferente ao limite específico, será realizada nova interação de cálculo e novos valores da vazão no trecho e tendo a continuidade satisfazendo os resultados da vazão nos nós. O software apresentado na Figura 5 abaixo, está realizando um projeto com parceria com outro programa, mas sendo configurado de que modo possa simular a realidade no campo (ARAÚJO, 2018).

Figura 5 – Reconfiguração de um trecho



Fonte: Rossman, 2000.

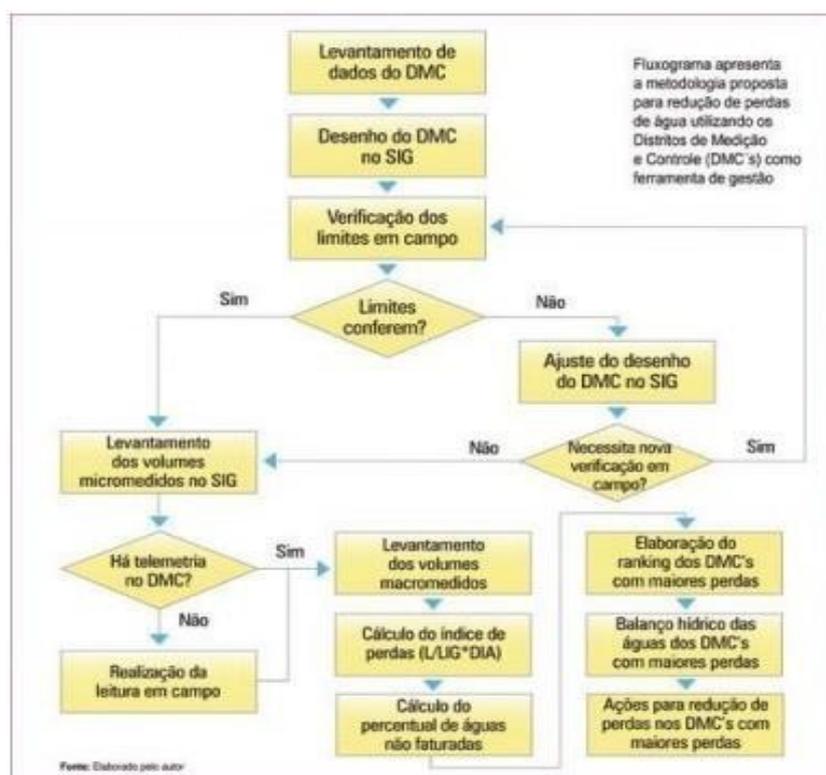
2.9 DISTRITO DE MEDIÇÃO E CONTROLE

Dividir uma rede de abastecimento em uma ou mais áreas menores, chamados de distrito de medição e controle (DMC's), provou ser uma das melhores estratégias utilizadas pelas concessionárias de distribuição de água em âmbito internacional, com o intuito de reduzir as perdas de água, em abastecimentos públicos. Essa estratégia se apresenta muito eficaz pois utiliza um sistema de estanques, assim deve-se ter uma área definida, não constando a entrada ou saída de água para outra região. Se necessário se

realiza o teste de estanqueidade, onde se fecha o registro alimentador do DMC, e verifica-se que as pressões atinjam o valor “zero” (Farley et al. (2008)).

Thornton et al. (2008) classifica o DMC como uma área definida em que a quantidade de água que entram e que saem são medidas, assim o monitoramento pelo método das vazões noturnas age de uma forma rápida na identificação de vazamentos não visíveis, e fornece os dados necessários para a ação da concessionária na localização dos vazamentos, através dos recursos disponíveis. Conforme o esquema abaixo demonstrado na figura 6.

Figura 6 – Ferramenta DMC



Fonte: Unicamp, 2012.

2.10 VAZÃO MINIMA NOTURNA

Os sistemas de abastecimento de água, sempre devem buscar a eficiência e a eficácia no atendimento aos seus clientes, visando sempre o menor custo. O método base para se calcular a vazão mínima noturna é orientado de modo a constatar o percentual das perdas reais nos ramais de distribuição. O intuito consiste na medição da vazão em momento que teoricamente os clientes estivessem todos abastecidos, assim a vazão

ocorrente nesse período é chamada vazão mínima noturna. Assim essa vazão teoricamente em grande parte está alimentando os vazamentos reais da rede, sendo que em tese todos os clientes estarão abastecidos (ARAÚJO, 2018).

A vazão mínima noturna, é considerado, de acordo com Gonçalves e Alvin (2007), como o indicador de perdas reais com mais relevância, olhando para um Sistema fechado, no caso do DMC Maracanã. Em situações normais, o consumo de água nos períodos noturnos é reduzido, se comparado ao restante do dia, principalmente, em áreas de residências. Assim sendo, qualquer variação nessa media de vazão mínima noturna, provavelmente indica algum vazamento.

Em lugares onde existe um abastecimento irregular ou existe demandareprimida, ou seja, há a falta de água em algumas partes do dia, o método do consume noturno não possui confiabilidade em seus dados. Essa não confiabilidade ocorre pelo fato de que por faltar água durante o dia, é provável que haja um uso maior na parte noturna, o que pode passar uma impressão errônea de problemas de vazamentos (ARAÚJO, 2018).

Este consumo mínimo se apresenta no período da madrugada, assim normalmente alterações na vazão mínima representam vazamentos. Normalmente seus valores se mantêm abaixo de 10% e seu fator de pesquisa – FP, é determinado a partir da equação.

$$FP = \frac{QMN}{QMED}$$

FP = fator de pesquisa;

QMN = vazão mínima noturna;

QMED = vazão média diária

Segundo Fávero e Dib (1981) o fator FP possivelmente é um indicador de problemas operacionais na rede de abastecimento de água. Quanto mais tendencioso para 1, maior a possibilidade de ocorrência de vazamentos, geralmente, sendo mais que 0,30 o setor possui vazamentos detectáveis economicamente. A empresa tem que constatar o nível de viabilidade econômica, assim percebendo se é viável o custo de tratamento dessas

perdas, pois o custo das perdas seja muito baixo, o custo de reparar e trata-las acaba sendo maior, passando a se tornar inviável, economicamente.

2.11 VRP'S

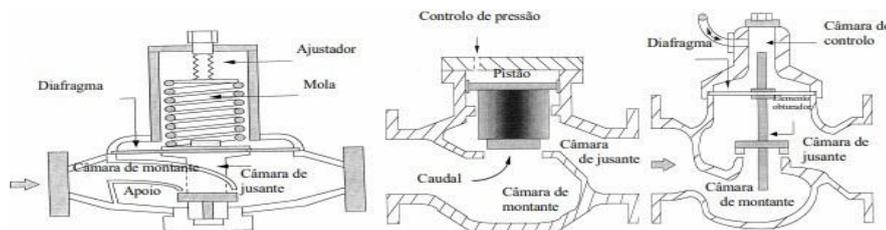
A utilização de válvulas redutoras de pressão se faz necessário em áreas onde há pressões excessivas, e apresentam a função de limitar a pressão jusante. A estrutura de montagem geralmente é composta pela válvula redutora de pressão (VRP), controladores de válvulas e válvulas de manobras, além de terem sua instalação em caixa de concreto ou alvenaria, representado na figura 7. Encontra-se numerosos tipos de válvulas redutoras de pressão, assim, as mais usuais são – válvulas de mola, de pistão e de diafragma, figura 8 (COVAS E RAMOS, 1998).

Figura 7 – Estrutura de montagem da VRP



Fonte: Heimann, 2004.

Figura 8 – Válvulas mais usuais



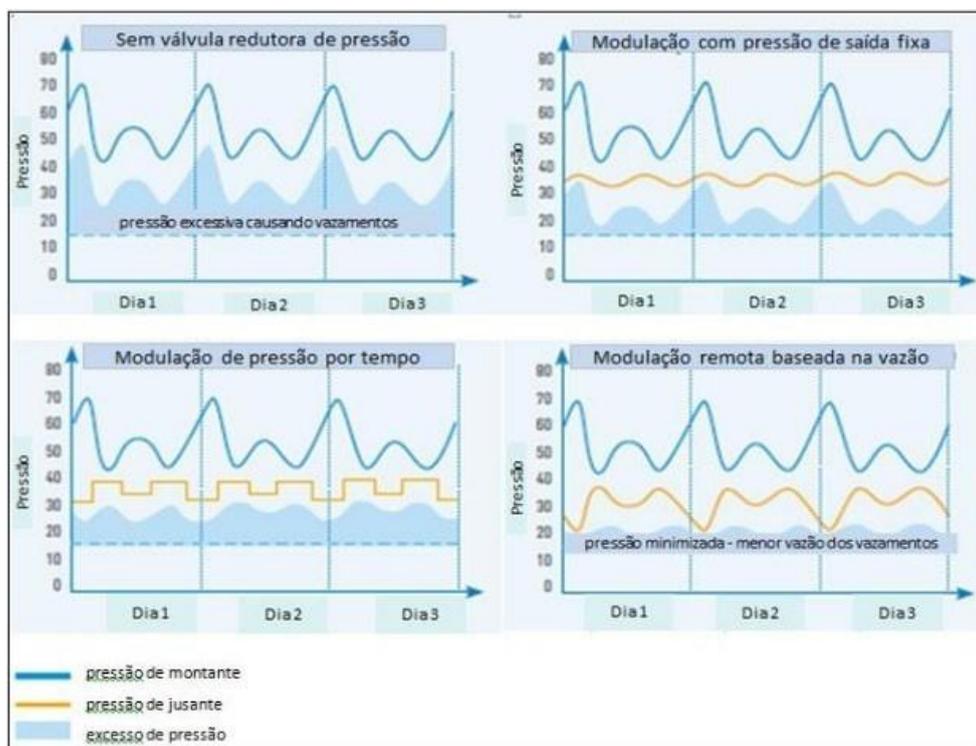
Fonte: COVAS E RAMOS.

Para Klingel e Knobloch (2011) os VRP's podem ser separados em quatro tipos básicos segundo sua modulação:

- I. Saída fixa: É considerado o sistema mais básico de controle de pressão, no qual a VRP mantém a pressão de saída ao nível desejado, durante todo o tempo.
- II. Baseada no tempo: A VRP mantém sua pressão de saída modificada de acordo com o tempo, usualmente com intuito de reduzir a pressão durante o período noturno, período que apresenta vazões inferiores.
- III. Baseada nas vazões: As pressões de saída serão definidas levando em consideração as variações de vazão durante o dia, com o intuito de manter a pressão mínima necessária.
- IV. Operação remota: É um modelo mais avançado de modulação de pressão no qual a pressão de saída é constantemente controlada por sensores ligados a um sistema de telemetria assim, a pressão sempre se mantém no nível desejado.

A figura 9 abaixo mostra a modulação de cada tipo de válvula citado.

Figura 9 – comportamento de cada Válvula



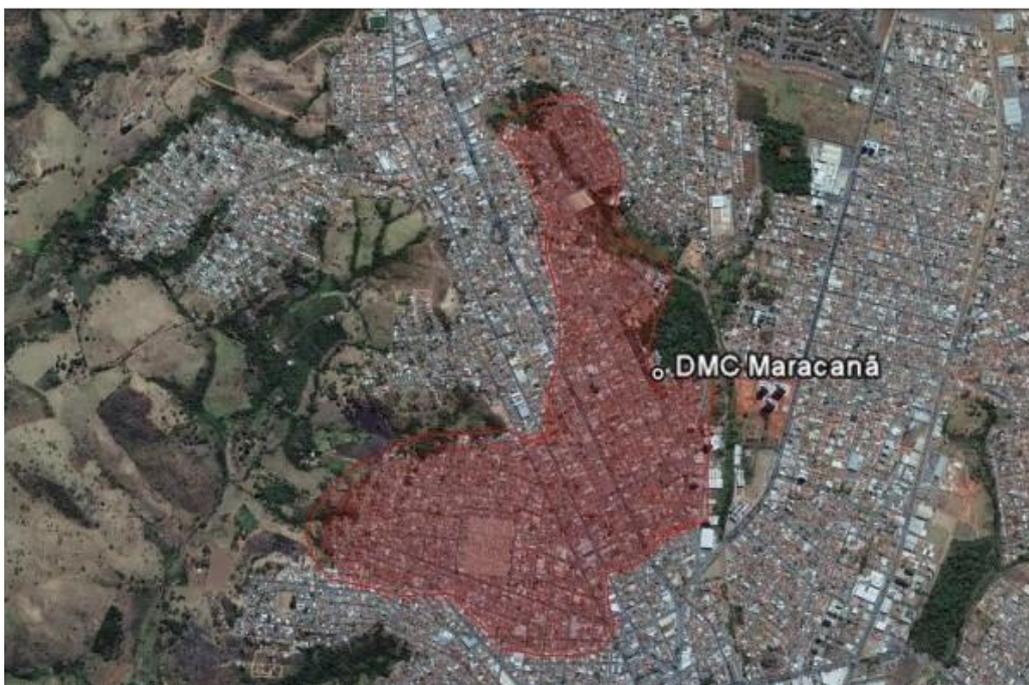
Fonte: Adaptado de Klingel & Knobloch (2011).

3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Anápolis é abastecida pelos sistemas de captação e tratamento, no sul da cidade há aproximadamente 20.000 ligações abastecidas pelo SAA DAIA, que se encontra localizado no distrito Agroindustrial de Anápolis, que utiliza a água captada no ribeirão Caldas, possuindo uma vazão disponível de 150L/s, esse sistema abastece vários centros de reservação, contando com reservatórios apoiados e reservatórios elevados. Já na região norte e central da cidade contam com 113.000 ligações e são abastecidos pelo SAA Piancó, que utiliza da água captada no ribeirão Piancó, que se localiza após a Base Aérea de Anápolis, sentido Norte, contando com uma vazão de 860L/s.

A área a ser estudada é abastecida pelo SAA Piancó, pois se localiza na região centro norte da cidade. O centro de reservação responsável pelo abastecimento do bairro DMC Maracanã é denominado centro de reservação Vila dos Oficiais, que conta com um reservatório semi enterrado, com capacidade de 2.700 litros de água. O bairro em questão conta com rede de distribuição mista (malha com ramificações) e dispõe de mais de 3.400 ligações, todas hidro metradas, através de mais de 28 mil metros de rede, como demonstrado na figura 10 abaixo.

Figura 10 - Fixação da região do DMC Maracanã.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2020.

Nesta pesquisa realizada em determinada região da cidade de Anápolis, que é o terceiro maior município do estado de Goiás, uma parte dos dados foram obtidos através de pesquisas gerais, que refletem os dados do país como um todo, a outra parte dos dados foram cedidos pela concessionária, saneamento de Goiás S/A – Saneago, diretamente para a cidade de Anápolis e também para a região estudada.

O método proposto pela Saneago com a utilização dos dispositivos e com a finalidade à redução de perdas de água no sistema foi executado. Esse método foi dividido em duas fases, a primeira envolvendo a haste de escuta como mostra na Figura 11 e segunda etapa desenvolve a instalação de uma válvula redutora de pressão. Não contendo apenas isto, alguns dados foram fornecidos pela empresa para somar e concretizar o propósito desse estudo.

Figura 11 – Procedimento das Haste de Escuta.



Fonte: Saneago.

Na região do estudo todo consumo de água é faturado, apesar disso o consumo de água não medido e não faturado coincide ao consumo de água para as atividades operacionais especiais do sistema, os mesmos também podem ser calculados como perdas. Assim grande parte das perdas de água aparentes e causado pelas imprecisões de medição dos hidrômetros dos moradores, entretanto estimasse que esse percentual seja baixo devido a SANEAGO trocar os hidrômetros assim que atinge 1000 m³ de água. Em

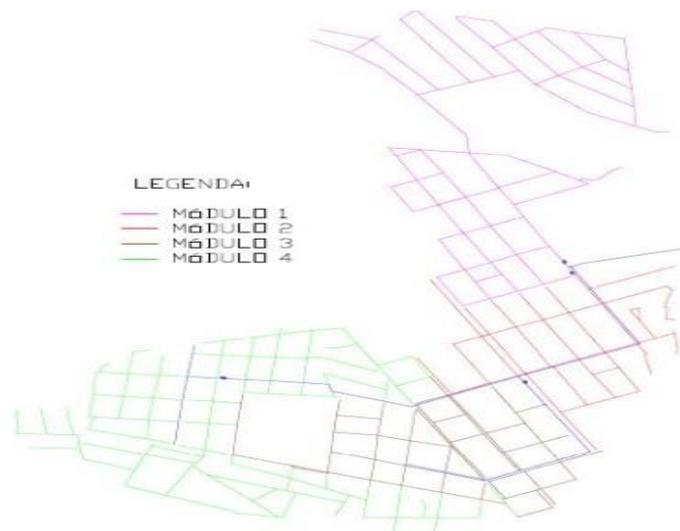
virtude dos fatos mencionados se espera resultados mais precisos em valores percentuais mesmo sendo baixos.

3.1 IMPLANTAÇÃO DO DMC

Previamente à implantação do DMC, foi-se realizada a avaliação dos dados de cadastro técnico, das zonas de abastecimento e a definição de critérios para implantação do mesmo no sistema de distribuição. Foram delegados pontos de interesse para as medições de pressão instantânea e pressão de vazão prolongada. A fim de reduzir os transtornos com as obras de implantação existe um convênio com o poder público municipal, para reparo das obras necessárias, como corte e recuperação das vias asfaltadas, juntamente com a comunicação à população sobre os desabastecimentos eventuais da região, através dos canais da SANEAGO.

O planejamento da empresa optou em dividir a região que foi implantado o DMC, em quatro sub módulos, como mostra na Figura 12, com objetivo especial de diminuir as pressões e sua amplitude em cada módulo e a quantidade colocada nessa área. Com objetivo da efetividade teve-se que fazer alteração das redes do bairro e principalmente nos pontos que foi colocado os sub módulos e isolando o DMC para análise daquela região (ARAUJO, 2018).

Na área onde se encontra o DMC e os quatros sub módulos, se encontra 3.466 ligações de água, contendo análise de pressões instantânea em horários e áreas estratégicas sendo anotado no laudo técnico com intenção de perceber os melhores pontos e os piores para que possam receber uma assistência de melhoria ao longo de toda execução desse projeto. As medições foram retiradas dos Cavaletes dos Hidrômetros dos clientes com o equipamento manômetro analógico (ARAUJO, 2018).

Figura 12 - Projeto DMC Maracanã

Fonte: SANEAGO, 2020.

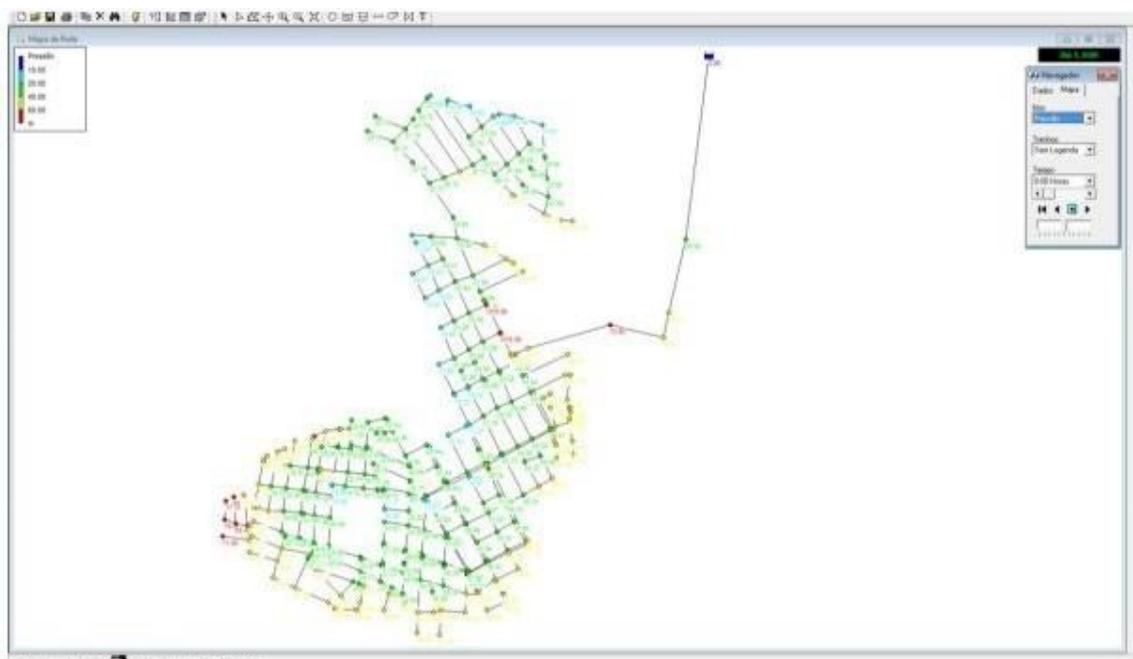
Figura 13 – Manômetro analógico

Fonte: Conexão, 2020.

4 Resultados e Discussões

Utilizou-se o programa EPANET 2.0, onde aplicou-se a ele os valores de rugosidade da canalização utilizada pela Saneago, assim encontrou-se em regiões mais baixas, pressões de ordem de 95m.c.a, a qual supera os limites máximos da norma de fornecimento aos consumidores, também suplantando os limites suportados para a classe 12 de tubulações utilizadas.

Figura 14 Simulação Epanet 2.0 com as VRP's



Fonte: Epanet 2.0 2020.

Através do resultado apresentado pelo software (Figura 14) fez-se necessário a implantação de válvulas redutoras de pressão, a fim de adequar as pressões à NBR 12218/1994 a qual diz que a pressão máxima a ser admitida é de 50 m.c.a. Realizado uma nova simulação com a implantação de quatro módulos e quatro VRP's, a qual apresentou resultado adequado nos nós, em sua maioria.

Instalou-se quatro VRP's nos locais da simulação do Epanet, o que dividiu a região em quatro partes menores, módulos. Essa divisão em partes menores, teve como objetivo a redução das perdas, controlando a pressão em cada módulo, assim reduzindo os vazamentos, e agilizando o processo de manutenção dos mesmos. Assim pode-se notar a variação da pressão, conforme na tabela 1.

Tabela 1 - Variação de pressão com as VRP's

Módulos	Pressão Anterior	Pressão com as VRP's
• Módulo 1	• 41 m.c.a	• 30 m.c.a
• Módulo 2	• 45 m.c.a	• 28 m.c.a
• Módulo 3	• 45 m.c.a	• 26 m.c.a
• Módulo 4	• 43 m.c.a	• 25 m.c.a

Fonte: Saneago (2018).

Diante dos resultados aferidos no presente trabalho, considerando os dados fornecidos pela concessionária abastecedora – Saneago, e olhando o histórico da área DMC Maracanã analisado, consegue-se chegar a alguns resultados. O índice de perdas anuais da região, reduziu se comparado à antes da instalação das VRP's.

No decorrer do ano de 2015, o índice de perdas na região em questão, foi de 58,7%.

No decorrer do ano de 2016, o índice de perdas na região em questão, foi de 47,6%.

No decorrer do ano de 2017, o índice de perdas na região em questão, foi de 36,7%.

No decorrer do ano de 2020, o índice de perdas na região em questão, foi de 37%.

Conforme a tabela 2:

Tabela 2 - Índice de perdas de água anuais em Anápolis

Item	Ano	Perdas (%)
• Índices de perdas	• 2015	• 58,7%
• Índices de perdas	• 2016	• 47,6%
• Índices de perdas	• 2017	• 36,7%
• Índices de perdas	• 2020	• 37%

Fonte: Saneago (2020).

Observando dados coletados pela própria concessionária, podemos perceber a variação mensal no ano de 2020, essa variação se aplica tanto na quantidade de água

disponibilizada, quanto na porcentagem de perdas, através do conhecimento adquirido durante o estudo do caso delegamos fatores que podem ter influência nessa variação, que podem ser, a falta ou falha de manutenção preventiva nas VRP's, a necessidade de substituição de alguns hidrômetros que podem apresentar submedição, ligações antigas. Nos dados fornecidos, encontramos também meses como o mês de setembro e o mês de dezembro, no qual não foi registrado os volumes supracitados. Confira na tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Dados DMC Maracanã ano de 2020.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
Disponibilizado (mt)	73.736,16	69.169,11	70.647,23	67.625,17	73.174,76	73.915,23
Perdas (%)	42,91%	40,59%	39,30%	41,08%	40,03%	41,45%

	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Disponibilizado (mt)	67.284,27	60.059,46	-	60.180,93	84.064,38	-
Perdas (%)	34,45%	20,08%	-	21,33%	50,22%	-

Fonte: Saneago (2020).

A concessionaria Saneago, no ano de 2018, como já referenciado nesta pesquisa, apresentou resultados satisfatórios em comparação à outras concessionárias abastecedoras do país, em termos de perda de água em litro/ligação/dia, ou seja, a quantidade de água que se perde em litros, por ligação a cada dia. No ano de 2018, ela apresentou o melhor resultado em comparação à outras 9 concessionárias distribuídas pelo Brasil, expondo o menor valor de perda entre elas, que foi de 191,29 l/lig/dia.

De acordo com os dados fornecidos pela concessionaria para a realização do estudo, podemos calcular a quantidade de perda por litro/ligação/dia para o ano de 2020, segue na tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Perdas de l/lig.dia ano de 2020.

MESES DO ANO	PERDAS (LITROS/LIGAÇÃO.DIA)
• JANEIRO	• 245,61 l/lig.dia

• FEVEREIRO	• 239,41 l/lig.dia
• MARÇO	• 215,62 l/lig.dia
• ABRIL	• 225,24 l/lig.dia
• MAIO	• 230,16 l/lig.dia
• JUNHO	• 245,24 l/lig.dia
• JULHO	• 179,82 l/lig.dia
• AGOSTO	• 93,41 l/lig.dia
• SETEMBRO	• -
• OUTUBRO	• 97,88 l/lig.dia
• NOVEMBRO	• 335,39 l/lig.dia
• DEZEMBRO	• -

Fonte: Saneago (2020).

Assim fazendo a media dos dados dos meses que foram fornecidos, para o ano de 2020, o valor de perdas de litros/ligação.dia para o ano de 2020 é de 210,78.

Tabela 5 – Meta de perdas para o ano de 2020.

MESES DO ANO	DISPONIBILIZADO	META DE PERDA
• JANEIRO	• 73.736,16	• 21.383,49
• FEVEREIRO	• 69.169,11	• 20.059,04
• MARÇO	• 70.647,23	• 20.487,70
• ABRIL	• 67.625,17	• 19.611,30
• MAIO	• 73.174,76	• 21.220,68
• JUNHO	• 73.915,23	• 21.435,42
• JULHO	• 67.284,27	• 19.512,44
• AGOSTO	• 60.059,46	• -
• SETEMBRO	• -	• -
• OUTUBRO	• 60.180,93	• -
• NOVEMBRO	• 84.064,38	• 24.378,67
• DEZEMBRO	• -	• -

Fonte: Saneago (2020).

A meta de perda adotada pela Saneago, para a região estudada, no ano de 2020, ou seja, o objetivo almejado pela concessionária para aquela área era de 29%, de acordo com a tabela 5 fornecida acima. Transformando a meta em litros presente na tabela 5 para porcentagem constatamos essa meta de 29% que no ano de 2020 não foi alcançada.

5. CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, percebemos a eficiência do sistema de abastecimento na cidade de Anápolis, em comparação aos dados do Brasil, nota-se um resultado satisfatório na área de estudo. A haste de escuta é uma das ferramentas mais acessíveis em questão de custos e de fácil manuseio, assim a empresa consegue fornecer aos agentes de saneamento para identificar os vazamentos não visíveis, juntamente com a ajuda do método das vazões mínimas noturnas ambos se complementam e são indicados para setores das cidades mais problemáticas.

Um dos aspectos importantes foi a instalação das VRP's nesse estudo de caso, realizado no bairro maracanã da cidade de Anápolis-GO, devido a região ter alto índice de vazamentos, devido a elevada pressão assim acarretando grandes perdas de água. Entretanto após as instalações das válvulas, juntamente com a troca de hidrômetros os resultados melhoraram significativamente, o sistema de válvulas aplicado ao DMCauxilia no processo de localização os vazamentos, e mesmo os vazamentos que sejam descobertos tardiamente, o controle da pressão diminuirá o desperdício no mesmo.

O DMC além dos seus benefícios no controle das falhas no sistema de abastecimento, ele ajuda com outras ferramentas, no caso em que haja manutenção nas ligações de rede do bairro, não deixando que população sofra muitos danos por falta de água por um determinado tempo.

Consequente, podemos perceber os resultados apresentados pela concessionaria para o ano de 2020, que em sua comparação ao ano de 2015, obteve-se uma redução de aproximadamente 20% com a utilização das VRP's, mantendo o índice de perdas para o ano de 2020 na faixa de 37%, o que está satisfatório, considerando que o índice de perdas no Brasil para o ano de 2018, segundo o Instituto Trata Brasil foi de 38,45%. Mesmo sendo uma diferença pequena, consideramos um resultado excelente, levando em consideração que é uma das áreas mais problemáticas da cidade. Considerando o tema abordado como um tema de suma importância para a população, os autores deste trabalho sugerem trabalhos futuros abordando o mesmo tema, com o DMC em foco, a fim de se ter um acompanhamento nos resultados ao decorrer dos anos.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ações e segurança nas estruturas – procedimento: NBR8681. 2004**

Artigo **Renavan Andrade Sobrinho**

Patrícia Campos Borja. Disponível em:

<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/estudo%20economico.pdf>

Artigo Luan Knupp Baen1 Wênia Moreira Resende2 Bruno Martins Araujo3 Luan Souza Silva4 Vitor Franco Rodrigues5

CHAVES, Prefeitura Municipal de Coronel Xavier. Plano Municipal de Saneamento Básico de Coronel Xavier Chaves. Disponível em:

<http://coronelxavierchaves.mg.gov.br/prefeitura/wp-content/uploads/2018/02/Plano-saneamento.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

ENCICLOPÉDIA Edipe- Enciclopédia Didática de Informação e Pesquisa Educacional. SãoPaulo. 1989. 6ª edição.

ENCICLOPÉDIA Pape- Programa Auxiliar de Pesquisa Estudantil. São Paulo. 1987. Volume, VIII. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/lenhs/contents/menu/epanet> EPANET

file:///C:/Users/User/Downloads/5731-Texto%20do%20artigo-16720-1-10-20160222.pdf

FARLEY et al.. The Manager's Non-Revenue Water Handbook a Guide to Understanding Water Losses. Ranhill Utilities Berhad and the United States Agency for International Development (USAID). 110p. Malaysia, 2008.

FÁVERO, J. A.; DIB, M. E. M. Pesquisa e controle de perdas em sistemas de

abastecimento de água. Revista DAE, nº 126, p. 50-59, 1981.

GONÇALVES, E.; ALVIM, P.R.A. Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água - Pesquisa e Combate a Vazamentos não Visíveis Programa Nacional de Combate ao 114 Desperdício de Água – PNCD, Secretária Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretária de Política Urbana, 89 p. Brasília, 2007.

<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=520110&idtema=20&search=goias%7Canapolis%7Cpesquisa-nacional-de-saneamento-basico-2008>. Acesso em: 28 agosto.

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=o-que-e> – ibge 2017

<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento-2017> - trata brasil.

Disponível em:

<https://revistas.cefet->

INSTITUTO Trata Brasil lança mais um ranking do saneamento básico. **Trata Brasil**, 06abr. 2020. Disponível em:

<<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2020/03/12/instituto-trata-brasil-lanca-mais-um-ranking-do-saneamento-basico/>>. Acesso em: 15 set. 2020.

Loureiro, D., Coelho S.T., (2004). Manual do Utilizador EPANET 2.0 – Simulação Hidráulica e de Parâmetros de Qualidade em Sistemas de Transporte e Distribuição de Água (Tradução e Adaptação para língua Portuguesa).

Livro. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124446/155.pdf?sequen ce=1>

SAÚDE, Trata Brasil Saneamento e. Perdas de água 2018 (SNIS 2016): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. 2018.

Disponível em:

<<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/perdas-2018/estudo-completo.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2020.

THORNTON, J; STURM, R; KUNKEL, G. Water loss control. 2ed. New York: McGrawhill, 2008. 650p. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522018000300615&script=sci_arttext

Nome dos participantes: **Sheila Kusterko**¹ * **Sandra**

Rolim Ensslin² **Leonardo Ensslin**³ **Leonardo Corrêa Chaves**. Disponível em:

https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/3525/2/MarisaTOS_MONO.pdf

(tcc)

MARISA TAÍS DE OLIVEIRA SILVA. Disponível em:

<file:///C:/Users/User/Desktop/tcc%20paula.pdf>

Tcc da Paula. Disponível em:

<file:///C:/Users/User/Desktop/JOS%20GERMANO%20MORAIS%20-%20referencia%20tcc.pdf>

Tcc José germano morais. Disponível em:

[file:///C:/Users/User/Downloads/2019_2_TCC_PaulaMarcosVin%C3%ADciusPeireirade%20tcc%20exemplo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/2019_2_TCC_PaulaMarcosVin%C3%ADciusPeireirade%20tcc%20exemplo%20(1).pdf) – artigo de Jaraguá . MARCOS VINÍCIUS

PEREIRA DE PAULA E MATHEUS DOS SANTOS LIMA. Disponível

em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/9668/1/DISSERTA%20c3%87%20c3%83O_An%20c3%a1liseGest%20c3%a3oControle.pdf – tese de mestrado: Kedson

Palhares Gonçalves 2017. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=o-que-e>

Tcc. Bruno Comunello Eleotero. Disponível em:

<file:///C:/Users/User/Downloads/admin-ec59.pdf>

VIANNA, R. C.; VIANNA JUNIOR, C.C.; VIANNA, R. C. **Os recursos de água**

doce no mundo – situação, normatização e perspectiva. Disponível em:

<https://periodicos.furg.br/juris/article/viewFile/598/141>. Acesso em: 15 set. 2020.

VIANNA, R. C.; VIANNA JUNIOR, C.C.; VIANNA, R. C. **Os recursos de água doce no mundo – situação, normatização e perspectiva.** Disponível em:

<https://periodicos.furg.br/juris/article/viewFile/598/141>. Acesso em: 15 set. 2020.