



**FACULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS – FAPAC
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

PEDRO HENRIQUE SOUZA BARROS

**ESTUDO DAS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA
CIDADE DE PORTO NACIONAL-TO**

**PORTO NACIONAL-TO
2019**

PEDRO HENRIQUE SOUZA BARROS

**ESTUDO DAS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA
CIDADE DE PORTO NACIONAL-TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil da FAPAC/ITPAC PORTO NACIONAL como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área: SANEAMENTO

Orientador: Prof. Me. Diogo Pedreira
Lima

**PORTO NACIONAL-TO
2019**

PEDRO HENRIQUE SOUZA BARROS

**ESTUDO DAS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA
CIDADE DE PORTO NACIONAL-TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado e defendido em ____/____/____

() APROVADO

() REPROVADO

Banca examinadora constituída pelos professores e Engenheiros(as):

Orientador (a): Professor Me. Diogo Pedreira Lima

Professor(a): Professora Ana Paula Lustosa Ribeiro

Engenheiro Civil: Melk Zedek Ramalho

PORTO NACIONAL-TO

2019

RESUMO

As perdas em sistema de abastecimento de água das zonas urbanas são vistas como um grande problema que as concessionárias de saneamento têm que lidar cotidianamente, pois o crescimento contínuo dos centros urbanos de forma desordenada, reflete no problema de má infraestrutura na expansão dos sistemas de abastecimento e na instalação de novas fontes de distribuição de água tratada, bem como a deterioração dos sistemas já existentes ao longo dos anos de utilização. Esses fatores mencionados unidos entre si, implicam em um grande volume de perdas, através de altas pressões dentro da rede ou por meio de vazamentos. Em alguns casos específicos as perdas são apresentadas também com casos de fraudes, feitas pela população e de forma irregular, ou mesmo falha dos medidores, que também entram na contagem de perdas. Desse modo, o presente trabalho propõe uma análise detalhada dentro da cidade de Porto Nacional – TO mediante o volume de perdas reais, aparentes fraudes e ligações irregulares, além de apresentar as principais soluções e medidas que estão sendo tomadas para que haja um melhor desempenho da distribuição de água.

Palavras – chave: Perdas. Sistema de Abastecimento. Distribuição de Água.

ABSTRACT

Losses in urban water supply systems are seen as a major problem that sanitation utilities have to deal with on a daily basis, as the continued growth of urban centers in a disorderly manner reflects the problem of poor infrastructure in the expansion of water supply systems. And the installation of new sources of treated water distribution, as well as the deterioration of existing systems over the years of use. These factors mentioned together, entail a large volume of losses, through high pressures within the network or through leaks. In some specific cases, the losses are also presented with cases of fraud, made by the population and irregularly, or even failure of the meters, which also enter the loss count. Thus, the present work proposes a detailed analysis within the city of Porto Nacional - TO through the volume of real losses, apparent frauds and irregular connections, besides presenting the main solutions and measures that are being taken for a better performance of the company water distribution.

Key words: Losses. Supply system. Water distribution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Partes que constituem um sistema de abastecimento de água.....	14
Figura 2 - Vista Aérea da zona urbana na cidade de Porto Nacional – TO.....	27
Figura 3 - Zona abrangente para análise de perdas em Porto nacional - TO. .	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices percentuais de perdas para classificação do sistema.	20
Tabela 2 - Caracterização geral das perdas de água em sistemas de abastecimento de água.	22
Tabela 3 - Origem e magnitude das perdas físicas.	23
Tabela 4 - Origem e magnitude das perdas não físicas.	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Orçamento dos gastos com a pesquisa.	29
Quadro 2 - Cronograma realizado durante a pesquisa.	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. OBJETIVO GERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1. A ÁGUA.....	12
3.2. ABASTECIMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA.....	12
3.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	13
3.4. PARTES CONSTITUINTES	13
3.4.1. Captação	14
3.4.2. Estação Elevatória.....	15
3.4.3. Adutora.....	16
3.4.4. Estação de Tratamento de Água.....	16
3.4.5. Reservatórios	17
3.4.6. Redes de Distribuição	17
3.5. VARIAÇÕES DE CONSUMO EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 18	
3.6. PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	19
3.6.1. Conceito.....	19
3.6.2. Indicadores de perdas	21
3.6.3. Tipos de perdas	21
3.6.4. Perdas Reais (Físicas).....	22
3.6.5. Perdas Aparentes (Não Físicas).....	25
4. METODOLOGIA.....	27
4.1. LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES	28
5. ORÇAMENTO.....	29
6. CRONOGRAMA.....	30
7. RESULTADOS ESPERADOS	31
8. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

Em um sistema de abastecimento de água, o volume de perdas é considerado como o motivo principal para determinação da eficiência nas tarefas comerciais e de distribuição. Ao realizar-se uma análise sobre a situação atual de perdas em um sistemas de abastecimento, é levado em consideração o índice existente de água desperdiçada, ou seja, a medida que os níveis de desperdício aumentam, surgem também uma maior necessidade e empenho de esforços, que atuaram na redução de possíveis ineficiências entre as fases de manutenção, planejamento, rota de investimentos e ocupações ligadas a operação e comércio (BRASIL, 2016).

No que diz respeito a perdas de água, em sua grande maioria são causadas por uma deficiência nas tubulações em razão do baixo índice de manutenção e operação, bem como uma inadequada gestão comercial por parte das concessionaria local. Porém, atualmente, existe uma variedade altíssima no índice de perdas, onde em alguns casos chegam a atingir 60% dentre o valor total de água tratada disponibilizada, e com isso as empresas de saneamento tendem a criar um modelo de programa com intuito de reduzir o índice das perdas, tendo em vista um melhor desempenho econômico das empresas e uma melhor imagem da companhia em relação ao cliente (TSUTIYA, 2005).

No Brasil, a estadia que garante a implementação de novos métodos e ações para o combate efetivos das perdas, apresenta-se ainda maior devido ao grande volume recorrente de déficits hídrico dentre as diferentes zonas do país. As cidades que possuem maior padrão de notoriedade em perdas apresentam uma média de 15% em seus indicadores. Em 2016, no brasil foram registrados um índice com relação a perdas em zonas de distribuição de 38,05%, sendo que o índice de perdas faturado totalizou em 38,85%, fator esse que torna um percurso bem longo a ser seguido para resolução de maior eficácia (BRASIL, 2018).

O presente trabalho descrito abaixo pretende relatar uma abordagem de perdas no abastecimento de água da cidade de Porto Nacional, Tocantins, visando uma avaliação de um panorama de quantitativo geral das perdas, proporcionando em sequência um melhor planejamento para o controle e redução do desperdício de água na cidade.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a quantidade de perdas de água no sistema de abastecimento da cidade de Porto Nacional - TO, visando uma redução do índice de desperdício da água tratada.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apontar as principais causas datadas de perdas de água no sistema de abastecimento de água da cidade;
- Estimar o volume de perdas de água dentro da cidade;
- Identificar possíveis correções para redução no índice de perdas físicas e não físicas;
- Apresentar um modelo de controle de perdas dentro do sistema de abastecimento de água da cidade

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A ÁGUA

A água potável em seu consumo básico a vida, também possui todas as características essenciais de para uso em atividades do homem no seu dia a dia (CASTELLANO; CHAUDRY, 2000).

Mesmo que a maior parte do planeta esteja coberta por água, apenas uma pequena porção dessa vasta quantidade pode ser utilizada com recurso importante nas atividades humanas (MOTA, 2003).

A água em si, é considerado um recurso finito, ou seja, a capacidade de utilização da água pode se torna escassa, bem como ainda passa por problemas com relação a qualidade e quantidade, onde baseado em referências de autores, cerca de um bilhão de pessoas no mundo não possui acessibilidade suficiente a água para o atendimento de suas necessidades domésticas, fator esse que tende a piora em algumas regiões, e isso acaba refletindo uma crise na sustentabilidade da vida terrestre (MESSIAS *et al.*, 2004).

Segundo Messias *et al.*(2004), uma constante preocupação no consumo da água está no seu crescimento ativo em escala mundial, onde determina-se que ao alcançar-se o ano de 2025, será contabilizado um crescimento de 75% do consumo mundial.

3.2. ABASTECIMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA

A população mundial atentasse como sua maior prioridade, para o atendimento por sistemas de abastecimento de água, tanto em qualidade como quantidade de forma adequada às suas necessidades relacionadas diretamente ao desenvolvimento industrial e a saúde vigente (TSUTIYA, 2005).

Sobre a qualidade da água, segundo a NBR 9896 (1987), determina que os padrões de qualidade da água são formados por um conjunto de parâmetros e limites inerentes, que por sua vez são estabelecidos como base para alguns critérios científicos, que avaliam o risco para população e dano causado devido exposição a um determinado poluente e em certa quantidade do

mesmo na água. O critério científico utilizado reporta uma quantidade limite para um determinado composto químico, assim é estabelecido um parâmetro máximo (ou mínimos conforme aos padrões naturais), desse modo está sendo garantido a segurança para o uso desejado a um determinado corpo d'água (ABNT, 1987).

Segundo CONAMA (2005), as águas doces de valor essencial e particular a população, são divididas em 5 classes, sendo que a chamada Classe Especial, aquelas destinadas ao abastecimento doméstico prévia ou com simples desinfecção; e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

Visando a aplicação de um sistema de abastecimento de água em sua importância de forma correta, foram feitos investimentos, para que ocorra uma distribuição de qualidade ao maior número de pessoas, tomando como foco principal os países que se encontram em desenvolvimento, pois para essas regiões o abastecimento de água se encontra em uma situação desfavorável (TSUTIYA, 2005).

3.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Define-se por sistema de abastecimento de água o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos. Essa água fornecida pelo sistema deverá ser, em quantidade suficiente e da melhor qualidade, do ponto de vista físico, químico e bacteriológico (SOUZA, 2001).

3.4. PARTES CONSTITUINTES

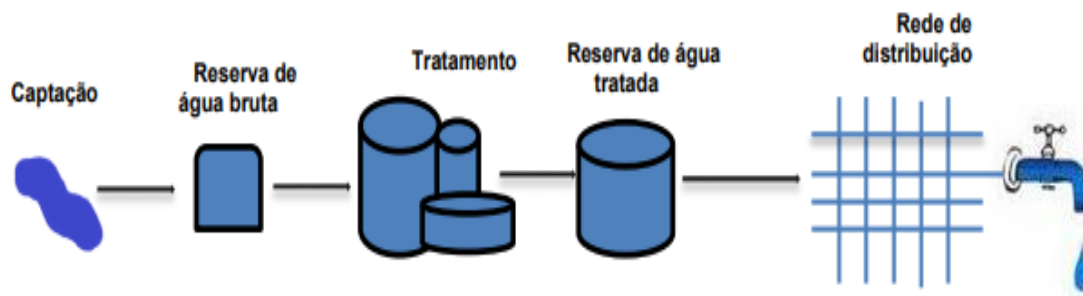
Segundo FUNASA (2017), em um sistema de abastecimento de água são abrangentes diversas unidades:

- Captação;
- Adução (de água bruta, de água tratada);
- Estação de tratamento de água;
- Reservatórios (enterrados, semienterrados, apoiados, elevados);

- Estações elevatórias ou de recalque (quando necessárias);
- Rede de distribuição;

A figura representada abaixo faz um detalhamento referente a citação acima:

Figura 1 - Partes que constituem um sistema de abastecimento de água.



Fonte: Martins (2016).

Os elementos básicos e indispensáveis na implantação de um sistema de abastecimento de água consistem na elaboração de projeto, execução de obra e operação e manutenção dos sistemas (FUNASA, 2017).

3.4.1. Captação

É necessário um conjunto de obras para retirar a água do local. Para captação de água em mananciais de superfície, as obras são nas proporções de acordo com o porte do mesmo, levando em conta a topografia e geologia do local, qualidade e variação do nível da água. O esquema das obras que compõe a captação deve fornecer condições de fácil entrada da água e assegurar a melhor qualidade possível (DACACH, 1979; TSUTIYA, 2001).

De modo a ser feita a captação de água subterrânea, são utilizados drenos, galerias filtrantes, poços escavados (rasos) e poços perfurados (profundos), sendo este último o mais utilizado para o sistema de abastecimento de água (TSUTIYA, 2001).

3.4.2. Estação Elevatória

Visando a economia de energia, facilidade de operação, manutenção e segurança, seria desejável que os escoamentos fossem inteiramente por gravidade. Contudo, algumas vezes, os locais a serem atendidos estão em pontos altos ou muito afastados das fontes de abastecimento de água. Sendo assim, estações elevatórias se dão pelo conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar água para a unidade seguinte. Em sistemas de abastecimento de água, pode acontecer de existir mais de uma estação elevatória, que buscam atender a captação tanto para o recalque de água bruta, como para o recalque de água tratada. Bem como também é comum a estação elevatória tipo “booster”, que se destina a aumentar a pressão e/ou vazão em adutoras ou redes de distribuição de água (TSUTIYA, 2006).

De acordo com Barros *et al.* (1995), as estações elevatórias são compostas de:

- Casa de Bombas: edificação própria destinada destinados a abrigar, proteger, operar, controlar e manter os conjuntos elevatórios(motor-bomba) que promovem o recalque da água.
- Bomba: É o equipamento utilizado para succionar a água retirando-a do reservatório de sucção e pressurizando-a através de seu rotor, que a impulsiona para o reservatório ou ponto de recalque. Podem ser classificadas de uma maneira geral em: bombas radiais ou centrífugas, as mais usadas para abastecimento público de água; bombas axiais; bombas diagonais ou de fluxo misto e Bombas volumétricas, de uso comum na extração de água de cisterna (bombas de êmbolo ou bombas de cilindro de pistão);
- Motor de acionamento: equipamento que age de modo ao acionamento da bomba. Sendo que o tipo mais comum de acionamento do motor para abastecimento é o elétrico.
- Linha de sucção: conjunto de canalizações e peças que vão do poço de sucção até a entrada da bomba;
- Linha de recalque: constituído pelas canalizações e peças que vão da saída da bomba até o reservatório ou ponto de recalque;

- Poço de sucção: é o compartimento de dimensões limitadas, de onde parte a tubulação fica locada e serve para conduzir água para a bomba.

3.4.3. Adutora

Segundo Netto *et al.* (1998), Adutora são tubulações utilizadas para direcionar água desde o ponto de captação até a Estação de Tratamento de Água (ETA), bem como da ETA até os reservatórios, com tudo a adutora de água bruta colhida da captação não podem alimentar diretamente as canalizações de ruas e ramais prediais.

De acordo com Barros *et al.* (1995), as adutoras podem ser classificadas:

- Disposta entre a captação e a estação de tratamento de água (ETA), nesse caso denominada adutora de água bruta, ou entre a ETA e os demais componentes de um SAA, sendo assim chamada de adutora de água tratada.
- As adutoras podem também ser classificadas quanto à energia utilizada para o escoamento da água, e segundo esta classificação podem ser de três tipos: adutora por gravidade, que aproveita o desnível entre as duas extremidades da adutora para transportar a água; adutora por recalque, quando necessita um meio para elevar a água, como um conjunto moto bomba, por exemplo; e, por último, a adutora mista, que é basicamente quando se utiliza a gravidade até certo ponto.

3.4.4. Estação de Tratamento de Água

A Estação de Tratamento de Água (ETA) têm a finalidade de transformar a água denominada bruta (sem tratamento e imprópria ao consumo humano) em água denominada potável (tratada e adequada ao consumo humano). Nesse processo, a qualidade da água do manancial abastecedor exerce influência direta no tipo de tratamento a ser adotado pela ETA, a fim de

que a mesma, ao final do processo, esteja dentro dos padrões de potabilidade adequados ao consumo humano (NETTO *et al.*, 1998).

Em uma ETA do tipo físico-químico convencional completa têm-se, normalmente, as seguintes etapas principais: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, reservação/distribuição. (FREITAS, 2011).

3.4.5. Reservatórios

Os reservatórios são unidades designadas para atender situação que garantam a quantidade essencial de água, atender adução com menores diâmetros e melhorar pontos de distribuição que sofrem com uma menor pressão, além de serem fundamentais em zonas específicas de possível emergência, atuando no combate ao incêndio, contudo para atender a todos esses critérios devem ser instalados em locais de estratégicos (ALVES, 2013).

De acordo com Tsutiya (2001), no que diz respeito ao posicionamento e configuração em relação a rede de distribuição, os reservatórios são classificados em:

- Enterrado (quando completamente embutido no terreno);
- Semi-enterrados ou semi-apoiado (altura líquida com uma parte abaixo do nível do terreno);
- Apoiado (laje de fundo apoiada no terreno);
- Elevado (reservatório apoiado em estruturas de elevação);

Visto que os reservatórios elevados, em geral são associados a reservatórios apoiados ou enterrados que armazenam a maior parte do volume necessário devido ao seu custo (TSUTIYA, 2001).

3.4.6. Redes de Distribuição

Como uma das partes fundamentais do sistema de abastecimento de água as redes de distribuição de água tratada são consideradas como a parte mais onerosa. Sua composição é feita por um corpo de tubulações interligadas entre si ao longo das ruas ou zonas de passeios (área de passagem de

pedestres), juntamente as edificações, para que possa está conduzindo a água tratada aos seus pontos de utilização (casas, comércios, departamentos públicos, etc.), visando o atendimento de qualidade e quantidade suficiente para o consumo, devem conter uma pressão adequada para movimentação da água dentro dos condutos (VILAS BOAS, 2008).

A NBR 12218:2017 estabelece os requisitos para a elaboração de projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, desde de a construções, operação e manutenção (ABNT, 2017).

NUCASE(2013) afirma que, as redes de distribuição por serem relacionadas como sendo o serviço de maior onerosidade, para sua utilização eficiente, devem ser atentamente realizadas manutenções distribuídas em:

- Manutenção Preventiva: viabiliza o bom funcionamento das tubulações em termos de estanqueidade, condições operacionais, eficiência hidráulica e condições de segurança;
- Manutenção Programada: viabiliza o reparo a exemplo de possíveis vazamentos que não causam danos elevados as condições das vias nem prejudica a população com falta de água para consumo, problema que pode ser solucionado posteriormente;
- Manutenção de Emergência: nesse caso são avaliadas situações onde apresentam danos na condição de abastecimento de água, sofrendo possíveis interrupções no fluxo de distribuição.

3.5. VARIAÇÕES DE CONSUMO EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

No que dizer respeito a quantidade de água consumida em um sistema de abastecimento, esse fator pode variar em função do tempo de utilização, além das condições climáticas, e até mesmo hábitos frequentes da população. Em algumas partes do mundo, avaliando as diferentes estações do ano, o consumo de água pode ser maior ou menor. De outra forma, fazendo análise de consumo no período de certa estação do ano como o verão, pode acontecer de em certo dia do mês ou semana, o consumo de água ser maior ou menor, bem como também a sua maior demanda de utilização diária. Tem-se

como prova disso os horários de maior demanda de utilização como manhã e final da tarde, além de horários de menor pico de utilização como nas primeiras horas da madrugada (NETTO et al., 1998).

Ainda de acordo com o autor citado acima, as variações de consumo podem ser divididas entre, variações de consumo: mensais, diárias, horárias e instantâneas. As variações instantâneas, mais pronunciadas nos trechos extremos das redes (de menor vazão), decorrem do uso simultâneo de torneiras e aparelhos.

3.6. PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.6.1. Conceito

No que diz respeito a perda de água, pode ser definida como toda água que foi tratada e encaminhada ao seu destino, portanto a mesma não conseguiu chegar ao ponto de atendimento para uso dos clientes da companhia responsável pela distribuição de água. Porém, nesse conceito a perda é tratada como algo físico, como exemplo um volume de água que perdeu-se em um possível vazamento. Contudo, essa ideia vai mais além, pois do ponto de vista empresarial, em caso de entrega do produto, e o mesmo não for faturado por alguma ineficiência, também é considerado perda, visto que o volume de água não medido gera um prejuízo. Diante disso esses dois conceitos de perda sofrem conotações diferente em relação ao caso anterior, pois está ligada ao aspecto comercial do serviço prestado (TSUTIYA, 2005).

De acordo com COPASA (2002), para cálculo de perda utiliza-se uma equação simples, sendo:

$$\text{Perda de Água} = \text{Volume de Entrada} - \text{Consumo Autorizado}$$

Onde:

- Volume de Entrada em um Sistema é o volume de água que entra em um sistema de transporte ou distribuição.
- Consumo Autorizado é o volume de água medido e/ou não medido, faturado e/ou não faturado utilizado pelos consumidores domésticos,

comerciais, industriais ou por quem está autorizado pelo prestador do serviço de água.

As perdas de água em um sistema de abastecimento de água, atuam em correspondência aos volumes de água não compatibilizados. Desse modo, pode se dizer que as parcelas de água não consumida, bem como a água consumida e não faturada geram uma definição tanto para perdas físicas quanto para perdas não físicas (WERDINE, 2002).

As perdas físicas originam-se de vazamentos no sistema, envolvendo a captação, a adução de água bruta, o tratamento, a reserva, a adução de água tratada e a distribuição, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação. Já as perdas não-físicas originam-se de ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou fraudados e outras. São também conhecidas como perdas de faturamento, uma vez que seu principal indicador é a relação entre o volume disponibilizado e o volume faturado (WERDINE, 2002).

O fator perda de água praticamente se faz presente em todas as partes de um sistema de abastecimento, tais como a captação de água bruta, quando remanejada para tratamento, na adução e reserva, e na distribuição da água já tratada. Desse modo, para cada parte constituinte do sistema, pode ser analisado um tipo de perda decorrente da sua zona específica de utilização, e com elas devem ser apresentadas ações de contra medida para correções de possíveis fatores de perdas acabem surgindo (TSUTIYA, 2005).

Tabela 1 - Índices percentuais de perdas para classificação do sistema.

Índice Total de perdas (%)	Classificação do sistema
Menor do que 25	Bom
Entre 25 e 40	Regular
Maior do que 40	Ruim

Fonte: Tsutiya (2005).

3.6.2. Indicadores de perdas

Fazendo uma análise característica, pode-se dizer que os indicadores de perdas são equipamentos utilizados para quantificação de dados, resumi a informação garantindo uma maior facilidade de entendimento, ou seja, os indicadores tem por finalidade fazer uma descrição da situação apresentada, sendo que esse processo é desenvolvido de forma experimental com relação a realidade. Em todo caso um indicador deve favorecer um método de fácil comparação de dados (JUNIOR, 2000).

A importância dos indicadores permitem retratar a situação das perdas, gerenciar a evolução dos volumes perdidos, redirecionar ações de controle e, em princípio, comparar sistemas de abastecimento de água distintos (ALEGRE *et al.*, 2000).

3.6.3. Tipos de perdas

Fazendo análise dos sistemas de abastecimento de água da rede pública, notasse que as perdas são pertinentes aos volumes de água não contabilizados. Desse modo, as perdas de água são denominadas como: perdas físicas ou reais, pois representam a fração de água não consumida, e as perdas não físicas ou aparentes, que caracterizam o valor de água utilizado e não registrado (SILVA, 2005).

Tabela 2 - Caracterização geral das perdas de água em sistemas de abastecimento de água.

Item	Características	
	Perdas Físicas	Perdas não Físicas
Tipos de Ocorrências mais comuns	Vazamento	Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção de água tratada	Valor cobra no varejo ao consumidor
Efeito Ambiental	Desperdício de recursos naturais Necessidade de maior exploração de mananciais	Pouco relevante
Efeito na Saúde Pública	Risco de contaminação de água	Pouco relevante
Visão Empresarial	Perda de produto industrializado	Perda elevada na receita
Visão do Consumidor	Imagem da empresa associada ao desperdício e ineficiência	Não possui relevância imediata
Efeito sobre o consumidor	Repasse de custos à tarifa Não incentivo ao uso racional da água	Repasse de custos à tarifa Incentivo ao roubo e à fraude

Fonte: FILHO (2004).

3.6.4. Perdas Reais (Físicas)

As perdas reais são resultantes de vazamentos que causam um elevado desperdício dentro do sistema de abastecimento. Dessa maneira, pode-se afirmar que esse tipo de perda encontra-se situado entre o percurso de captação da água bruta em manancial até o kit cavalete residencial do cliente (FILHO, 2004).

3.6.4.1. Ocorrência das perdas

Segundo Carvalho *et al.* (2004), os vazamentos são uns dos principais problemas que acarretam em perdas, e podem surgir em diversas partes do sistema de abastecimento de água, especialmente:

- Nas adutoras das ETA's;
- Nas adutoras das linhas de adução e da rede de distribuição e seus acessórios (juntas, registros, ventosas);
Em ramais prediais e cavaletes;
- No suporte dos reservatórios localizados por setor.

- Nos equipamentos das estações elevatórias.

A tabela 3 apresentada abaixo releva algumas das origens e magnitudes das perdas reais por subsistema, que podem ser:

Tabela 3 - Origem e magnitude das perdas físicas.

	SUBSISTEMAS	ORIGEM	MAGNITUDE
Perdas Físicas	Adução de Água Bruta	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros Descarga de lodo	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Adução de Água Tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional

Fonte: Tsutiya (2005).

3.6.4.2. Classificação de vazamentos

Os vazamentos encontrados nos sistemas de abastecimentos urbanos podem ser classificados em dois tipos: visíveis ou não visíveis (SABESP, 2001).

- No caso dos vazamentos visíveis são aqueles de fácil percepção aos técnicos das concessionárias ou mesmo pela população, pois afloram a superfície do terreno ou simplesmente são notadas nos cavaletes. Contudo, as tubulações e estruturas se encontra em maior caso enterrados, por isso o vazamento apenas torna-se visível no momento em que atinge a superfície, fator esse influenciado pelo tamanho do vazamento, ou seja, sua aparição pode acontecer à partir de um tempo determinado (horas, dias ou até meses).
- Para os vazamentos não visíveis, existe todo um método de detecção, pois em muitos casos alguns desses vazamento não conseguem ser detectados com uso de equipamentos, sua permanência pode existir durante meses, anos ou de forma indefinida até sua localização, sendo

que para a resolução de problema em especial devem ser executadas atividades periódicas de pesquisa e manutenção.

3.6.4.3. *Tempo de duração vazamentos*

De acordo com Tsutiya (2005), a duração de um vazamento está ligada de forma direta a diferença de tempo entre o momento de surgimento do vazamento até ser suspenso pelas equipes responsáveis pela manutenção.

Ainda em consenso com as ideias do autor citado acima, pode-se dizer que a média de duração dos vazamentos na zonas de distribuição é resultante do somatório de 3 fases contínuas:

- Conhecimento: média cronológica no intervalo entre o início do vazamento até o momento em que a companhia de saneamento responsável fica ciente de sua existência.
- Localização: determinado pelo tempo de ciência da companhia sobre o vazamento até o momento de localização do ponto exato ocorrência.
- Reparo: tempo estimado entre a localização do vazamento até o momento em que a companhia de saneamento realiza o reparo.

3.6.4.4. *Associação vazamento e pressão*

De acordo com Silva et al. (2004), a relevância das perdas terá uma maior elevação quando o grau de deterioração das tubulações também for alto, bem como no caso as elevadas pressões dentro do sistema de distribuição. Devido aos danos como rachaduras, perfurações ou partições causados a conexões como registros, juntas, anéis ou até mesmo nas próprias tubulações, as perdas acabam desenvolvendo um volume crescente, onde estima-se que 95% do desperdício associa-se as conexões citadas anteriormente, ressaltando também que o grau de variações de pressão nas tubulações atribui um das principais razões para somatório do volume de perdas.

3.6.5. Perdas Aparentes (Não Físicas)

As perdas aparentes ou não físicas, são recorrente de causas com, interligações ilegais ou não cadastradas, danos causados em hidrômetros que podem acabar fazendo registros de medição abaixo do valor real de consumo, bem como fraudes nos próprios hidrômetros, etc. Sendo assim, esse tipo de perda traz um abalo ao setor comercial, de modo que toda água perdida nesse processo acaba perdendo seu faturamento (BRASIL, 2003).

Tabela 4 - Origem e magnitude das perdas não físicas.

	ORIGEM	MAGNITUDE
Perdas Aparentes	Ligações Clandestinas/Irregulares	Podem ser significativas, dependendo de: Procedimento cadastrais e de faturamento, manutenção preventiva, adequação de hidrômetros e monitoramento de sistemas.
	Ligações não hidrometradas	
	Hidrômetros parados	
	Hidrômetros que submedem	
	Ligações Inativas Reabertas	
	Erro de Leitura	
	Número de economias errado	

Fonte: Tsutiya (2005).

3.6.5.1. Tipos de medidores de vazão

Os medidores de vazão são equipamentos que possuem uma série de princípios para seu funcionamento, sendo capaz de quantificar o volume de produção, distribuição e consumo nitidamente. Em geral sua área de pesquisa e desenvolvimento sempre se encontra em simultânea procura de inovações em âmbito tecnológico, que garante uma melhor precisão e qualidade de aferição, em vista da frequente modernização. (ALVES, 1999).

Ainda partilhando da ideia apresentada pelo autor cito acima, a classificação dos medidores pode ser feita da seguinte maneira:

a) Medidores de vazão para condutos livres:

- Calhas e vertedouros;
- Medidores eletrônicos (eletromagnético, ultrassônico).

b) Medidores de vazão para condutos forçados:

- Medidores deprimogêneos (Venturi, bocal, placa de orifício).

- Medidores tipo turbina (hidrômetro, woltmann, composto, proporcional);
- Medidores eletrônicos (eletromagnético, ultrassônico).

c) Medidores de velocidade de escoamento ou de inserção:

- Tubo de Pilot;
- Molinete;
- Medidores eletrônicos (eletromagnético, ultrassônico).

4. METODOLOGIA

O projeto apresentado será realizado na cidade de Porto Nacional – TO, com idade de 157 anos desde sua emancipação, contudo a cidade em seu contexto histórico possui cerca de 280 anos. Visto que a cidade possui uma vastos sistemas de distribuição de água tratada, que garante atendimento de 99,9% da população. Na figura 02 apresentada abaixo poderemos observar melhor sua localização.

Figura 2 - Vista Aérea da zona urbana na cidade de Porto Nacional – TO.



Fonte: TripAdvisor (2013).

A escolha do estudo para esse caso foi devido ao grande número de perdas de água tratada nos diversos pontos do sistema abastecimento da cidade, pois esse fator em diferentes aspectos acarreta em prejuízos relevantes a medida em que não são solucionados, tanto para a concessionária local que sofre com a perda de lucros bem como para a população que também acaba

sendo impactada em casos extremos com a possível falta de água. A figura 03 abaixo obtida no Google Earth, satélite CNES Airbus, zona 23, DATUM WGS 84 apresenta a demarcação das áreas de atendimento com água tratada dentro do município.

Figura 3 - Zona abrangente para análise de perdas em Porto nacional - TO.



Fonte: Google Earth(2019).

4.1. LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES

O levantamento das informações a serem utilizadas será realizado em dois procedimentos distintos entre si. Na primeira parte serão apresentados toda uma coleta de dados sobre os principais fatores que geram o índice de perda atual, além de uma determinação do volume total de desperdício dentro da cidade.

Na segunda parte será feita a identificação dos principais métodos de correção que atuam na redução do volume de perdas tanto físicas quanto não físicas, desse modo será analisado a competência do controle de perdas utilizado na região, visando sua fazer uma avaliação de sua eficiência sendo positiva ou negativa.

5. ORÇAMENTO

Quadro 1 - Orçamento dos gastos com a pesquisa.

CUSTO FEITO PARA REALIZAÇÃO DO RECURSOS NA PESQUISA			
Itens	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Impressão	102 und.	R\$0,50	R\$51,00
Resma de Papel A4	01 und.	R\$20,00	R\$19,00
Encadernação	03 und.	R\$2,50	R\$7,50
Total			R\$77,50

Fonte: Elaborado pelo autor.

6. CRONOGRAMA

Quadro 2 - Cronograma realizado durante a pesquisa.

SEQUÊNCIA CRONOLOGICA	2019/2020								
	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Escolha do Tema									
Pesquisa Bibliográfica									
Elaboração do projeto de pesquisa									
Elaboração da apresentação									
Apresentação do Projeto									
Método utilizado para controle de perdas									
Determinação do volume de perdas na cidade									
Elaboração do Artigo									
Apresentação final do Artigo									

Fonte: Elaboração feita pelo autor.

Legenda de atividades dentro do Cronograma

 Concluídas

 Não Concluídas

7. RESULTADOS ESPERADOS

Diante da coleta de dados adquiridos por meio desse trabalho, espera-se obter uma análise qualitativa dentro de um panorama geral das perdas de água da cidade, bem como apresentar os principais métodos que estão sendo utilizados pela concessionária para evitar o índice de desperdício.

8. REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: **Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 2017.

ALEGRE, H., Hirner, W., Baptista, J.M. e Parena, R. (2000). **Performance Indicators for Water Supply Services**. International Water Association - IWA, Londres, Inglaterra, 162p.

ALVES, Zélia da Conceição Antão Gonçalves. **Modelação hidráulica de um sistema de distribuição de água: aplicação a uma zona de Castelo Branco**. 2013. Tese de Doutorado.

BARROS, Raphael T. de V. *et al.* **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água**. In: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA- Documento Técnico de Apoio nº A 2. 80 p. Brasília, DF: 2003.

BRASIL, TRATA. **Perdas de água 2018 (snis 2016): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico**. São Paulo, 2018.

CASTELLANO, E. G.; CHAUDRY, F. H. **Desenvolvimento Sustentado: Problemas e Estratégias**. 1ª ed. São Carlos, SP: EESC-USP, 2000.

CARVALHO, Fernando Silva de *et al.* Estudos sobre perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Maceió. **VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. São Luís: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2004.

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**.

COPASA, **Programa de redução de perda de água no sistema de distribuição**: aprovadas pelo Conselho de Administração em 16/06/2003. Belo Horizonte, 2003, 60 p.

FILHO, Jairo Tardelli. **Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água.** *Revista DAE*, 2016, 64.201: 6-20.

FILHO, J. Tardelli. **Controle e redução de perdas.** In: TSUTYIA, M. T. (Ed.). *Abastecimento de água.* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. cap. 10, p. 475-525.

FREITAS, Daniela de Bacco. **Estudo de melhorias dos sistemas de cloração da água de abastecimento na CORSAN pela instalação de evaporadores de cloro e lavadores de gases.** Porto Alegre: UFRGS, 2011.

FUNASA, **Manual De Orientações Técnicas Para Elaboração e Apresentação de Propostas e Projetos para sistema de abastecimento de água.** Portaria Funasa nº526, de 6 de abril de 2017

GIROL, Guilherme Violato. **Análise de perdas reais em um setor do sistema de abastecimento de água no município de capinzal – SC: formação.** 2008. 62 f. Monografia (formação Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Capinzal, 2008.

JÚNIOR, A.P. Magalhães. **Indicadores de Pressão Antrópica sobre Recursos Hídricos.** Tese de Doutorado em Elaboração, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, comunicação oral, Brasília, DF, 2000.

MARTINS, Tiago José Carrilho. **Sistemas de abastecimento de água para consumo humano—desenvolvimento e aplicação de ferramenta informática para a sua gestão integrada.** 2014.

MESSIAS, A. S. *et al.* **Água:** fonte de vida. Recife: UNICAP, 2004.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 3ª ed. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 2003

NETTO, A. J. M; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M; ARAUJO, R.; ITO, A. E. **Manual de hidráulica.** 8ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

PEREIRA, Leonel Gomes; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. **Avaliação da submedição de água em edificações residenciais de interesse social localizadas em campinas.** 11º Encontro Nacional de Engenharia Ambiental, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2006.

SILVA, F. C. et al. **Panorama de perdas em sistemas de abastecimento de água.** In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7. 2004, São Luis. Anais... São Luis: ABRH, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, Fernando José Araújo da. **Perda de água em sistemas públicos de abastecimento no Ceará.** *Revista Tecnologia*, 2005, 26.1.

SOBRINHO, Reinavan Andrade. **Gestão das perdas de água e energia em sistemas de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS.** 2018.

SOUZA, (2001). **Sistemas de Abastecimento de Água.** Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

TSUTIYA, M. T. **Redução do custo da energia elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água.** 1ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água.** 2ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água.** São Paulo, 2006.
VILAS-BOAS, Pedro Ricardo Rodrigues de et al. **Modelação de uma rede de distribuição de água.** 2008.

WERDINE, DEMARCUS. **Perdas de água em sistemas de abastecimento.** Universidade Federal De Itajubá. Itajubá, 2002.

