

FAEX- FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS DE EXTREMA

Curso de Engenharia Civil

IVO RAFAEL DIAS MARQUES

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE PERDAS NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE
CONSOLAÇÃO (MG)**

Extrema

2018

IVO RAFAEL DIAS MARQUES

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE PERDAS NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE
CONSOLAÇÃO (MG)**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado a Faculdade de Ciências
Sociais e Aplicadas de Extrema-
FAEX, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Prof.Ma. Roberta Moraes
Coorientadora: Prof.Dra.Natália
Rodrigues de Guimarães

Extrema

2018

IVO RAFAEL DIAS MARQUES

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE PERDAS NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOMUNICÍPIO DE
CONSOLAÇÃO (MG)**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado a Faculdade de Ciências
Sociais e Aplicadas de Extrema-
FAEX, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Data **de** **aprovação:**
____/____/____

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Natália Rodrigues de Guimarães

Prof. Ma. Roberta Moraes

Dedico este trabalho a minha família, amigos e em especial a minha orientadora e coorientadora por me dar suporte nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir chegar até esta etapa, me dando forças para nunca desanimar e sempre persistir com foco no meu objetivo.

A meus pais, Maurilio Robson Marques e Marlene Bernardes Dias Marques que me apoiaram e me deram forças durante o percurso, pois compreendiam que o sacrifício era grande e sempre estavam ao meu lado para me ajudar na medida do possível, pela paciência e dedicação.

Aos meus amigos e colegas da faculdade pelo apoio e ajuda uns aos outros, tornando o curso mais prazeroso.

A FAEX por proporcionar um ensino de excelência com professores capacitados e dedicados a fim de nos tornar profissionais aptos ao mercado de trabalho.

A todos estão envolvidos direta ou indiretamente na minha formação, que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho.

RESUMO

Os sistemas de abastecimento de águas (SAA) possuem o papel de fornecer água em quantidade e qualidade necessárias para abastecer a sociedade. Porém, o SAA possui falhas ao longo de suas partes, ocasionando em perdas de água desde a captação até o fornecimento para os domicílios. Muitas empresas investem em na gestão e controle de perdas, estudando maneiras de diminuir as perdas decorrentes de vazamentos nas redes de distribuição e ramais, e as perdas ocorridas por erros operacionais. O presente estudo teve como objetivo descrever o SAA do município de Consolação (Minas Gerais), de forma a avaliar os pontos onde podem existir perdas e apontar soluções para o controle das mesmas. Após realizar visitas técnicas e efetuar o levantamento de dados e da situação operacional do sistema no que se refere ao controle de perdas, o presente estudo aponta como principal recomendação um controle efetivo das mesmas, com a instalação de macromedidores, ensaios para calibração dos mesmos, ajustes físicos de instalações da rede, treinamento dos operadores da rede e ETA para evitar desperdícios e manutenção da rede, mantendo a qualidade e funcionamento das tubulações e válvulas.

Palavras chaves: sistema de abastecimento de água; medidas do consumo de água; perdas aparentes; controle de perdas.

ABSTRACT

Water supply systems (SAAs) have the role of providing water in quantity and quality necessary to supply society. However, the SAA has flaws along its parts, causing water losses from capture to supply to households. Many companies invest in loss management and control, studying ways to reduce losses from leaks in distribution networks and branches, and losses from operational errors. The present study aimed to describe the SAA of the city of Consolação (Minas Gerais), in order to evaluate the points where there may be losses and points solutions for their control. The present study aimed to describe the SAA of the city of Consolação (Minas Gerais), in order to evaluate the points where there may be losses and points solutions for their control. After conducting technical visits and data collection and the operational situation of the system with regard to loss control, the present study indicates as its main recommendation an effective control of the same, with the installation of macro-meters, tests for the calibration of these equipment, physical adjustments of network facilities, training of network and WTP operators to avoid waste and maintenance of the network, quality and operation of the pipes and valves.

Key words: water supply system; water consumption measurement; apparent losses; loss control.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Modelo de um sistema de abastecimento de água.....	14
Figura 2- Manancial superficial e subterrâneo.....	15
Figura 3- Modelo de estação elevatória.....	16
Figura 4- Processos realizados na ETA.....	17
Figura 5- Tipos de vazamento.....	21
Figura 6- Cidade de Consolação (MG).....	27
Figura 7- ETA de Consolação.....	27
Figura 8-Parte superior da estação.....	28
Figura 9- Manancial no bairro Alto da Coruja.....	29
Figura 10- Manancial no bairro Olaria.....	29
Figura 11- Reservatório (15.000L) manancial Olaria.....	30
Figura 12- Localização dos Mananciais.....	30
Figura 13- Setor de correção de PH e Cloração.....	31
Figura 14- Cloração da água.....	31
Figura 15- Setor de floculação, decantação e filtragem da água.....	32
Figura 16- Setor de distribuição após o tratamento na ETA.....	32
Figura 17- Reservatório de lavagem dos filtros 12000 L.....	33
Figura 18- Reservatório (100.000L) ETA.....	33
Figura 19- Reservatório (15.000L) vila Santo Antônio.....	34
Figura 20- Reservatório (50.000L) ETA.....	34
Figura 21- Reservatório (15.000L) Rua Capitão Antônio Pereira.....	35

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1- Origens e magnitudes das perdas físicas.	20
Quadro2 - Informações coletadas na ETA.	36

LISTA DE SIGLAS

FAEX- Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas de Extrema

ETA- Estação de Tratamento de Água

SAA- Sistema de Abastecimento de Água

SUMÁRIO

Sumário

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	13
Justificativa	13
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
Sistema de abastecimento de água	14
Componentes de um sistema de abastecimento de água	15
Manancial	15
Captação	15
Estação elevatória	16
Adutora	16
Estação de tratamento de água	17
Reservatório	17
Rede de distribuição	18
Perdas em sistema de abastecimento de água	18
Perdas reais (físicas)	19
Vazamentos	19
Extravasamentos	21
Perdas Aparentes (não físicas)	21
Variáveis de cálculo dos Indicadores de Perdas	22
Falhas dos Medidores de Vazão	22
METODOLOGIA	24
Classificação da Pesquisa	24
ESTUDO DE CASO	26
O município	26
O abastecimento e tratamento de água no município de Consolação	27
Transcrição da Entrevista Realizada na ETA	35
Resumo das Características do SAA	36
DISCUSSÃO	37

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a existência humana, tem grande valor econômico, ambiental e social. Esse valioso recurso encontrado na natureza, em sua maioria, é impróprio para o consumo, e deve ser tratado adequadamente para se tornar potável, suprimindo as necessidades humanas. Diante desse fato podemos perceber o importante papel de um sistema de abastecimento de água (SAA) para a sociedade. O SAA é entendido como um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados a fornecer água potável a uma comunidade, para fins de suprir as necessidades gerais (TSUTIYA, 2006).

É essencial que o SAA cumpra com o seu objetivo: fornecer água em quantidade e qualidade necessária para suprir as necessidades da população. Porém para muitas pessoas a realidade é outra. Segundo o Instituto Trata Brasil (2016) são mais de 35 milhões de brasileiros sem o acesso a este serviço básico do abastecimento de água.

Além desse fato deve se levar em conta que uma das características de um SAA é o desperdício que varia de 20 a 40% da água tratada, ou seja, até 40% da água tratada não chega até o consumidor por consequência das perdas ocorridas.

O serviço de abastecimento de água prestado pode ser público ou privado, normalmente em cidades muito pequenas esse serviço é prestado gratuitamente pela prefeitura. Como é o caso do município de Consolação- MG, localizado no sul de Minas Gerais, com uma população de aproximadamente 1727 habitantes.

Baseando-se na importância do controle de perdas para um abastecimento eficiente, este trabalho teve como objeto de estudo o SAA do município de Consolação com foco na compreensão dos procedimentos realizados no fornecimento da água tratada, e controle das perdas. O presente estudo buscou observar os benefícios tanto ambientais, como sociais do controle de perdas, baseando-se no bem-estar e na prevenção de futuras interrupções da distribuição de água, aos seus consumidores.

1.1. OBJETIVOS

- **Objetivo Geral**

O presente trabalho teve como objetivo geral descrever e compreender o sistema de abastecimentos de água no município de Consolação (MG), com foco na forma como é conduzido o fornecimento da água ao consumidor e controle de perdas no mesmo.

- **Objetivos Específicos**

→Verificar a existência de um controle de perdas de água.

→Avaliar se o controle de perdas realizado é efetivo.

→Sugerir diferentes formas para realizar o controle de perdas.

→Demonstrar como o controle de perdas pode beneficiar o município.

1.2. Justificativa

A relevância do presente trabalho consiste em evidenciar a importância do controle de perdas no sistema de distribuição de água pela ETA de Consolação, salientando que em períodos de seca a cidade sofre com o racionamento de água, e a implantação de sistemas de controle poderá mitigar esta problemática.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistema de abastecimento de água.

O sistema de abastecimento de água (SAA) é entendido como um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados a fornecer água potável a uma comunidade, para fins de suprir as necessidades gerais. O objetivo principal do SAA é fornecer ao usuário uma água de boa qualidade para o seu uso, quantidade adequada e pressão suficiente (TSUTIYA, 2006).

O abastecimento de água em quantidade e qualidade necessárias é de grande relevância para a sociedade, já que tem grande influência na saúde pública e conservação do meio ambiente, o que conseqüentemente reflete na qualidade de vida e na capacidade de desenvolvimento da população (IWA, 2005).

O SAA de água é um conjunto de processos em que a água bruta é captada dos mananciais e transportada através de adutoras até a ETA (estação de tratamento de água), onde receberá os tratamentos adequados para o consumo humano. Posteriormente será distribuída para a comunidade.

De um modo geral, os sistemas convencionais de abastecimento de água são compostos das seguintes partes: Manancial, Captação, Estação elevatória, Adutora, Estação de tratamento de água, Reservatório e Rede de distribuição. A figura 1 demonstra um modelo esquemático de um SAA.

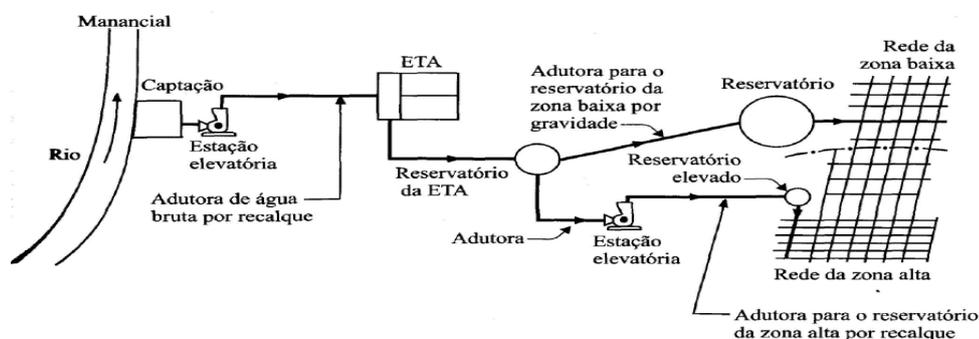


Figura 1- Modelo de um sistema de abastecimento de água.

Fonte: Orsini (1996)

2.2. Componentes de um sistema de abastecimento de água.

- **Manancial**

É o corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para o abastecimento. Deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projeto, é a qualidade dessa água deve ser adequada sob o ponto de vista sanitário (TSUTIYA, 2006).

Os mananciais são classificados em dois tipos (conforme exposto na figura 2): águas superficiais (rios, lagos, canais, e etc.), comumente de qualidade inferior e a fácil acesso para sua captação; e subterrâneas (lençol freático e aquífero), como são águas mais profundas são de melhor qualidade o que reduz o custo no processo de tratamento, porém o acesso para sua captação é mais difícil (GARCEZ, 1976).

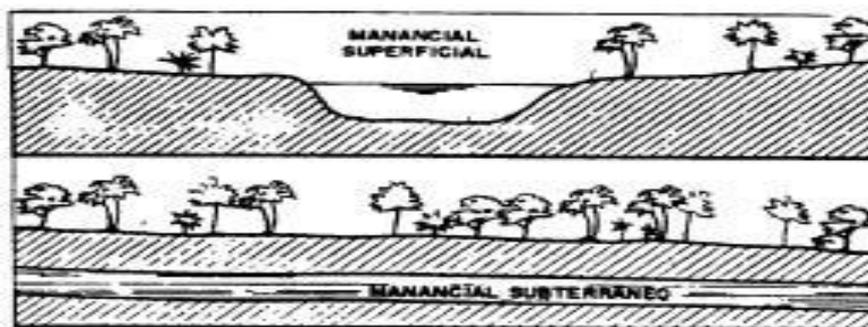


Figura 2- Manancial superficial e subterrâneo.
Fonte: Adaptado de Google Imagens

- **Captação**

É o processo de retirada da água dos mananciais. Nos casos dos mananciais superficiais sua captação varia de acordo com as suas características (seu porte e conformação do seu leito) em conjunto com a topografia e geologia do local. Os processos mais utilizados são: a captação direta, a barragem de nível, o canal de regularização, o canal de derivação, a torre de tomada, o poço de derivação e o reservatório de regularização (DACACH, 1979).

Já para a captação das águas subterrânea são usados drenos, galerias filtrantes, poços escavados (rasos) e poços perfurados (profundos) o mais comum (TSUTIYA, 2001).

- **Estação elevatória**

A Estação Elevatória, esquematizada na figura 3, é um dos processos de grande relevância em um sistema de abastecimento, segundo Tsutiya (2006), pois pode ser utilizada no transporte da água nos procedimentos da captação, adução, tratamento e da distribuição da água. Porém sua instalação deve ser analisada, pois apresenta um custo elevado em relação ao consumo de energia elétrica.

De acordo com o Porto (2004) o sistema elevatório corresponde a um conjunto de tubulações, acessórios, bombas e motores destinados a transportar certa vazão de água de uma localidade inferior para um superior.



Figura 3- Modelo de estação elevatória.

Fonte: Adaptado de Acidentes/Doenças/Veiculação hídrica/Água/Projetos/Elevatória (<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/agua4.htm>)

- **Adutora**

As adutoras são canalizações que servem para conduzir a água entre as unidades que compõem sistema de abastecimento, limitada até a rede de distribuição, não é responsável pela sua distribuição até a população (TSUTIYA, 2006).

- **Estação de tratamento de água**

A água distribuída deve ser de qualidade e apropriada para o consumo humano, tanto nos pontos físicos, químicos, biológicos e bacteriológicos. Para isso a água captada deve receber o devido tratamento em umas das unidades do sistema de abastecimento, chamada de estação de tratamento. A análise química e os testes físicos nos mananciais de onde foi capitada a água definirão a necessidade ou não de tratamentos corretivos (NETTO ET AL., 1998). Ou seja, a ETA tem o papel de tratar a água bruta para que a mesma se torne potável e de qualidade conforme demonstrado na figura 4 a seguir.

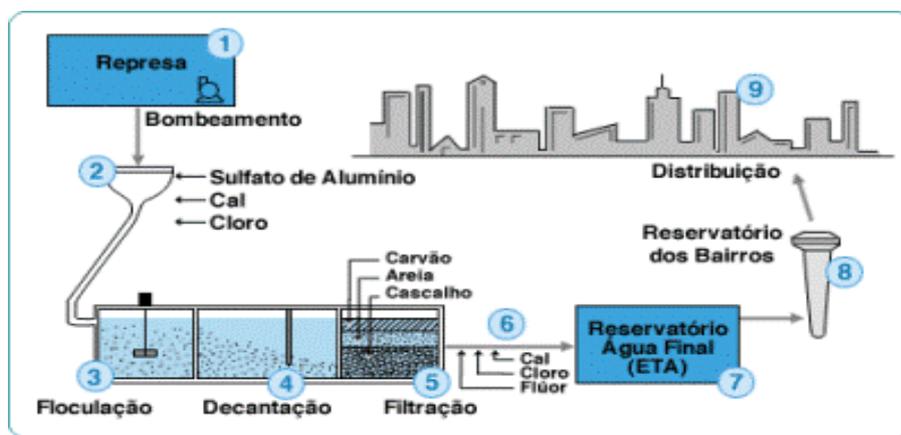


Figura 4- Processos realizados na ETA.

Fonte: Estação de Tratamento de Água (ETA) – Etapas

(<https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/ciencias-da-natureza/quim/estacao-de-tratamento-de-agua-eta-etapas/>)

- **Reservatório**

Os Reservatórios são importantes elementos do sistema de distribuição de água, responsável em regular a vazão de adução e de distribuição, e restringir a pressão na distribuição. De acordo com Tsutiya (2006), tem a finalidade de: Regularizar a vazão, segurança ao Abastecimento, reserva de água para incêndio e regularizar pressão.

- **Rede de distribuição**

Para Azevedo Netto (1991) é a unidade do sistema que conduz a água para os pontos de consumo. É constituída por um conjunto de tubulações e peças especiais dispostas convenientemente a fim de garantir o abastecimento dos consumidores de forma contínua nas quantidades e pressões recomendadas.

2.3. Perdas em sistema de abastecimento de água

De acordo com Tsutiya, 2006 as perdas de um sistema de abastecimento de água chegam a somar cerca de 40% das águas que passam pelos procedimentos de captação e tratamento. Esta vazão não chega aos consumidores, em consequência das falhas nos sistemas de distribuição, sendo esta situação uma das maiores preocupações em relação à eficiência da distribuição de água e sua escassez.

As perdas em um SAA podem ser mensuradas pela diferença entre a quantidade de água captada e distribuída em uma unidade do sistema de abastecimento. Essa mensuração é realizada através da medição do volume de água que saía da ETA em certo período comparado com o volume de água esperado nas redes de distribuição no mesmo período (GOMES, 2004 APUDFABRE; PFITSCHER, 2010).

A mensuração pode ser entendida pela seguinte equação:

Equação 1:

$$PERDA = VP - PERDA = VP - (V_m + u)$$

Onde:

VP = volume de água captada no sistema;

V_m = volume micromedido;

u = usos operacionais, emergenciais e sociais.

Conforme Gomes (2004) *apud* Fabre; Pfitscher (2010) essas perdas podem ser classificadas em dois tipos:

2.4. Perdas reais (físicas)

Perda real ou perda física: que se entende como o volume de água que não chega até a população por motivos de falhas na sua distribuição, como por exemplo, vazamentos nas tubulações.

- **Vazamentos**

Esta é uma das causas de perda mais comuns em um sistema de abastecimento de água, e pode ocorrer em várias partes, principalmente: nas estruturas da ETA, nas tubulações da adutora, na rede de distribuição, nos ramais prediais e cavaletes, nos reservatórios setoriais e na estação de elevação.

O quadro 1 indica as origens e magnitudes das perdas físicas de acordo com o Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água.

Quadro 1- Origens e magnitudes das perdas físicas.

Fonte: Adaptado de Programa Nacional de Combate ao desperdício de Água

	SUBSISTEMA	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 instalações e da eficiência operacional
	Adução de Água Tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção Descarga	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamento na rede Vazamentos em ramais Descargas	Variável, função do estado das tubulações e principalmente das pressões.

De acordo com Lambert (2000, APUD GIROL, 2008) podem ser classificados em três tipos os vazamentos, (conforme esquematizado na figura 5):

- Visíveis: São os vazamentos de curto tempo e altas vazões, mas que são identificados facilmente, pois aparecem na superfície; que afloram para a superfície e são facilmente detectáveis. Corresponde a 45% dos vazamentos.
- Não visíveis: São aqueles vazamentos que não aparecem na superfície, por isso não são identificados visualmente sua vazão não é alta e sua duração depende do tempo levado para identificá-lo. Corresponde a 30% dos vazamentos.
- Inerentes: São os vazamentos que não são identificados nem por equipamentos de detecção acústica. Sua vazão comumente é abaixo de 250 litros/hora. Corresponde a 25% dos vazamentos.



Figura 5- Tipos de vazamento.
Fonte: Adaptado de Tardelli Filho (2004).

- **Extravasamentos**

Para Tardelli Filho (2006), os extravasamentos são normalmente noturnos, causados por falhas nos equipamentos e por ausência de alerta e controle. Quando a água alcança o volume máximo, os reservatórios ficam superlotados, e desta forma as águas são transportadas para a rede de drenagem pluvial através dos extravasadores, o desperdício de água que ocorre no trajeto comumente passa despercebido para os operadores, dificultando a contabilização e a contagem dos dados.

2.5. Perdas Aparentes (não físicas)

Perda aparente ou perda não física: nesse caso a água chega ao consumidor, mas não é contabilizado corretamente pelo prestador de serviço, devido medições incorretas corresponde ao volume de água consumido, porém não contabilizado pela prestadora de serviços de saneamento, decorrente de erros, fraudes ou falhas nas medições.

2.6. Variáveis de cálculo dos Indicadores de Perdas

De acordo com a Fundação nacional de saúde (2014) os Sistemas de Informações de perdas passaram por transformações. Assim, o indicador tomou a configuração representada na equação 2:

Equação 2:

$$Ipl = (VD \text{ anualizado} - VU \text{ anualizado})LAx1000365$$

Onde:

IPL: índice de perda por ligação ativa, em litros/ligação.dia.

VD: anualizado – volume disponibilizado em um período de 12 meses.

VU: anualizado – volume utilizado em um período de 12 meses.

LA: ligações ativas do mês em referência.

2.7. Falhas dos Medidores de Vazão

Os macromedidores são equipamentos instalados para medir a pressão, a vazão e o nível de água dos reservatórios. Naturalmente esses equipamentos já apresentam imperfeições que variam de conforme o modelo. De acordo com os estudiosos a instalação incorreta, uma alta amplitude entre as vazões máximas e mínimas, falhas nas transferências de informações em uma telemetria e o dimensionamento incorreto operando com baixa velocidade, podem gerar inconsistências na macromedição.

Já os micromedidores medem o volume de água consumida pelos consumidores. Para que essa que seja feita essa micromedição são instalados hidrômetros em cada imóvel. As falhas que ocorrem nesses aparelhos podem ocorrer vários fatores como: envelhecimento do hidrômetro, desgastes nas peças internas, óxidos encontrados na água, corrosão nas tubulações refletindo na sua qualidade, entre outros (Tardelli Filho, 2006).

Conforme exposto o controle de perdas é de extrema importância tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

De acordo com a ONU (1993) a água será o bem mais escasso no século XXI, tornando o suprimento da demanda o principal desafio para a humanidade, desta forma fica evidente a necessidade de um gerenciamento cuidadoso dos recursos hídricos disponíveis. Para tal algumas ações de combate serão citadas a seguir.

Para vazamentos não visíveis, baixa vazão, não aflorantes e não detectáveis por métodos acústicos de pesquisa, podem ser adotadas as seguintes ações:

- 1.Redução de pressão;
- 2.Investir na qualidade dos materiais e da mão de obra.

Para vazamentos não visíveis, baixa vazão, não aflorantes, porém, detectáveis por métodos acústicos de pesquisa, podem ser adotadas as seguintes ações:

- 1.Redução de pressão;
- 2.Redução do tempo de reparo;
- 3.Pesquisa de vazamentos;
- 4.Investir na qualidade dos materiais e da mão de obra.

Para vazamentos visíveis, aflorantes ou ocorrentes nos cavaletes; extravazamentos nos reservatórios, podem ser adotadas as seguintes ações:

- 1.Redução de pressão;
- 2.Redução do tempo de reparo;
- 3.Investir na qualidade dos materiais e da mão de obra.
- 4.Controle de níveis nos reservatórios.

Desta forma é possível aprimorar o gerenciamento para os sistemas de abastecimento.

3. METODOLOGIA

Para desenvolvimento deste trabalho foi adotada uma metodologia de análise dos dados coletados e comparação com informações teóricas encontradas na literatura.

Para o levantamento de dados e análise dos mesmos foram realizadas etapas:

1. Levantamento teórico: foi realizada uma pesquisa bibliográfica, consultando a literatura clássica sobre abastecimento de águas no Brasil, como Abastecimento de Água de Tsutiya (2006), Abastecimento de Água para Consumo Humano de Heller (2006), entre outros, para obtenção um maior conhecimento do assunto abordado.
2. Coleta de dados oficiais do SAA: foi realizado o levantamento de dados junto a Prefeitura Municipal de Consolação e IBGE.
3. Visitas de campo ao SAA: realização de visitas ao SAA onde informações foram levantadas junto aos funcionários.
4. Análise dos resultados e sugestão de implementação de melhorias: os resultados do estudo e o conhecimento obtido pela pesquisa bibliográfica serviram de base para uma avaliação sistemática da situação e possíveis melhorias no controle de perdas de água no SAA do município em questão.

3.1. Classificação da Pesquisa

Esta pesquisa pode ser classificada, quanto aos objetivos, como exploratória e descritiva.

De acordo com Resumo escolar (2014-2018), a pesquisa descritiva é a aquela que busca descrever uma realidade, seja com base em uma necessidade prática, seja com base na tentativa de comprovar uma tese ou hipótese, em grande parte de suas aplicações servindo para fundamentar e respaldar decisões.

Pode-se dizer que a pesquisa descritiva se apoia em documentos, levantamentos e abordagens de campo. Ao contrário da pesquisa exploratória e da explicativa, a ação intelectual do autor da pesquisa se resume a identificar as relações entre um conjunto de variáveis e informações contidas nos levantamentos feitos e relatórios apresentados.

A pesquisa descritiva segue uma linha de ação, que consiste em observar, interrogar, coletar, analisar, registrar e interpretar, sem, todavia, interferir no objeto estudado. Em outras palavras, a pesquisa descritiva tem por finalidade a identificação, o registro e a análise das variáveis, como elas se comportam no tempo e no espaço.

4. ESTUDO DE CASO

O presente estudo teve como base a ETA - Estação de tratamento de água de Consolação (MG), e as informações foram coletadas na própria ETA com colaboradores do local bem como extraídas das páginas eletrônicas oficiais da região.

4.1. O município

De acordo com divulgação da Prefeitura municipal de Consolação o município se estende por 86,4 km², situado a 1018 metros de altitude, nas coordenadas geográficas: Latitude: 22° 33' 10" Sul, Longitude: 45° 55' 25" Oeste.

No último censo, o município contava com 1727 habitantes a densidade demográfica é de 20 habitantes por km² no território do município.

Vizinho dos municípios de Córrego do Bom Jesus, Paraisópolis e Gonçalves, Consolação se situa a 15 km a nordeste de Cambuí, a maior cidade nos arredores. Consolação fica Localizada a 437 quilômetros de Belo Horizonte, sendo o menor município do Circuito Serras Verdes. O município possui dezenas de cachoeiras selvagens e matas fechadas.

Consolação está localizada no Sul de Minas a 1.100 metros acima do nível do mar e ocupa a 3ª posição no ranking dos melhores climas da América do Sul.

O turismo da cidade é desenvolvido versando a preservação ecológica de suas reservas naturais a fim de assegurar melhoria de vida com qualidade e é voltado para os segmentos religioso, rural e também ecoturismo.



Figura 6- Cidade de Consolação (MG).
Fonte: Google EARTH, 2018

4.2. O abastecimento e tratamento de água no município de Consolação

A ETA da cidade de Consolação (figura 7 e 8) fica localizada na área urbana, o tratamento de água realizado na estação é de extrema importância para a saúde, prevenção de doenças, e muitas famílias serão beneficiadas com água tratada e de boa qualidade.



Figura 7- ETA de Consolação.
Fonte: Próprio autor



Figura 8-Parte superior da estação.
Fonte: Próprio autor

A cidade de Consolação conta com dois mananciais, sendo um no bairro Alto da Coruja (figura 9) à 302 metros da ETA, onde a água bruta é conduzida por sistema de queda e outro no bairro Olaria à 791 metros da ETA (figura 10) onde a água bruta é conduzida por queda até um reservatório de 15.000 litros (figura 11) e à partir deste segue para a ETA através de bombeamento. A figura 12 é uma representação da vista aérea da localização dos mananciais.



Figura 9- Manancial no bairro Alto da Coruja.
Fonte: Próprio autor



Figura 10- Manancial no bairro Olaria.
Fonte: Próprio autor



Figura 11- Reservatório (15.000L) manancial Olaria.
Fonte: Próprio autor



Figura 12- Localização dos Mananciais.
Fonte: Google EARTH

O método de tratamento da água efetuado pela ETA de acordo com o exposto nas figuras a seguir, é convencional, nesta etapa é feita a correção de PH, cloração, floculação, decantação, filtragem e distribuição.



Figura 13- Setor de correção de PH e Cloração.
Fonte: Próprio autor.



Figura 14- Cloração da água.
Fonte: Próprio autor



Figura 15- Setor de floculação, decantação e filtragem da água.
Fonte: Próprio autor



Figura 16- Setor de distribuição após o tratamento na ETA.
Fonte: Próprio autor

Na ETA é realizado tratamento da água captada dos mananciais e armazenadas em reservatórios conforme demonstrado nas figuras abaixo, através de bombeamento, tornando-a própria para o consumo.



Figura 17- Reservatório de lavagem dos filtros 12000 L.
Fonte: Próprio autor



Figura 18- Reservatório (100.000L) ETA.
Fonte: Próprio autor



Figura 19- Reservatório (15.000L) vila Santo Antônio.
Fonte: Próprio autor



Figura 20- Reservatório (50.000L) ETA.
Fonte: Próprio autor



Figura 21- Reservatório (15.000L) Rua Capitão Antônio Pereira.
Fonte: Próprio autor

A rede de distribuição é de 4,2 Km, sendo composta por 569 residências, das quais 7 encontram-se inativas, além de 10 comércios e 14 órgãos públicos. Constantemente em períodos de seca a cidade sofre com o racionamento de água.

4.3. Transcrição da Entrevista Realizada na ETA

a) **IVO RAFAEL:** Qual o volume de água tratado diariamente?

COLABORADOR ETA: o volume de água tratado por dia é de 368000 l/dia.

b) **IVO RAFAEL:** Como é o processo do tratamento da água realizado pela ETA de Consolação?

COLABORADOR ETA: O primeiro passo é a filtragem que começa quando a água bruta passa no floculador, depois decantador, filtração e, por último, cloração. O segundo passo é o tratamento com produtos como sulfato de alumínio e pré-cloração, depois que a água é filtrada recebe hipoclorito de cálcio, carbonato de sódio para regular o ph e cloração novamente. Por fim a água é bombeada para dois reservatórios na ETA, um de 100 000 litros e outro de 50 000 litros e para mais dois reservatórios em pontos estratégicos na cidade, um na Vila Santo Antônio e outro na Rua Capitão Antônio Pereira; ambos com 15.000 litros cada.

A ETA conta também com um reservatório na própria ETA de uso exclusivo para lavagem de filtros, com 12 000 litros.

c) **IVO RAFAEL:** Qual é a estimativa de perda de água no sistema de abastecimento por dia?

COLABORADOR ETA: Estipula-se que a média durante o tratamento e também nos reservatórios a perda seja de aproximadamente 30 000 litros dia.

d) **IVO RAFAEL:** Como é feito o controle das perdas no sistema de distribuição de água?

COLABORADOR ETA: Atualmente não é feito nenhum controle de perdas.

4.4. Resumo das Características do SAA

No quadro abaixo estão expostos de forma sumária as informações coletadas na ETA.

Quadro2 - Informações coletadas na ETA.
Fonte: Próprio autor.

Descrição	Dimensões/Quantidades
Número de Mananciais	2
Volume captado por dia	368000 l/dia
Quantidade de ETA's na cidade	1
Volume comportado pelo reservatório ETA 1	100.000 L
Volume comportado pelo reservatório ETA 2	50.000 L
Volume comportado pelo reservatório ETA 3	12.000L
Volume comportado pelo reservatório vila Santo Antônio	15.000 L
Volume comportado pelo reservatório Capitão Antônio Pereira	15.000 L
Extensão da rede de distribuição	4,2 Km
População atendida	569 residências; 10 comércios; 14 órgãos públicos

5. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo é que não há nenhum controle em relação às perdas na rede de distribuição.

A gestão eficiente de um SAA deve incluir formas de combater e controlar as perdas. Conforme já exposto anteriormente os desperdícios decorrem de perdas reais (físicas) ou aparentes. As reais são caracterizadas pelos vazamentos em tubulações da rede de distribuição. Porém, as perdas reais no SAA de Consolação não são contabilizadas por faltar o controle da vazão produzida que abastece os reservatórios de distribuição e da vazão que abastece os domicílios consumidores.

A figura 21 evidencia a falta de controle sobre as perdas na ETA de Consolação, pois retrata o momento em que o reservatório está transbordando o excesso de água, podemos perceber que, mesmo após estar completamente cheio, o bombeamento não é interrompido pelos funcionários. Este é um exemplo de falha grave no SAA, mostrando que não existe um controle de vazão no enchimento dos reservatórios, levando a uma perda de água não mensurada.

Uma forma de combater esta primeira falha no controle de perdas é a conscientização dos funcionários do SAA e adoção de procedimentos operacionais padronizados adequados para realização de manobras nas redes de abastecimento. Desta forma evita-se extravasamentos desnecessários durante o abastecimento dos reservatórios, assim como durante as manobras de limpeza ou verificação da rede.

Tratando-se das perdas aparentes no SAA de Consolação, referentes aos volumes de água efetivamente consumidos pelos usuários, devido ao fato de se trabalhar apenas com estimativas de consumo, pela falta de medidores adequados nas instalações não puderam ser contabilizados e faturados pelo prestador de serviço, como submedição nos hidrômetros dos volumes consumidos, erros de leitura e também por fraudes nas ligações de água (GIRIBOLA, 2014).

Considerando que a macromedição é a referência principal de todo o Balanço Hídrico, realizada na apuração dos volumes produzidos nas Estações de Tratamento de Água - ETA e a micromedição, que se trata da apuração dos volumes de água na entrada dos consumidores finais (residências, imóveis comerciais), pode-se afirmar que tais medições são fundamentais para a avaliação das perdas, sem as quais não

será possível aplicar qualquer gestão técnica para a melhoria da eficiência operacional do sistema de abastecimento de água.

A Macromedição, em especial, permite a valoração das perdas reais e aparentes, e também permite o acompanhamento dos resultados, e trata da instalação de macromedidores e todas as atividades associadas, tais como, ensaios para calibração de macromedidores, ajustes físicos de instalações e manutenção em geral, atualização tecnológicas e afins.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho estudou o SAA do município de Consolação (MG) com o objetivo de avaliar o controle de perdas exercido no SAA e propor técnicas para melhorar a eficiência do mesmo.

Diante da problemática das perdas não controladas no SAA do município de Consolação, pode-se sugerir como solução para redução dessas perdas:

- 1) Treinamento e conscientização do corpo técnico e operacional do SAA para evitar desperdícios desnecessários nos pontos de abastecimento dos reservatórios.
- 2) Instalação de boias para controle físico do enchimento dos reservatórios;
- 3) Adoção de macromedidores, para apurar os volumes disponibilizados ao sistema de água;
- 4) Instalação de micromedidores em todas as ligações de água, isto é, em todas as instalações prediais, de forma a conhecer e controlar o consumo;
- 5) Manutenção preventiva da rede deve ser adotada para evitar aumento das perdas no decorrer da mesma;

Baseando-se nas informações obtidas neste estudo, podemos concluir que o SAA de Consolação (MG) precisa do desenvolvimento de práticas sistematizadas de controle das vazões de consumo e de perda, sendo assim possível aumentar a eficiência do SAA e permitir, inclusive, a melhoria da economia do município no quesito saneamento e abastecimento de água.

REFERÊNCIAS

CARMO, Fáliz Júnior Justino. **Vazamentos na rede de distribuição de água: impactos no faturamento e no consumo de energia elétrica do 3º setor de abastecimento de água da região metropolitana de Belém.** Disponível em:<<http://www.ufpa.br/ppgec/data/producaocientifica/Felix.pdf>> Acesso em: 17 de junho 2018.

DALMAS, Roque Rogério Ottonelli. **SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ESTUDO DE CASO: REDENTORA – RS.** Disponível em:<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2012/TCC_Roque%20Rog%C3%A9rio%20Ottonelli%20Dalmas.pdf> Acesso em: 14 de junho de 2018.

EBAH. **Mananciais.**

Disponível em:<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAir4AG/manaciais>> Acesso em: 19 de junho de 2018.

FERRAZ, Gustavo Sarubbi. **Diagnóstico do Abastecimento de Água na Zona Urbana do Município Redondo- RS.** Disponível em:<<https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2016/10/TCC-Gustavo-Ferraz.pdf>> Acesso em 17 de junho 2018.

GIRIBOLA, M. **Desperdício de água ainda é expressivo nas redes de tubulação. Solução está diretamente relacionada à adoção de processos de gestão e fiscalização.** Edição 43 - Setembro/2014. Disponível em:<<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/43/desperdicio-de-agua-ainda-e-expressivo-nas-redes-de-tubulacao-327092-1.aspx>> Acesso em: 07/09/18

HELLER, L; PADUA, V. L. **Abastecimento de Água para Consumo Humano.** Belo Horizonte, UFMG, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2008. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/defaulttabzip_abast_agua.shtm Acesso em: 18/10/18

INSTITUTO TRATA BRASIL, **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento** (SNIS 2016). Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua> Acesso em: 20/10/2018

NORONHA, Vinícius Carlos. **Sistema de abastecimento de água potável: dimensionamento de adutora do campus da ufersa em Caraúbas**. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/270/TCC%20-20BCT/2012-2/TCC%20Danilo%20Carlos.pdf>> Acesso em: 18 de junho 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONSOLAÇÃO. **Prefeito Assina Convênio para Construção da Nova Estação de Tratamento de Água em Consolação**. Assessoria de Comunicação 31/07/2018. Disponível em: <http://www.consolacao.mg.gov.br/noticia/64/Prefeito-Assina-Convenio-para-Construcao-da-Nova-Estacao-de-Tratamento-de-Agua-em-Consolacao> Acesso em: 07/09/18

RODRIGUES, Tássio Leal. **Diagnostico do Sistema de Abastecimento de Água do Município Riachão do Bacamarte- PB**. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/5143/1/PDF%20-%20T%C3%A1ssio%20Leal%20Rodrigues.pdf>> Acesso em: 14 de junho de 2018.

SENAI, **Medidas de Redução de Perdas de Água em Redes de Abastecimento**. Disponível em: https://www.sc.senai.br/senavirtual/sistema/webensino/aulas/21008_3330/desafio2.pdf. Acesso em: 07/09/18

SILVA, A. C. N, **Panorama de perdas em sistema de abastecimento no Brasil.** Campina Grande, 2015

SILVA, Alberto César do Nascimento. **Panorama de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água no Brasil.** Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/7101/1/PDF%20-%20Alberto%20C%C3%A9sar%20do%20Nascimento%20Silva.pdf>> Acesso em: 14 de junho de 2018.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de Água.** São Paulo, Escola Politécnica da USP. 3º Edição, 2006.

Vasconcelos, F. Estação de Tratamento de Água (ETA) – Etapas. 2017. Disponível em: <https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/ciencias-da-natureza/quim/estacao-de-tratamento-de-agua-eta-etapas/> Acesso em: 20/10/18

ZANDONÁ, Isabela Caroline. **Análise dos índices de perdas de água na rede de distribuição na cidade de Bragança paulista e possíveis soluções para os problemas detectados.** Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2314.pdf>> Acesso em: 18 de junho 2018.