

## **AVALIAÇÃO DAS AÇÕES DE COMBATE, CONTROLE E GESTÃO DE PERDAS DE ÁGUAS NA DISTRIBUIÇÃO IMPLEMENTADAS EM UMA UNIDADE DE NEGÓCIO DO INTERIOR DO ESTADO DO CEARÁ (BIÊNIO 2022-2023): UM OLHAR CRÍTICO DOS RESULTADOS ALCANÇADOS**

**Francisco Edirlan de Sousa Freitas<sup>(1)</sup>**

Mestre em Energia e Ambiente – Universidade Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – UNILAB. Graduação em Química – Universidade Federal do Ceará – UFC com especialização em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário UniAteneu. Supervisor Técnico da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece.

**Messias Rômulo Rodrigues Marques<sup>(2)</sup>**

Tecnólogo em Saneamento Ambiental, formado pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia – IFCE, Campus Sobral – Ceará, Especialista em Engenharia Ambiental. Ocupa o cargo de Coordenador de Serviços e Expansão da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE.

**Maria Rhayane Carneiro Mendes<sup>(3)</sup>**

Técnica em Meio Ambiente. Graduanda em Ciências Contábeis pela Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA.

**Sara Evellyn da Costa Moreira<sup>(4)</sup>**

Técnica em Meio Ambiente. Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental pelo Centro Universitário UNINTA.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** CE 187, Nº 50 – Bairro Zé Humberto - Tianguá - Ceará - CEP: 62320-000 - Brasil - Tel: +55 (88) 99256-3736 - e-mail: [edirlanfreitas@hotmail.com](mailto:edirlanfreitas@hotmail.com) / [edirlan.freitas@cagece.com.br](mailto:edirlan.freitas@cagece.com.br).

### **RESUMO**

O presente trabalho avaliou a eficiência das ações de combate, controle e gestão de perdas de água na distribuição em uma Unidade de Negócio do Interior do Estado do Ceará. No período de 2022 e 2023, levando um olhar crítico dos resultados alcançados nesse intervalo. Foram elencadas diversas atividades dentro das perspectivas de perdas reais e aparentes nos Sistemas de Abastecimento de Água. Os indicadores utilizados para medir a eficiência foram os IN051 - Índice de Perdas por Ligação - IPL e IN049 - índice de perdas na distribuição – IPD. A metodologia aplicada para levantamento dos dados e consequentemente o tratamento deles, foi uma pesquisa do banco de dados solicitados através do Portal da Transparência do Estado do Ceará, tornando assim os dados públicos e disponíveis para serem trabalhados e tratados. Os resultados das análises críticas e dos tratamentos estatísticos demonstram uma eficiência de aproximadamente 4% de diminuição do indicador de Perdas da Distribuição e 30 litros/ligação/dia em uma determinada região do Estado do Ceará.

**PALAVRA-CHAVE :** Perdas. Água. Eficiência

### **1. INTRODUÇÃO**

**PERDA REAL** ou **PERDA FÍSICA**: corresponde ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final devido à ocorrência de vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como, de extravasamentos em reservatórios. **PERDA APARENTE** ou **PERDA NÃO-FÍSICA**: corresponde ao volume de água consumido, porém não contabilizado pela Prestadora de Serviços de Saneamento, decorrente de erros de medição, subavaliação de consumos, falhas de cadastro e de gestão comercial, e fraudes de diversos tipos (violação de hidrômetros, ligações clandestinas, by-pass de hidrômetro, violação de corte, e outros).

Os problemas relacionados as perdas de água na distribuição são inúmeros e pode-se destacar:

- ✓ Como o principal deles à conservação dos recursos hídricos, pois requererá do sistema de abastecimento como um todo, um maior gasto de energia e materiais, que se inicia na captação e se estende ao tratamento, transporte, armazenamento e distribuição.
- ✓ Vazamentos na rede de distribuição, podendo causar um grave dano a saúde dos clientes, pois a infiltração de agentes patogênicos pode causar contaminações bacteriológicas a rede através da depressurização.

- ✓ A diminuição da oferta prejudicando sua comercialização e restringindo o direito ao uso da água, descumprindo a Lei nº 9.433 (1997) que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e as leis estaduais de mesma natureza, que define a água como um bem público, finito, prioritariamente voltado ao abastecimento e datado de valor econômico.
- ✓ Aumento do consumo de energia, que é o segundo item nas despesas das Companhias de Saneamento.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho busca avaliar as ações de combate, controle e gestão de perdas de água em uma unidade de negócio do interior do Estado do Ceará e analisar quais ações impactaram de forma positiva nos indicadores de eficiência, no caso, com base no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, a saber IN051 - Índice de Perdas por Ligação, com unidade em litros/ligação/dia e IN049 - Índice de Perdas da Distribuição, com unidade em porcentagem (%). A unidade está localizada na Serra da Ibiapaba, no município de Tianguá, no Estado do Ceará, mas com abrangência em outros municípios de regiões do Sertão e Litoral. A pesquisa foi desenvolvida nos períodos de 2022 e 2023, com tratamento de dados em 2024. Além de analisar as ações que impactaram a diminuição dos indicadores, tanto em relação às Perdas Reais, quanto Perdas Aparentes, também traz uma reflexão de ações assertivas que podem ser replicadas em outras regiões do país, obedecendo claro, as especificidades e características de cada região. Os IN051 - Índice de Perdas por Ligação - IPL e IN049 - índice de perdas na distribuição – IPD, são os principais indicadores a nível nacional, que mede a eficiência das Empresas de Saneamento Ambiental, dentro do contexto econômico e de sustentabilidade, além de ser um dos pontos de destaques do novo marco legal do saneamento, promulgada pela Lei 14.026/2020. Como também uma das exigências da portaria Nº 490, de 22 de março de 2021, do Ministério do Desenvolvimento Regional do Governo Federal, que condiciona a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da União, com o cumprimento de metas estabelecido com base nesses indicadores.

## 3. METODOLOGIA

As pesquisas científicas quantitativas consistem na mensuração de dados gerados e trabalhados de forma estatística, tendo como cerne a fonte de conexão entre a observação empírica e as expressões matemáticas das informações geradas ao longo do processo. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), as atividades de coleta de dados e análise crítica dos números ou quantidade de encontradas no estudo norteiam e caracterizam esse tipo de pesquisa.

Quanto a natureza da pesquisa aplicada, ela objetiva produzir novos conhecimentos no campo científico, mas o princípio fundamental é colocar em práticas o produto ou sapiência a fim de solucionar problemas presentes na sociedade. Existem, portanto, um grande interesse nas pesquisas que busquem essa prática, de forma geral, as pesquisas que são aplicadas suprem o desejo e os anseios de um determinado grupo ou lugar.

A gênese das pesquisas quantitativas dar-se pela determinação de forma quantitativa do tamanho da amostra e em seguida pela coleta de dados que geram informações numérica ou quantitativas. Esse conjunto de dados serão analisados através de técnicas estatísticas, matemáticas e ferramentas computacionais que são artifícios fundamentais para a conclusão do trabalho científico proposto. Nesse contexto, faz-se uso de fórmulas, gráficos, tabelas e cálculos de probabilidades, empregando softwares específicos para tal finalidade. Finalizando com os dados devidamente tratados e analisados, gerando hipóteses, probabilidades que podem resultar em aceitação ou rejeição das teses, validando-a ou não.

A pesquisa foi realizada nos Sistemas de Abastecimento de Água que fazem parte de uma Unidade de Negócio da Companhia de Água e Esgoto do Ceará, localizada no Interior do Estado do Ceará e dividida em algumas etapas para melhor compreensão, de forma sistemática e organizada identificando e executando as etapas conforme cronograma proposto.

Atualmente a Unidade de Negócio tem área de abrangência em três regiões distantes, a saber, região serrana do estado do Ceará, que compreende os municípios da serra da Ibiapaba, região litorânea e região do sertão. Dessa forma, possui características climáticas bastante adversa e especificidades próprias.

O levantamento de dados gerados e trabalhados no presente trabalho estão disponíveis através do Portal Ceará Transparente, uma ferramenta do Estado do Ceará para facilitar a transparência dos dados públicos. Após a solicitação e geração dos dados, eles foram trabalhados graficamente para melhor compreensão e análise crítica.

### 3.1 Macromedição

Segundo dados oficiais do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS a definição de Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada (AG016), que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) respectiva(s) entrada(s) do sistema de distribuição. Para prestadores de serviços de abrangência regional (X004) ou microrregional (X003), nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), esse campo deve ser preenchido com os volumes produzidos DENTRO DOS LIMITES DO MUNICÍPIO EM QUESTÃO. Esse volume pode ter parte dele exportada para outro(s) municípios(s) atendido(s) ou não pelo mesmo prestador de serviços.

AG012 - VOLUME DE ÁGUA MACROMEDIDO Valor da soma dos volumes anuais de água medidos por meio de macromedidores permanentes: na(s) saída(s) da(s) ETA(s), da(s) UTS(s) e do(s) poço(s), bem como no(s) ponto(s) de entrada de água tratada importada (AG018), se existirem.

### **3.2 Micromedição**

A micromedição corresponde ao conjunto de equipamentos, das mais variadas tecnologias disponíveis, que tem como principal objetivo determinar o volume de água escoada através dos hidrômetros. Através desse procedimento são gerados diversas informações da medição do consumo dos clientes. Dentro dessa perspectiva, são analisadas informações referentes a qualidade da medição, índice de desempenho de medição, submedição entre outros erros associados aos equipamentos de medição. Na análise em questão, foram analisados a idade média do parque de hidrômetros e conseqüentemente o controle do quantitativo de serviços gerados para manter o parque renovado.

### **3.3 Pesquisa de vazamento por geofonamento**

As soluções pertinentes ao controle ativo de vazamentos não visíveis e fugas, as quais se opõem ao controle passivo, (que é, basicamente, a atividade de reparar vazamentos apenas quando se tornam visíveis), consistem em pesquisas por equipamentos de identificação de ruídos. Quanto maior for a frequência desta atividade maior será a taxa de vazão anual recuperada. Dessa forma, a pesquisa de vazamento é uma das atividades que influencia diretamente na redução das perdas reais, já que aponta com precisão onde estão os vazamentos, que é o principal ponto de fuga de água. Esta atividade tem por objetivo localizar, por meio acústico, os vazamentos não visíveis, ou seja, os vazamentos que não afloram à superfície. O Geofone é um dos aparelhos eletrônicos utilizados na pesquisa que detecta tanto vazamentos ocultos como subterrâneos, funcionando como uma espécie de ultrassom, que capta pequenos ruídos e vibrações que denunciam o local preciso do vazamento que esteja em uma rede pressurizada.

Dessa forma, após a inserção dos dados de pesquisa de vazamento em sistema específico, tratou-se os dados com o objetivo entender as especificidades de cada atividade de campo.

### **3.4 Monitoramento de pressão na rede de distribuição de água**

No estado do Ceará, a RESOLUÇÃO Nº 130, DE 25 DE MARÇO DE 2010, estabelece as condições gerais na prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Esta Resolução destina-se a estabelecer as condições gerais a serem observadas na prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário pelos prestadores de serviços, regulados pela Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE e disciplinar o relacionamento entre estes e os usuários.

O Art. 120 - O fornecimento de água deverá ser realizado mantendo uma pressão dinâmica disponível mínima de 10 mca (dez metros de coluna de água) referida ao nível do eixo da via pública, em determinado ponto da rede pública de abastecimento de água, sob condição de consumo não nulo. § 1º - A pressão estática máxima não poderá ultrapassar a 50 mca (cinquenta metros de coluna de água) referida ao nível do eixo da via pública, em determinado ponto da rede pública de abastecimento de água, sob condição de consumo nulo. § 2º - O prestador de serviços será dispensado do cumprimento do requisito a que se refere o caput deste artigo, caso comprove que:

I - a baixa pressão ocorreu por período não superior a uma hora contínua devido às demandas de pico locais, com um limite de duas vezes para cada vinte e quatro horas;

II - a baixa pressão está associada a uma fuga identificada ou a um corte de energia elétrica não atribuído ao prestador de serviços;

III - a baixa pressão ocorreu devido as obras de reparação, manutenção ou construções novas, desde que o prestador de serviços tenha dado o aviso prévio de quarenta e oito horas aos usuários afetados;

IV - a baixa pressão tenha sido ocasionada por fatos praticados ou atribuídos a terceiros não vinculados ao prestador de serviços e sem seu consentimento.

Atualmente existem no mercado diversos equipamento que monitoram em tempo real as pressões na rede de distribuição de água, utilizando diversas tecnologias disponíveis no mercado. Essas ferramentas são verdadeiras aliadas para o monitoramento da continuidade no abastecimento de água, além de identificar qualquer anomalia, fazendo com que os prestadores de serviços fiquem mais atentos as necessidades de manutenções ou melhorias operacionais.

### **3.5 Monitoramento do tempo médio de retirada de vazamento**

Aplicação direta do acompanhamento e monitoramento do tempo médio de retirada de vazamento, através de sistema de gestão de dados. Eles foram contabilizados com base nos serviços gerados, data e hora de abertura até o fechamento, que caracteriza-se com a execução do serviço.

### **3.6 Gerenciamento da Infraestrutura**

Uma das atividades que exige planejamento e organização é o gerenciamento da infraestrutura, executar obras civis exige preparação das equipes e principalmente organização em todas as etapas de execução do serviço, afim de minimizar os transtornos nas vias públicas que pode prejudicar o trânsito de pedestres e transportes. Dentro desse contexto, encontra-se a renovação dos ativos, parâmetro importante para manter o controle de perdas de água. No presente trabalho, realizou o levantamento de dados de ampliações e padronizações de rede de distribuição de água tratada. Realizando o comparativo de um ano em relação ao outro.

### **3.7 Técnicas e medidas de combate às fraudes nas ligações prediais**

Para as ações eficientes de combate as fraudes nas ligações prediais, faz-se necessário seguir normas internas que atendam as exigências dos órgãos reguladores, tornando-se assim atividades com segurança jurídica e por fim com aplicação prática eficaz. Dessa forma, realizou um levantamento de dados operacionais proveniente das atividades de campo das equipes próprias, capacitadas e com habilidades específicas para tal ação.

Como trata-se de um serviço interno executado, todos os dados estão registrados em base de dados próprias, sendo necessário solicitar para assim trabalhar com os dados estatísticos necessários para criticá-los. As tabelas e gráficos foram elaboradas para melhor estudar, analisar e criticar os dados gerados ao longo do período avaliado.

### **3.8 Implementação de Automação nos Sistemas de Abastecimento de Água**

Segundo Fritz *et. al* a conceituação de automação e telemetria em sistemas de abastecimento de água tem uma comparação bastante semelhante com a área de eletricidade. Da mesma forma que esse segmento pode ser dividido em geração, transmissão e distribuição de energia, o setor de saneamento envolve as etapas de captação, tratamento de água, transporte para os reservatórios e a distribuição aos consumidores.

A automação em Sistemas de Abastecimento de Água é uma ferramenta essencial para auxiliar a operação e tomadas de decisões assertivas na operação. Por meio dos equipamentos de telemetria, controladores lógicos programáveis (CLPs) e centros de controles operacionais e demais equipamentos de medição de pressão, vazão e níveis colaboram para um controle, otimização e planejamento mais assertivo e consequentemente diminuição de perdas de água e eficiência energética.

### **3.9 Monitoramento através de Centro de Controle Operacional – Perdas**

A central de monitoramento também integra-se ao Sistema de Abastecimento de Água, como centro de controle operacional, nesse ambiente é possível realizar o monitoramento e observar as principais ações que impactam no Sistema de Abastecimento, tomando decisões assertivas para manter o pleno funcionamento.

### **3.10 Engajamento dos colaboradores através de treinamentos e capacitações**

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795/99 (Brasil, 1999), é descrita como os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e a sua sustentabilidade. A PNEA é permanente da educação nacional, dessa forma, deve estar presente articulada e integrada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal.

Essa prática é uma recomendação de uma pesquisa realizada e publicada em 2022, a qual buscava-se entender qual a percepção dos colaboradores de uma Unidade de Negócio nas ações desenvolvidas e conceitos relacionados ao combate, controle e gestão de perdas. Nessa pesquisa foi identificadas diversas necessidades além das dificuldades nas atividades diárias relacionadas à temática saneamento ambiental.

Os grupos de colaboradores selecionados para participar do estudo eram aqueles cujas atividades são essenciais aos serviços de água e esgoto. O estudo foi realizado na Unidade de Negócio da Bacia da Serra da Ibiapaba, com sede na Cidade de Tianguá – Ceará.

Conforme Freitas *et. al*, 2022, mais de 40% dos operadores dessa Unidade não sabia diferenciar conceitos relacionados às perdas reais e perdas aparentes, sendo que todos trabalham diretamente ligados a essa atividade.

Com base nas necessidades identificadas, foi elaborado treinamentos/capacitações de forma sistemática, para que assim todos os colaboradores pertencentes ao grupo de operação e manutenção dos Sistemas de Abastecimento de Água e Sistema de Esgotamento Sanitário participassem dessa atividade.

### 3.11 Avaliação Mensal de Resultados

As avaliações mensais de resultados, denominados pela sigla AMR, tem como objetivo realizar uma análise crítica das ações, atividades e planejamento das equipes de cada setor. Reunindo-se assim para discutir as melhores práticas e apresentar cases de sucesso. Dessa forma, além de promover um melhor alinhamento das atividades, também engajam os colaboradores, promovendo bem-estar e qualidade nas relações.

## 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

### 4.1 Macromedição

Para o cálculo do Índice de Macromedição, faz-se necessário seguir os procedimentos conforme dados abaixo.

$$\frac{(AG012 - AG019)}{(AG006 + AG018 - AG019)}$$

Equação 1

A saber:

AG006 - Volume de água produzido : Volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s)

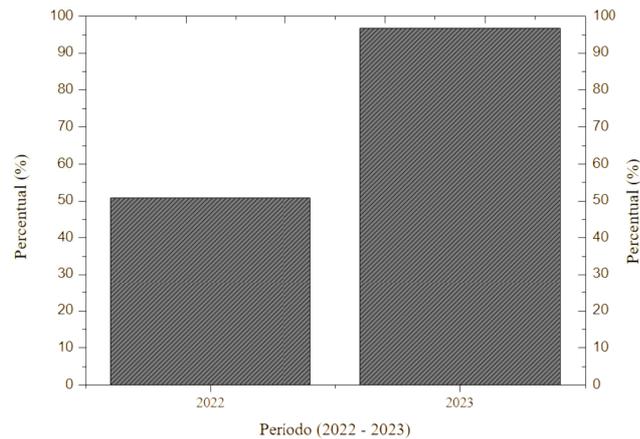
AG012 - VOLUME DE ÁGUA MACROMEDIDO : Valor da soma dos volumes anuais de água medidos por meio de macromedidores permanentes: na(s) saída(s) da(s) ETA(s), da(s) UTS(s) e do(s) poço(s), bem como no(s) ponto(s) de entrada de água tratada importada (AG018), se existirem.

AG018 - VOLUME DE ÁGUA TRATADA IMPORTADO: Volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) ou em UTS(s)), recebido de outros agentes fornecedores. Deve estar computado no volume de água macromedido (AG012), quando efetivamente medido.

AG019 – Volume de água tratada exportado : volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) - AG007 ou em UTS(s) - AG015), transferido para outros agentes distribuidores. Deve estar computado nos volumes de água consumido (AG010) e faturado (AG011), nesse último caso se efetivamente ocorreu faturamento.

Houve uma renovação significativa de 2022 para 2023, isso deve-se a aquisição e instalação de novos macromedidores em todos os sistemas de abastecimento de água da abrangência da UN. Como também a adequação das normas para atendimento do indicador. A instalação correta dos equipamentos, do ponto de vista técnico também é levado em consideração, visto que a permanência da aquisição dos dados é levado em consideração, ou seja, não basta está instalado, é preciso está em pleno funcionamento,

**Figura 1 – Índice de Macromedição**

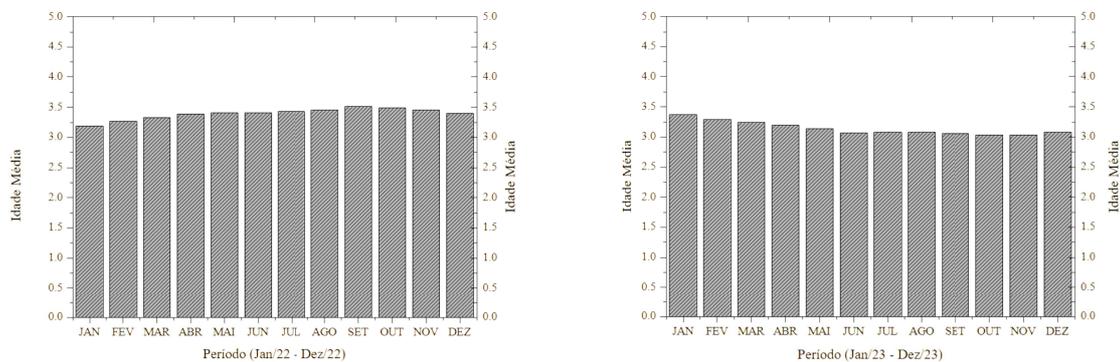


Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

### 3.2 Micromedição

No período analisado, 2022 e 2023 das ações realizadas na micromedição, tem-se o acompanhamento da Idade Média do Parque de Hidrômetro – IMPH, como um dos principais parâmetros para a tomada de decisão, conforme mostrado, a qualidade da informação do medidor (hidrômetro) é essencial, evitando assim erros relacionados a incertezas associadas das medições. Abaixo está descrito os gráficos que mostram o desempenho desse indicador ao longo do período em questão.

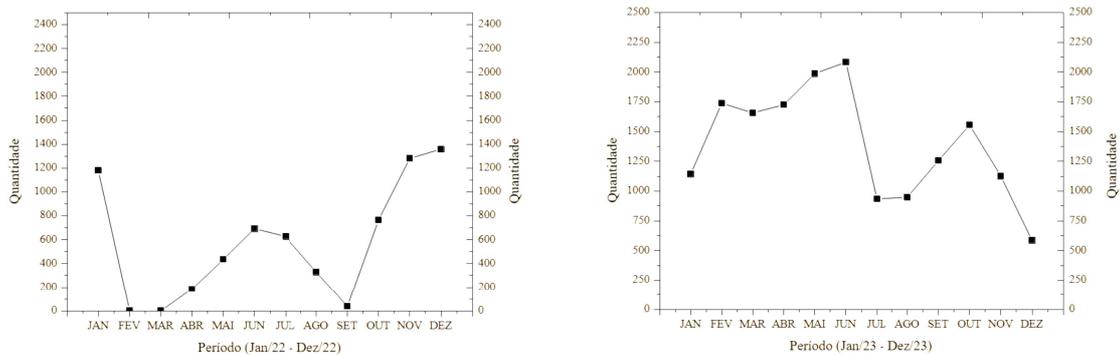
**Figura 2 – Idade Média do Parque de Hidrômetros – IMPH**



Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

Com base no indicador analisado, IMPH – Idade Média do Parque de Hidrômetros, também é utilizada como base para tomada de decisão de substituição do equipamento, como também outros parâmetros com consumo, perfil do cliente, entre outros importantes garantir a qualidade de medição. Foi possível observar que houve ao longo do período analisado algumas descontinuidades no serviço de renovação do parque.

**Figura 3 – Quantidade de Hidrômetros Substituídos**



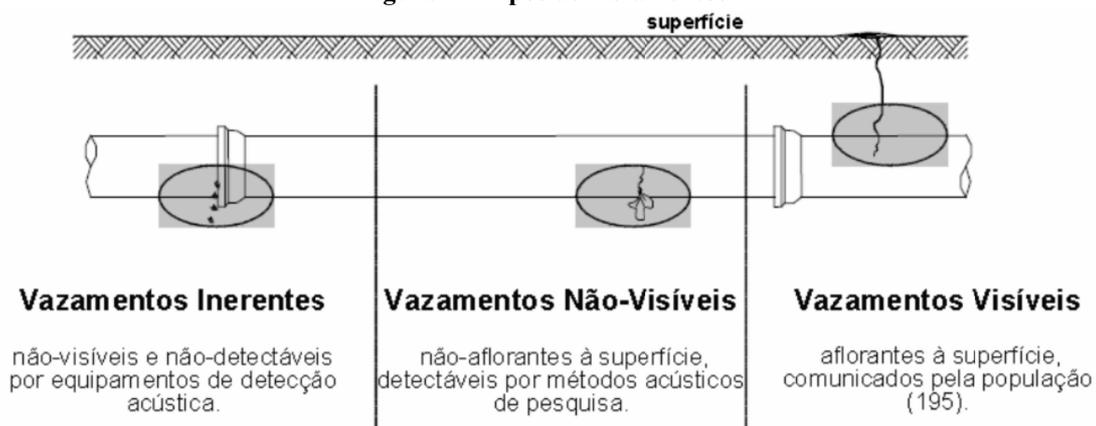
Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

### 3.3 Pesquisa de vazamento por geofonamento

Essa atividade é essencial para o combate às perdas reais no Sistema de Abastecimento de Água. Conforme figura abaixo, é possível identificar alguns tipos de vazamentos somente com o auxílio de equipamentos específicos de escuta acústica. O Controle de pressão é fundamental para a redução de perdas reais em um sistema de abastecimento de água, pois pressões elevadas são as principais causas de vazamentos, principalmente em períodos noturnos.

Faz-se necessário controlar ou minimizar as pressões do sistema de abastecimento de água a uma faixa de duração ótima. De tal modo a assegurar padrões necessários ao atendimento dos consumidores. A figura em seguida, apresenta a síntese das características dos vazamentos e as ações para seu controle.

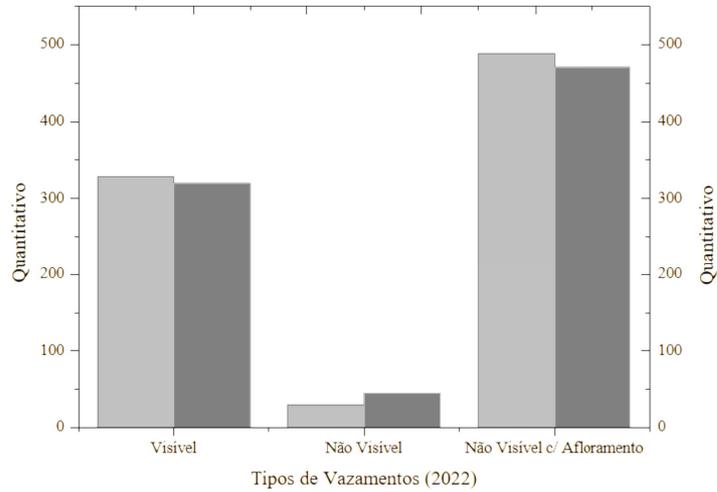
**Figura 4 – Tipos de Vazamentos**



Fonte: TSUTIYA

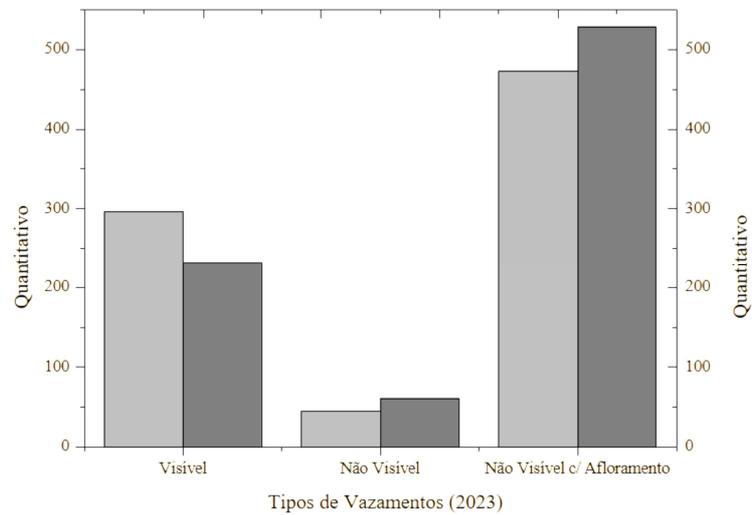
Conforme dados estatísticos tratados, durante o período em análise foi possível realizar a identificação de diversos tipos de vazamentos, destacando os semestres de 2022.1 e 2023.2 por maior número de vazamentos não visíveis com afloramento.

**Figura 5 – Tipos de Vazamentos na Rede de Distribuição - 2022**



Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

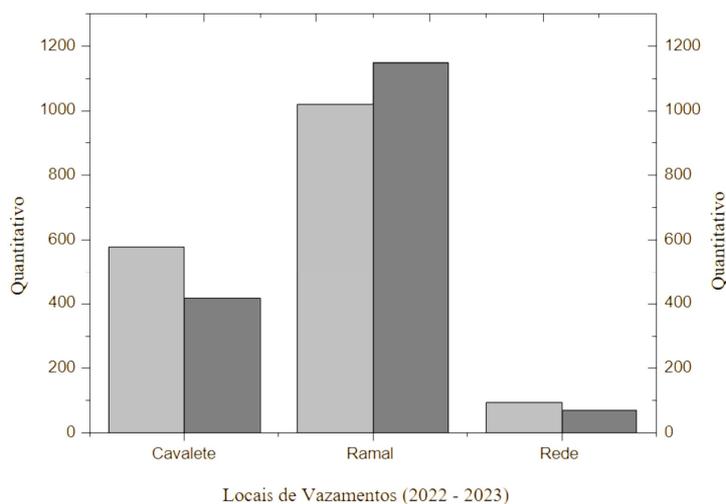
**Figura 6 – Tipos de Vazamentos na Rede de Distribuição - 2023**



Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

Abaixo estão descritos os principais locais de identificação dos vazamentos na infraestrutura da rede de distribuição de água. Cavalete: Estrutura da ligação predial. Ramal: Estrutura do colar tomada até o kit cavalete da ligação predial. Rede de Distribuição: Tubulações responsáveis pelo transporte de rede.

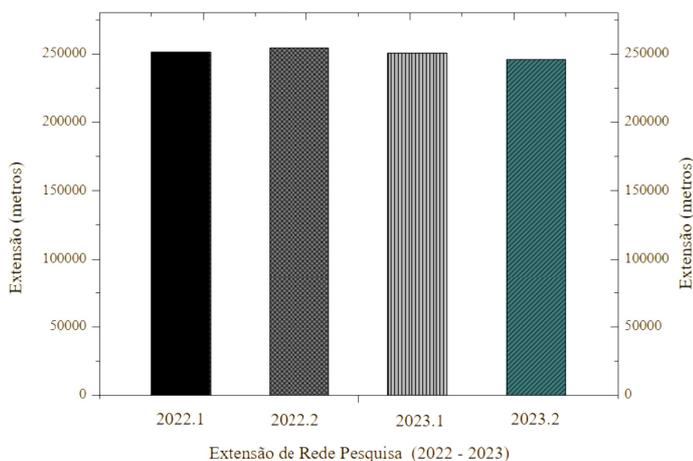
**Figura 7 – Locais de Vazamentos (2022- 2023)**



Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

O planejamento e o direcionamento das pesquisas de vazamento por varredura é essencial para o êxito dos resultados. Os indicadores IN051 - Índice de Perdas por Ligação - IPL e IN049 - índice de perdas na distribuição – IPD , devem ser os norteadores para a tomada de decisão, como também dados relacionados ao quantitativo de vazamentos na região. Os dados abaixo são constantes devido ao contrato relacionado a extensão a ser pesquisado no período proposto.

**Figura 8 – Extensão de Rede Pesquisada**



Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

### 3.4 Monitoramento de pressão na rede de distribuição de água

O controle de pressões na rede de distribuição de água é uma ferramenta de extrema necessidade para controle de vazamentos e inconvenientes nas estruturas físicas que compõe a rede, ramal e ligação predial. Conforme Costa (2009), as principais causas destacadas para a ocorrência de vazamentos na rede de distribuição são: pressões elevadas; variações bruscas de pressão; manobras/intermitências de redes e reparo que geram transientes hidráulicos; má qualidade na execução das obras e escolha de materiais; falhas na operação do sistema; deficiências ou erros de projeto; mão de obra desqualificada; utilização de equipamentos inadequados; mudança no tipo de tráfego existente; ligações clandestinas, entre outros.

Porém para identificar pressões elevadas ou baixas no Sistema de Abastecimento de Água, faz-se necessário medir, para isso foi adotado diversos tipos de equipamentos, dos mais simples até aos mais sofisticados presentes no mercado, com transmissão em tempo real.

**Figura 9 –Tipos de Medidores de Pressão**



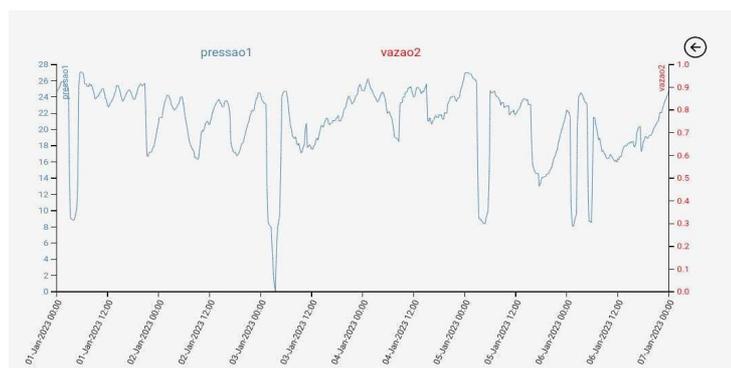
Fonte: Acervo pessoal - 2024

Os equipamentos de medição de pressão de água podem ser analógicos ou digitais, conforme mostrados na Figura 9, podendo ser ainda de coleta de dados de forma manual ou automatizados, esses por último, necessitam de equipamentos de comunicação com sinais à rádio ou sendo via internet.

De acordo com a ABNT, NBR 12218/1994, esta Norma fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, a pressão estática máxima na rede hidráulica deve ser de 50 mca (metro de coluna d'água) e a pressão mínima dinâmica de 10 mca. Contudo, observa-se que a pressão dinâmica mínima é recomendada ser maior ou igual a 15 mca para facilitar a chegada até os reservatórios das edificações residenciais com 2 ou 3 pavimentos.

Abaixo uma forma de acompanhar as pressões em tempo real pelos dispositivos móveis, computadores ou no centro de controle operacional.

**Figura 10 – Gráfico de Pressões na Rede de Distribuição**



Fonte: Software específico - 2024

Os resultados abaixo demonstram que aproximadamente 783 ligações de água estão sendo monitoradas por algum equipamento de medição de pressão, no caso em questão, estações piezométricas.

**Tabela 1 – Relação ligações de água / Quantidade de EPZs - Autor 2024**

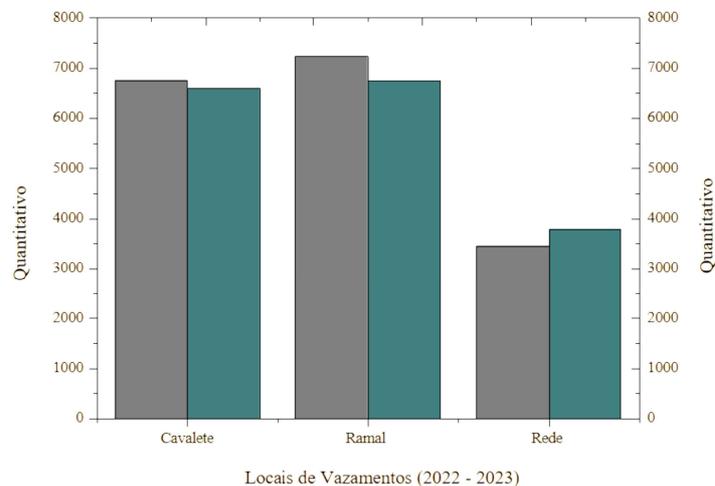
| Quantidade de Ligações (1) | Quantidade de EPZs (2) | Relação (1)/(2) |
|----------------------------|------------------------|-----------------|
| 92373                      | 118                    | 783             |

Fonte: Elaborado pelo autor - 2024

### 3.5 Monitoramento do tempo médio de retirada de vazamento

O monitoramento do quantitativo de vazamentos na rede de distribuição, especificando por ramal, kit cavalete ou rede é um direcionador das ações a serem executadas no futuro, renovação de ativos, novas redes para equalização de pressões entre outras obras de caráter civil. Como especificado no gráfico abaixo os períodos de 2022 e 2023. Porém, existe outro fator importante, o tempo médio para retirar os vazamentos, sejam quais são as complexidades deles. Além de medir e eficiência das equipes de campo, também é importante para verificar o grau de respostas frente as demandas de redução de perdas, demandas dos clientes ou dimensionamento correto dos colaboradores.

**Figura 11 – Local de Vazamento na Rede de Distribuição**



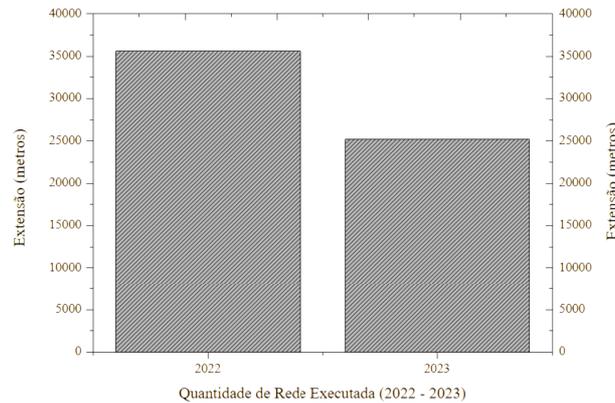
Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

### 3.6 Gerenciamento da Infraestrutura

Como já destacado anteriormente, a renovação dos ativos precisa fazer parte dos projetos de melhorias operacionais dos Sistemas de Abastecimento de Água. O Gerenciamento da infraestrutura de forma correta e direcionada contribuirá significativamente para a diminuição de futuros problemas relacionados a

vazamentos, por exemplo. Apesar de ter ocorrido uma diminuição no número de ampliações e padronização na rede de distribuição, analisando de um período para outro, mesmo assim houve um impacto significativo nos indicadores de eficiência.

**Figura 12 – Quantidade de Rede de Distribuição Executada**

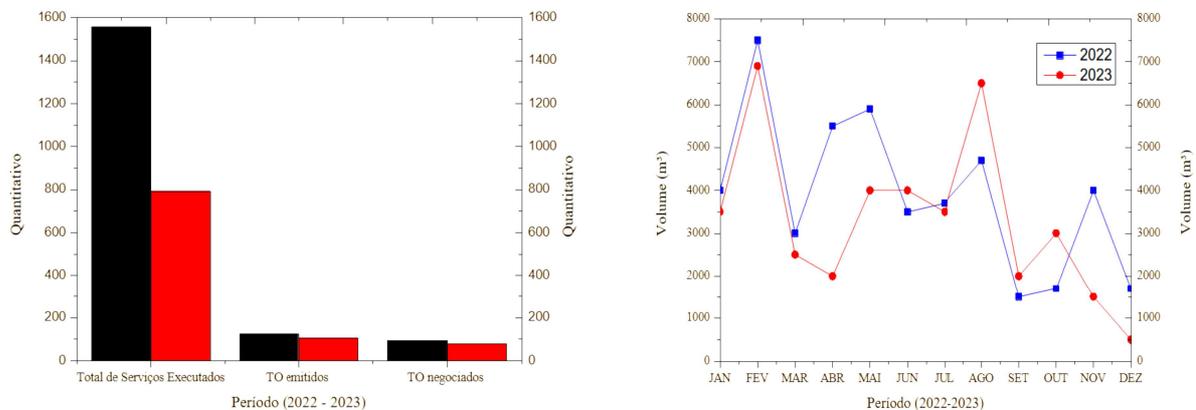


Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

### 3.7 Técnicas e medidas de combate às fraudes nas ligações prediais

O combate às fraudes nas ligações prediais das concessionárias e empresas de saneamento são uns dos grandes desafios a serem superados. Intervenções nas ligações, ramais ou rede de distribuição são a autorização prévia das empresas, pode-se caracterizar uma fraude, cabendo a empresa aplicar as devidas sanções legais, com segurança jurídica e amparo legal. Assim, analisando os dados gerados no período em questão, 2022 e 2023, pode-se considerar uma atuação exitosa das equipes, pois mesmo em 2023, havendo menos atuação como aplicação de termos de ocorrências e serviços diversos das equipes, também impactou positivamente o indicador. Ao lado tem-se o volume recuperado, mantendo-se com uma tendência semelhante de um ano para outro.

**Figura 13 – Resultados de Combate às Fraudes**



Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024



### 3.10 Engajamento dos colaboradores através de treinamentos e capacitações

Diante das constantes mudanças e melhorias operacionais que são necessários para manter o bom funcionamento dos Sistemas de Abastecimento de Água, também é de fundamental importância investimentos da qualificação da mão de obra. Os recursos humanos é a principal força motriz que impulsiona e faz funcionar toda uma estrutura complexa, para que assim cada cidadão consiga abrir sua torneira e desfrutar de uma água de qualidade.

Araújo (2006, p. 92) diz “Note que treinamento e desenvolvimento, podem enfatizar tanto a tarefa quanto a pessoa que vai executá-la, buscando um aprendizado ou aprimoramento como resultado final”. Chiavenato (2010, p. 367) complementa afirmando essa afirmação que “Ambos, treinamento e desenvolvimento constituem processo de aprendizagem”

No ano de 2022 não houve capacitações e nem treinamentos relacionadas com a temática “Perdas de Água na Distribuição”, tendo somente no ano de 2023, conforme fotos de algumas turmas.

**Figura 16 – Capacitação/Treinamento dos Colaboradores**



Fonte: Acervo pessoal - 2024

**Figura 17 – Capacitação/Treinamento dos Colaboradores**

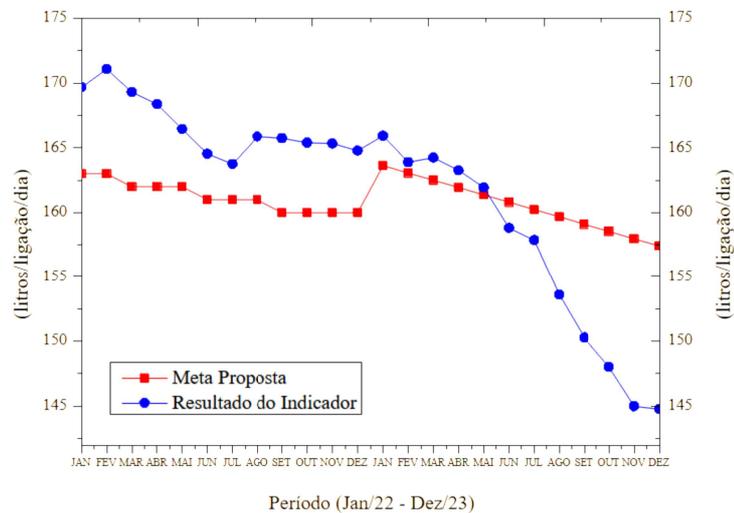


Fonte: Acervo pessoal - 2024

### 3.11 Avaliação Mensal de Resultados

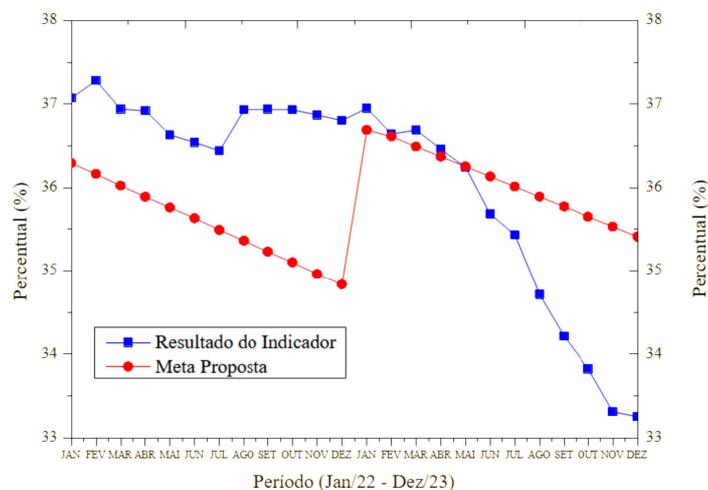
A avaliação mensal de resultado é uma ferramenta de demonstração do empenho das equipes que estão atuando diretamente no combate, controle e gestão de perdas. Explicar a importância do trabalho de cada um e qual o verdadeiro impacto nos indicadores de eficiência, IN051 - Índice de Perdas por Ligação - IPL e IN049 - índice de perdas na distribuição – IPD é de extrema importância. Abaixo estão descritos os resultados alcançado ao longo do período de 2022 a 2023. Uma redução bastante acentuada nos indicadores conforme demonstrado graficamente, resultado de todas as ações realizadas e descritas anteriormente.

**Figura 18 – Resultados IPD (2022 - 2023)**



Fonte: Portal da Transparência do Estado do Ceará - 2024

**Figura 19 – Resultados IPL (2022 - 2023)**



## 5. CONCLUSÃO

Após o estudo realizado sobre as ações de combate, controle e gestão de perdas de água na distribuição, fez-se necessário realizar uma análise crítica dos resultados. Em uma perspectiva de aperfeiçoamento para ações futuras ou até mesmo replicáveis em outras unidades de negócios do estado ou até mesmo do Brasil, sempre observado as suas devidas características e especificidade. As ações elencadas no presente trabalho, faz parte da rotina da operação e manutenção dos colaboradores. A aplicação de técnicas e metodologias de trabalho que visam otimizar o tempo e maximizar os resultados são sempre aplicadas, buscando consequentemente alcanças os melhores resultados possíveis.

- Recomenda-se para os futuros trabalhos, os estudos de implementação de Distritos de Medição e Controle – DMC na rede de distribuição, a setorização contribui de forma significativa para o combate de perdas e gestão dos dados gerados.
- Outro fator importante, dentro dessa perspectiva de aperfeiçoamento dos dados gerados, recomenda-se a implementação de automação mais robusta, além no monitoramento de certos parâmetros necessários, a menor intervenção humana nos equipamentos.
- O uso de inteligência artificial para análise mais rápida das informações geradas.
- A implementação de outros indicadores para medir a eficiência dos processos em outras perspectivas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de Água*. 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643p
2. Resolução da Assembleia Geral da ONU A/RES/64/292. Julho de 2010.
3. ABNT – Associação Brasileira de Norma Técnicas. *Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – NBR 12218*. Rio de Janeiro. 29/08/1994. 4p.
4. PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.
5. FURUSAWA, Rubens Tadashi. *Contribuição ao dimensionamento de rede de distribuição de água por critério de custo global*. 2011. 207 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. GARCEZ, Lucas Nogueira. *Elementos de engenharia hidráulica e sanitária*. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974 356p.
6. S. Li, X. Chen, V.P. Singh, X. Qi, L. Zhang, *Tradeoff for water resources allocation based on updated probabilistic assessment of matching degree between water demand and water availability*, *Sci. Total Environ.* 716(2020) 134923, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134923>
7. BRAGA JR., Benedito P. F. et al. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall. Acesso em: 26 ago. 2023. , 2002.
8. Resolução ARCE nº 130/10. Fortaleza, 2023. Disponível em: <<http://www.arce.ce.gov.br/index.php/legislacao/category/11-resolucoes?start=60>>. Acesso em: 30 set. 2023.
9. ARAÚJO, Luis César G. De. *Gestão de Pessoas*. São Paulo: Atlas, 2006
10. CHIAVENATO, Idalberto. *Gestão de Pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações*: 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
11. ASSMANN, Hugo. *Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.
12. FREITAS, et al. *A percepção dos colaboradores de uma unidade de negócio nas ações desenvolvidas e conceitos relacionados ao combate, controle e gestão de perdas*. Revista SANEAS, Ano XII, edição 81, Julho a Setembro de 2022.

13. BRITO, Sônia Christo Aleixo. LOPES, Talisson de Sousa. *IMPORTÂNCIA DO ENSINO TÉCNICO PROFISSIONAL PARA O MERCADO DE TRABALHO. ESTUDO DE CASO DA E.E PADRE MENEZES EM LAGOA SANTA/MG*. Conedu. VII Congresso Nacional de Educação. Maceio – Alagoas.