RESULTADOS DA AÇÃO DE PESQUISA DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS PARA O PROGRAMA DE CONTROLE DE PERDAS

Sabrina Rodrigues Coelho [1]
Tecnológa em Saneamento Ambiental pela Universidade Estadual de Campinas
Engenheira Ambiental pela Universidade São Marcos
Engenheira da Coordenadoria de Controle de Parâmetros Hidráulicos e Análise de Perdas – TFP / SANASA

Endereço[1]: Av. Jesuíno Marcondes Machado, 930, Nova Campinas - Campinas – São Paulo - CEP: 13092-108 - País - Tel: +55 (19) 3735-6407 - Cel: +55 (19) 98455-0887 - e-mail: sabrina.cruz@sanasa.com.br.

RESUMO

Em 1994, a SANASA lançou o Programa de Controle e Combate às Perdas de Água, criando a Gerência de Controle de Perdas e Sistemas dentro da Diretoria Técnica, com orçamento próprio. Este departamento é responsável por controlar e combater perdas reais e aparentes de água, implementando ações contínuas e investindo em novas tecnologias, treinamento de equipes e procedimentos padronizados.

Guiada pelo Plano Diretor e Plano de Ação de Controle de Perdas, a gerência realiza diagnósticos constantes e análises de desempenho do sistema de distribuição de água para priorizar ações e direcionar investimentos. A pesquisa de vazamentos não visíveis é uma ação direta para reduzir perdas físicas.

Os vazamentos representam uma parte significativa das perdas físicas, impactando custos de produção e operação, faturamento, segurança hídrica, e causando danos ao patrimônio. Desde 2017, a análise dos resultados da pesquisa de vazamentos não visíveis mostra que, entre 2017 e 2023, foram evitados 3,4 milhões de m³ de desperdício de água potável, economizando R$ 16 milhões.

PALAVRAS-CHAVE: Pesquisa de vazamento, Perda Física, Controle de Perdas.

INTRODUÇÃO

As perdas de água ocorrem em diversos componentes de um sistema de abastecimento. As perdas que ocorrem entre a captação e a estação de tratamento de água (ETA) são chamadas de perdas na produção, e desta até a entrega para o consumidor, denominada perdas na distribuição. De acordo com o local em que ocorrem, diversas atividades específicas são adequadas para seu controle e redução. No entanto, é fundamental que se tenha um conhecimento do impacto de cada perda no contexto geral, para possibilitar a priorização da realização das atividades. (Guias práticos, 2007). Conceitualmente existem dois tipos de perdas:

a) Perdas reais (perdas físicas) – toda água que vaza no sistema, não chegando às instalações dos usuários, são decorrentes de rompimentos em adutoras, subadutora, redes, ramais e conexões e às trincas estruturais e fissuras nas impermeabilizações de reservatórios. (Guias práticos, 2007).

b) Perdas aparentes (perdas não físicas) – toda água que não é medida ou que tenha o seu uso indefinido, estão relacionadas às ligações clandestinas e/ou irregularidades, fraudes nos hidrômetros, erros de micromedição e macromedição, política tarifária, erro cadastral (desatualização do cadastro, inatividade em ligação ativa, ligação não cadastrada por equívoco), erro de leitura, etc. (Guias práticos, 2007).

Em 1994, a SANASA iniciou o Programa de Controle e Combate às Perdas de Água, instituindo a Gerência de Controle de Perdas e Sistemas, oficializada na Diretoria Técnica, com dotação orçamentária própria e responsável pelo controle e/ou combate às perdas reais e aparentes, através de ações implantadas de forma permanente e com melhoria contínua (SANASA, 2024).

O processo de análise, redução e controle de perdas do sistema de abastecimento no município de Campinas/SP visa à melhoria da eficiência do sistema, resultando em redução dos custos operacionais por perda de água, redução das manutenções corretivas, de gastos desnecessários com energia elétrica e produtos químicos, além de melhorar o relacionamento com o usuário final. A SANASA ainda garante a demanda projetada; atende ao limite da vazão outorgada; permite o crescimento vegetativo e econômico; posterga grandes obras e recupera faturamento, permitindo tarifas mais ajustadas à realidade socioeconômica. (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017).

A Gerência de Controle de Perdas e Sistemas, norteada pelo Plano Diretor e Plano de Ação de Controle de Perdas em consonância com as Diretrizes estratégicas da SANASA, com o PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico Municipal, e com o Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ, realiza perenemente diagnósticos e análises de desempenho do sistema de distribuição de água a fim de priorizar ações e direcionar investimentos.

A universalização do saneamento é uma meta a ser cumprida pelos prestadores de serviços no setor, tanto no compromisso de políticas internacionais, quanto no atendimento do novo marco do saneamento (Lei 14.026/2020). Ao relacioná-la à questão do abastecimento de água potável, o combate a desperdícios é um desafio estrutural, condicionado à melhoria da qualidade e o nível de eficiência e eficácia das ações.

Mesmo antes da universalização ser preconizada, a questão de perdas no Brasil apresenta grande fragilidade no sistema, revelando um Índice de Perdas na Distribuição (IPD – IN049) de 37,78% (Média Nacional - SNIS, 2022).

Um Programa de redução e controle de perdas é indispensável, devendo ser promovido de forma permanente e contínua para que a prestação de serviços seja qualificada e contribua com a sustentabilidade do avanço da meta.

A ocorrência de vazamentos e extravasamentos, caracterizada pelas perdas físicas do sistema, configura- se como um fator de risco e impacto significativo nos custos de produção e operação, vulnerabilidade na segurança e disponibilidade da água distribuída, danos ao patrimônio (público/privado), além de refletir na imagem da empresa perante a comunidade.

A presente inciativa compartilha procedimentos adotados para detecção e combate dos vazamentos não visíveis, desenvolvidos dentre um conjunto de ações destinadas ao Programa de Controle e Combate às Perdas da SANASA, que tem como meta do Índice de Perdas estabelecido no Plano Municipal de Saneamento Básico de Campinas o alcance de 18% de 2029 a 2033.

De maneira geral os benefícios da ação de pesquisa de vazamentos não visíveis podem ser resumidos em:

Redução de Perdas Físicas: A identificação e reparo de vazamentos não visíveis contribuem diretamente para a redução das perdas físicas no sistema de distribuição, aumentando a eficiência do uso da água captada e tratada.

Economia de Recursos: A redução das perdas físicas resulta em economia de recursos financeiros, já que menos água é desperdiçada, diminuindo os custos operacionais com captação, tratamento e distribuição.

Aumento da Disponibilidade de Água: Ao minimizar as perdas, mais água tratada está disponível para a população, melhorando a segurança hídrica e a confiabilidade do sistema de abastecimento.

Conservação Ambiental: Reduzir as perdas de água contribui para a conservação dos recursos hídricos, essencial em regiões com escassez de água e em contextos de mudanças climáticas.

Melhoria na Qualidade do Serviço: A eficiência no controle de perdas e a rápida detecção de vazamentos aumentam a confiança dos consumidores na empresa de saneamento, melhorando a imagem institucional e o relacionamento com os usuários.

Cumprimento de Metas Regulatórias e Sustentáveis: A pesquisa e controle de vazamentos não visíveis são essenciais para cumprir metas regulatórias, como o novo marco do saneamento (Lei 14.026/2020), e para avançar nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, que visa garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. (Organização das Nações Unidas, 2024)

A SANASA, situada em um território com criticidade hídrica, vê na pesquisa de vazamentos não visíveis uma ação estratégica para melhorar a eficiência do sistema de água, garantindo um abastecimento ininterrupto para a população. Este projeto não apenas atende às demandas imediatas de redução de perdas, mas também contribui significativamente para a sustentabilidade a longo prazo do sistema de abastecimento, alinhando-se com as metas da Agenda 2030 da ONU.

Por fim, a importância deste trabalho se reflete na necessidade de compartilhar conhecimentos e práticas bem-sucedidas que possam ser replicadas em outros contextos, contribuindo para um uso mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar a gestão e os resultados da ação de pesquisa de vazamentos não visíveis, atividade mantida de forma permanente e com melhoria contínua, com contribuição direta no combate às perdas reais provocadas por vazamentos de redes e ramais. Destacando desde a setorização do município, a seleção das áreas a serem pesquisadas através de análise de indicadores, a realização da pesquisa com equipamentos acústicos e mão de obra qualificada e a análise dos resultados da ação contribuindo para o desempenho técnico da gestão das perdas de água e ampliando as possibilidades de equilíbrio entre custo operacional e faturamento.

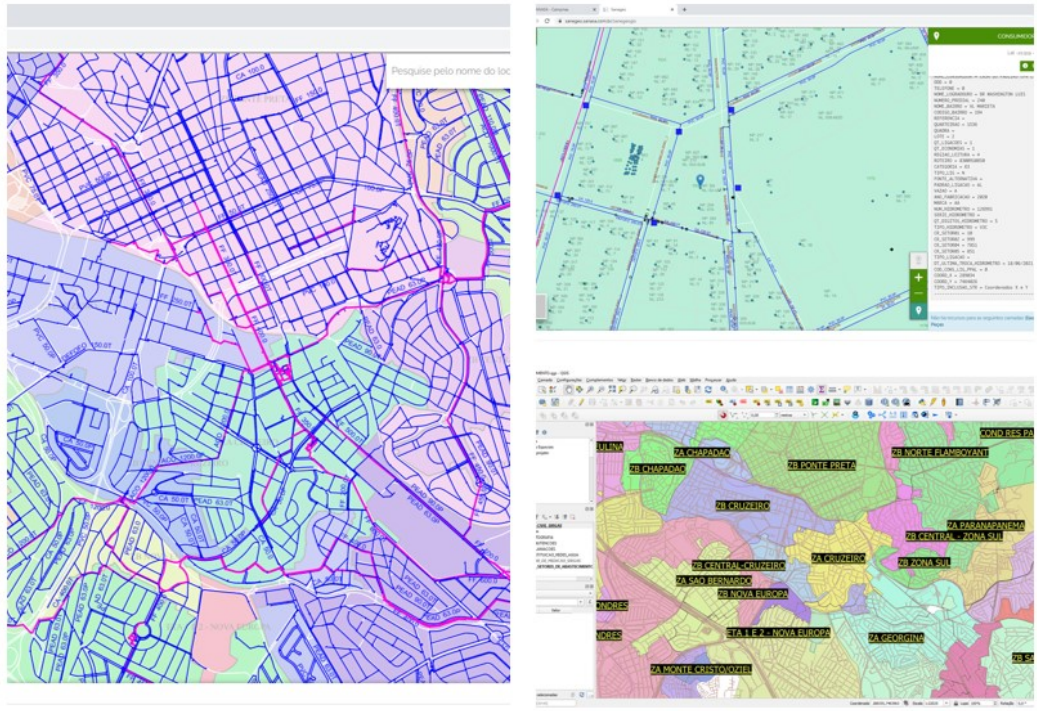
METODOLOGIA UTILIZADA

O município de Campinas está subdividido em 305 setores de medição, representando mais de 50% da malha de abastecimento de água. O restante do território é dividido em 199 setores de pesquisa para auxiliar na delimitação das áreas a serem investigadas quanto a vazamentos.

Para a realização da ação de pesquisa de vazamentos não visíveis são necessários alguns recursos básicos como:

✓ Cadastro técnico atualizado, conforme figura 1.

Figura 1 – Redes de distribuição do Sistema de Abastecimento



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

✓ Viaturas, equipamentos e softwares adequados, conforme figura 2.

Figura 2 – Equipamentos acústicos e viaturas



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

✓ Materiais com estoque e armazenamento recomendados, conforme figura 3;

Figura 3 – Almoxarifado da Coordenadoria de Controle de Parâmetros Hidráulicos e Análise de Perdas



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

✓ Equipes próprias e/ou terceirizadas treinadas e comprometidas, conforme figura 4;

Figura 4 – Equipes localizando e marcando vazamento



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

- ✓ Serviços de apoio dos distritos de manutenção e operação de redes, conforme figura 5

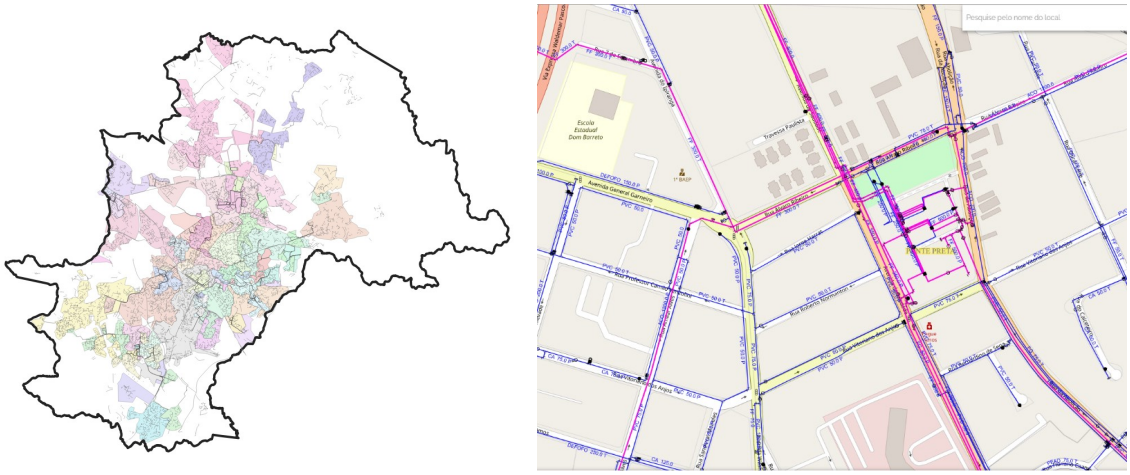
Figura 5 – Equipes realizando reparos



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

- ✓ Sistema de informação geográfica (SIG), conforme figura 6

Figura 6 – Plataforma de cadastro técnico desktop e web



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

A abordadgem do trabalho é realizado em duas frentes principais:

Pesquisa Passiva é realizada quando outro setor solicita apoio para localizar um vazamento já identificado que está causando problemas, como baixa pressão ou falta da água.

Pesquisa Ativa seleciona áreas com e sem controle, baseando-se em variáveis que indicam possíveis vazamentos não visíveis.

Áreas sem controles (Setores de Pesquisa) são selecionados com base em:

- Histórico de rompimentos
- Idade e composição dos materiais da rede
- Problemas técnicos /operacionais
- Data da última pesquisa realizada

Áreas com controle (Setores de Medição) são selecionados por indicadores como:

- Fator de Pesquisa
- Vazão mínima noturna
- Indicador de perdas

O processo de pesquisa de vazamentos não visíveis segue a seguinte trajetória:

- Identificação e Priorização: Análise de setores indicando possíveis vazamentos com base em histórico de rompimentos, vazão mínima noturna, fator de pesquisa, idade e características dos materiais da rede, indicador de perdas e problemas técnicos/operacionais.
- Realização de histograma: Realizado de preferência antes e após os reparos dos vazamentos localizados, analisando a vazão, pressões, fator de pesquisa e vazão mínima noturna;
- Reconhecimento de Campo: Com o cadastro técnico georreferenciado em mãos (informações de posicionamento, diâmetro e material) da área a ser pesquisada, a equipe de campo faz reconhecimento da área, verificando os tampões de galeria, esgoto, registros de separação, afundamentos no asfalto, suspeitas de irregularidades e qualquer outro aspecto disfuncional;
- Relato de Disfuncionalidades: Funcionários de escritório dão prosseguimento às disfuncionalidades relatadas pela equipe de campo.
- Varredura Inicial: Utilização de equipamentos tradicionais, como haste de escuta e geofones, para localizar vazamentos.
- Demarcação e Ordem de Serviço: Vazamentos localizados são demarcados e geradas as respectivas ordens de serviço (OS).
- Equipamentos Avançados: Em caso de vazamentos localizados insuficientes para redução das perdas no setor, utilização de equipamentos mais robustos como sensores armazenadores de ruídos e correlacionadores para identificação de vazamentos.
- Documentação no SIG: Locais das instalações dos sensores armazenadores de ruídos e correlacionadores são apontados na plataforma SIG.
- Acompanhamento e Avaliação de Resultados: Acompanhamento do prazo de execução do serviço O acompanhamento do prazo da execução do serviço e avaliação dos resultados da pesquisa de vazamentos em setores com monitoramento de vazão por meio de software de *Business Intelligence* (BI), transformando dados em informações coerentes e interativas.

Ao longo dos anos o processo passou por melhorias e inovações. Antes da utilização de equipamentos acústicos, é realizada uma verificação dos registros de separação dos setores para evitar mistura e facilitar a análise de perdas. Foi implementada uma peça chamada triângulo de bloqueio nos registros de separação, restringindo o acesso às chaves aos setores responsáveis, prevenindo a mistura e m áreas já setorizadas.

A atividade de monitoramento e controle de perdas pertencia a uma coordenadoria, enquanto as equipes de pesquisa de vazamento estavam sob a responsabilidade de outra dentro da mesma gerência. Essa divisão causava uma lacuna de informações e dificultava a avaliação dos resultados das ações.

Em 2017, iniciamos a criação de protocolos que incluíam uma análise detalhada dos setores com perdas elevadas, principalmente onde os dados indicavam vazamentos não visíveis. A gestão dos protocolos de pesquisa de vazamento permitiu mensurar os resultados obtidos e manter sob controle o nível de perdas nos setores de medição.

Em 2022, remodelamos as coordenadorias da gerência. A atividade de monitoramento e controle de perdas foi integrada à coordenadoria responsável pela pesquisa de vazamentos não visíveis. Essa mudança reduziu a burocracia, melhorou a precisão dos apontamentos de resultados e agilizou o processo de difusão das informações necessárias ao equilíbrio do sistema de controle de perdas.

Além disso, em 2022, iniciamos a gestão das ações e resultados da pesquisa de vazamentos em uma plataforma de *Business Intelligence*. Isso permitiu a transformação de dados em informações coerentes e abrangentes, integrando dados de bancos de dados e plataformas SIG, melhorando ainda mais nossa capacidade de gerenciar e controlar perdas.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados apresentados referem-se às áreas com medição (Setores de Medição) desde o início do projeto em 2017 até o ano de 2023. Durante este período, foram realizadas 178 pesquisas em setores de medição, distribuídas anualmente conforme figura 7 a seguir.

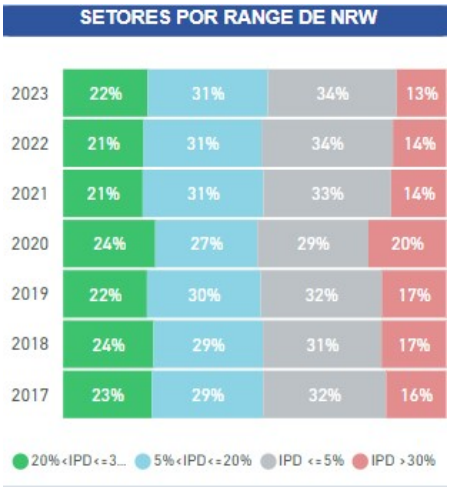
Figura 7 – Distribuição anual das áreas de controle pesquisadas



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

É importante destacar que, devido à pandemia, em 2020 houve uma redução significativa no número de pesquisas ativas. Esta redução foi atribuída à priorização da pesquisa de vazamento passiva, devido à implementação de escalas para os funcionários do setor. O impacto dessa redução nas pesquisas ativas é claramente observado na Figura 8, que mostra um aumento na porcentagem de setores de medição com perdas acima de 30%. No entanto é importante ressaltar que as perdas em setores com mais de 30% não são atribuídas exclusivamente a vazamentos, mas também a outros problemas, como irregularidades, setorização inadequada e obras em andamento.

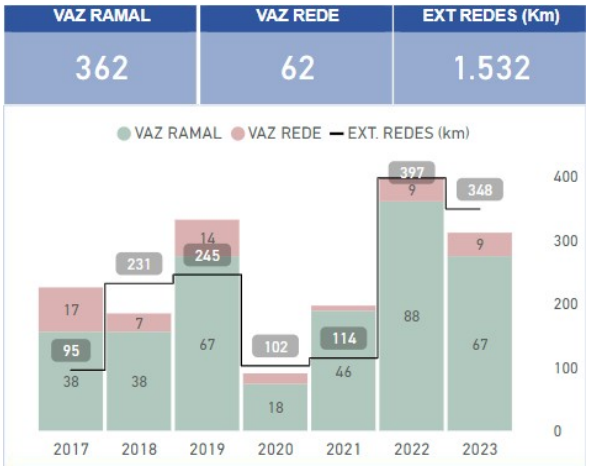
Figura 8 – Setores por range de perdas



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

Das 178 áreas pesquisadas, foram localizados 362 vazamentos em ramais e 62 vazamentos em redes, abrangendo mais de 1.500 quilômetros de rede, conforme figura 9.

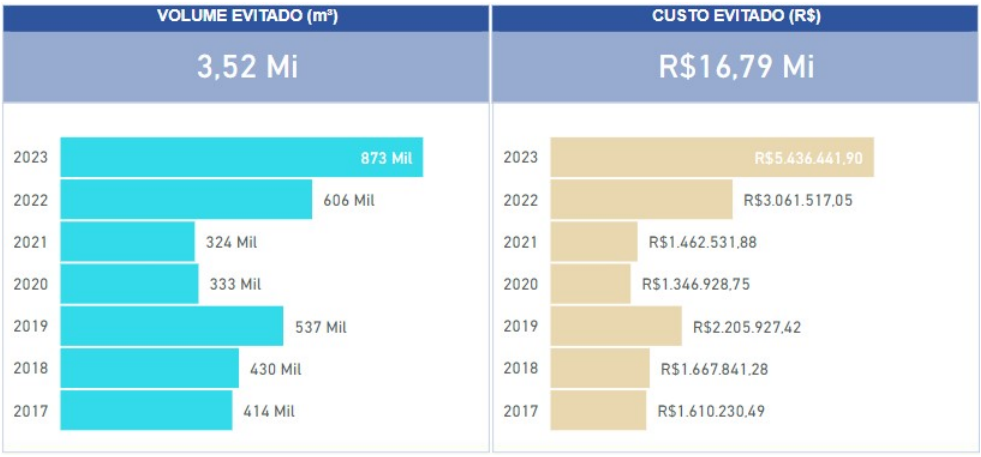
Figura 9 – Vazamentos e extensões de rede pesquisadas



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

Para cada área, foi calculado o volume de água e o custo evitado, com base na média do volume perdido antes e após o reparo dos vazamentos. De 2017 até 2023, evitou-se a perda de 3,52 milhões de m³ de água, resultando em uma economia de 16,79 milhões de reais., conforme detalhado na figura 10 seguir.

Figura 10 – Volume e Custo evitados



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

A tabela a seguir, figura 11, apresenta o impacto dessas ações nas perdas ao longo dos anos. O cálculo do custo evitado baseou-se no valor do custo operacional do serviço de água do ano analisado e no volume evitado apenas para o ano da ação.

Tabela 11 – Impacto no indicador de perdas

Ano	Volume evitado anual (m³)	% em relação ao volume perdido total	IPD (%) (IN049 SNIS)	Variação | impacto no IPD (p.p)	IPD (%) Simulado	Custo evitado anual em R$	
2017	413.941	2,0	20,91	0,33	21,24	R$	1.610.230,49
2018	429.856	2,1	20,79	0,34	21,13	R$	1.646.348,48
2019	536.722	2,5	20,70	0,4	21,10	R$	2.189.825,76
2020	332.575	1,5	21,50	0,25	21,75	R$	1.333.625,75
2021	323.569	1,6	20,57	0,25	20,82	R$	1.462.531,88
2022	606.241	3,0	20,19	0,48	20,67	R$	3.061.517,05
2023	805.344	3,9	20,42	0,63	21,05	R$	5.017.293,12

Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

Além disso, uma análise da relação entre o investimento no contrato de pesquisa de vazamentos de uma equipe terceirizada e os benefícios econômicos obtidos pela detecção precoce desses vazamentos foi realizada. O contrato estabelecido com uma equipe terceirizada para realizar a pesquisa de vazamentos não visíveis em uma rede de distribuição de água de 1.250 km com valor acordado para esse serviço de R$ 248 mil. Comparando o custo do contrato com a economia gerada pela redução das perdas, foi calculado um retorno sobre o investimento (ROI) de aproximadamente 55,25%, conforme cálculos apresentados a seguir.

1. Custo por quilômetro de rede analisada:

Contrato: R$ 248.750,00 para 1250 km

Custo por km: R$ 248.750,00 / 1250 km = R$ 199 por km

2. Economia gerada por quilômetro de rede analisada:

Economia total: R$ 16,79 milhões para 1500 km

Economia por km: R$ 16,79 milhões / 1500 km = R$ 11.26 mil por km

3. Comparação entre custo e economia:

Investimento para 1500 km: 1500 km * R$ 199 por km = R$ 298,5 mil

Economia gerada: R$ 16,79 milhões

4. Retorno sobre o investimento (ROI):

ROI = (Economia gerada - Investimento) / Investimento

ROI = (R$ 16,79 milhões - R$ 298,5 mil) / R$ 298,5 mil

ROI ≈ 55,25

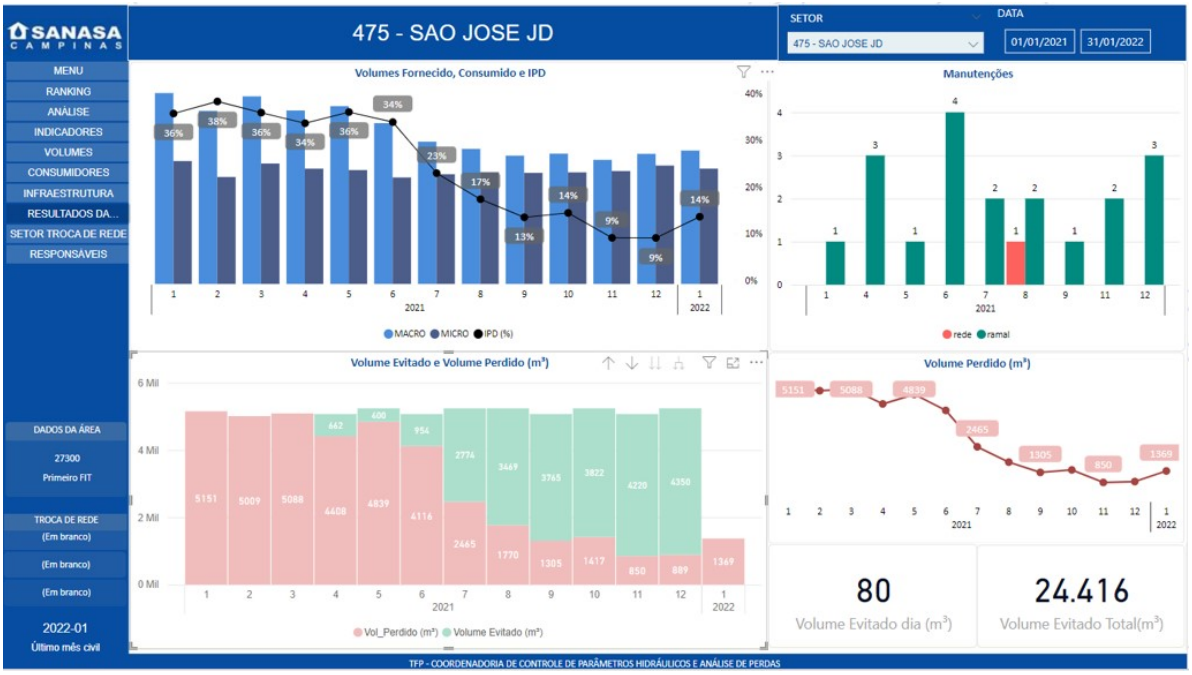
Resultados de casos de setores de medição:

Setor de Medição São José

Este setor apresentou um aumento nas perdas, com índices acima de 30%. Após a realização da pesquisa de vazamentos em abril, foram localizados inicialmente alguns vazamentos em ramais. A continuidade da pesquisa resultou na localização de 4 vazamentos em ramais em junho e um vazamento na rede, além de 2 em ramais, em agosto. Isso levou a uma redução significativa no volume perdido, retornando a um nível aceitável de perdas. Ocorreram outros vazamentos que afloraram ao longo do ano, mas esses não tiveram impactos significativos nas perdas do setor.

No período anterior à pesquisa, a média de volume perdido era de 5 mil m³ por mês, reduzindo para pouco mais de mil m³ por mês após a pesquisa, no ano as ações nesse setor evitaram o desperdício de mais de 24 mil m³. Este cálculo considera apenas o ano em que o processo de pesquisa foi realizado. Os resultados podem ser verificados na figura 11, extraída do relatório de *Business Intelligence.*

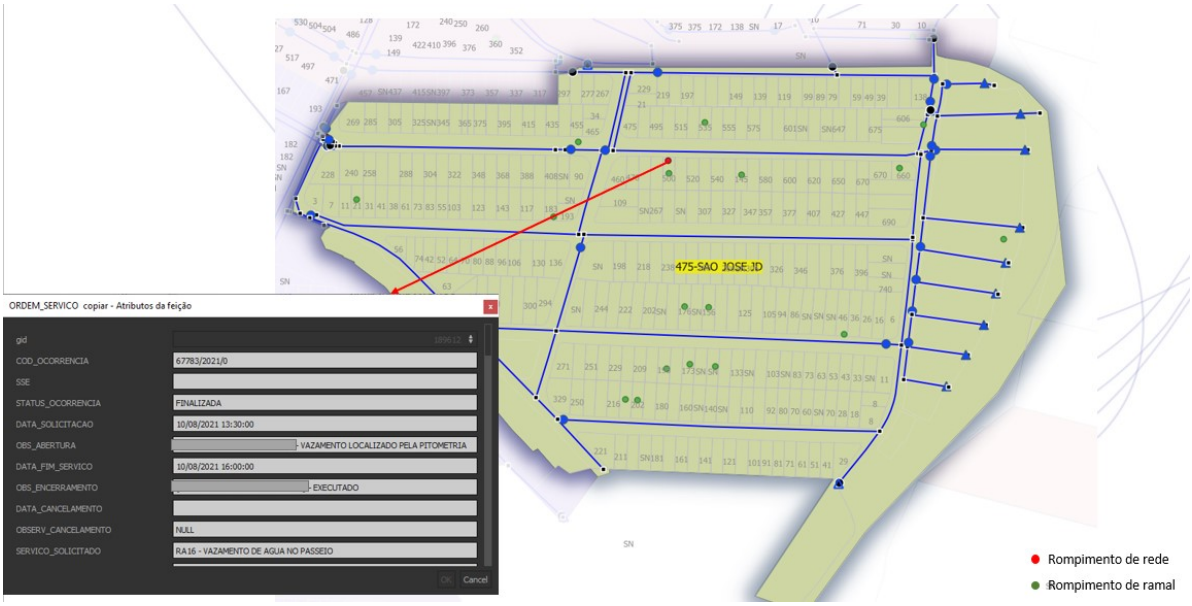
Figura 11 – Resultados da ação de pesquisa no setor São José



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

Georreferenciamos os vazamentos em plataforma SIG, conforme figura 12 a seguir, com as informações relevantes, como podemos ver para o vazamento de rede localizado.

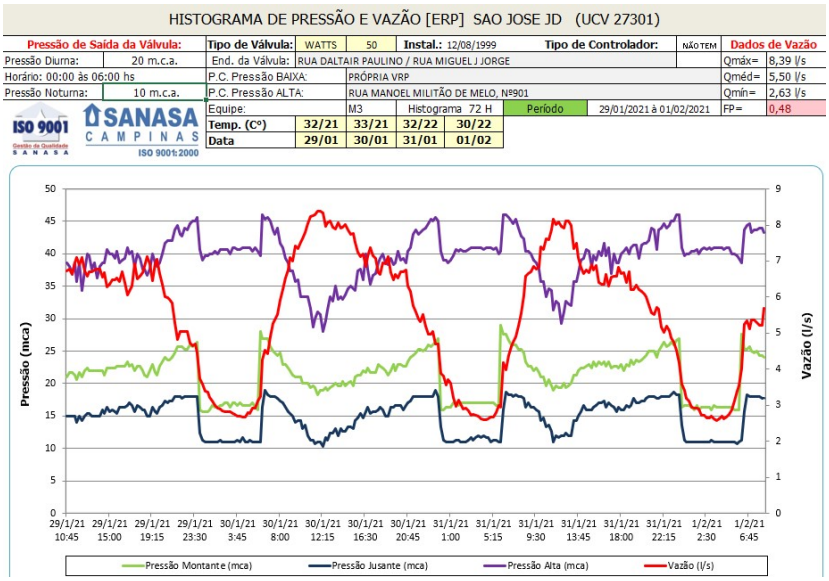
Figura 12 – Manutenções georreferenciadas em plataforma SIG



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

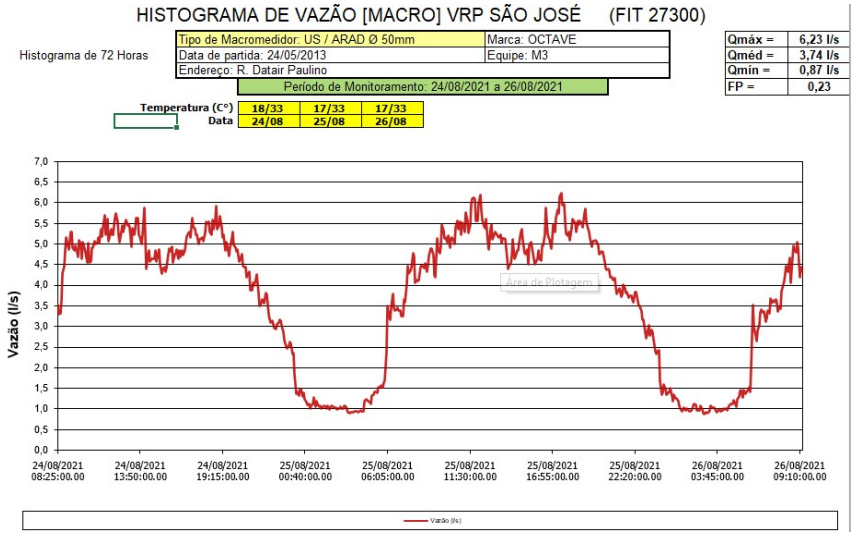
De acordo com os histogramas apresentados nas figuras a seguir, antes da intervenção, figura 13, o FP era de 0,48 e a Vazão Mínima Noturna (VMN) era de 2,63 l/s. Após a pesquisa, figura 14, o FP caiu para 0,23 e a VMN para 0,87 l/s, evidenciando o impacto positivo das ações realizadas.

Figura 12 – Histograma vazão e pressão antes da pesquisa de vazamento



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

Figura 14 – Histograma vazão e pressão após a pesquisa de vazamento

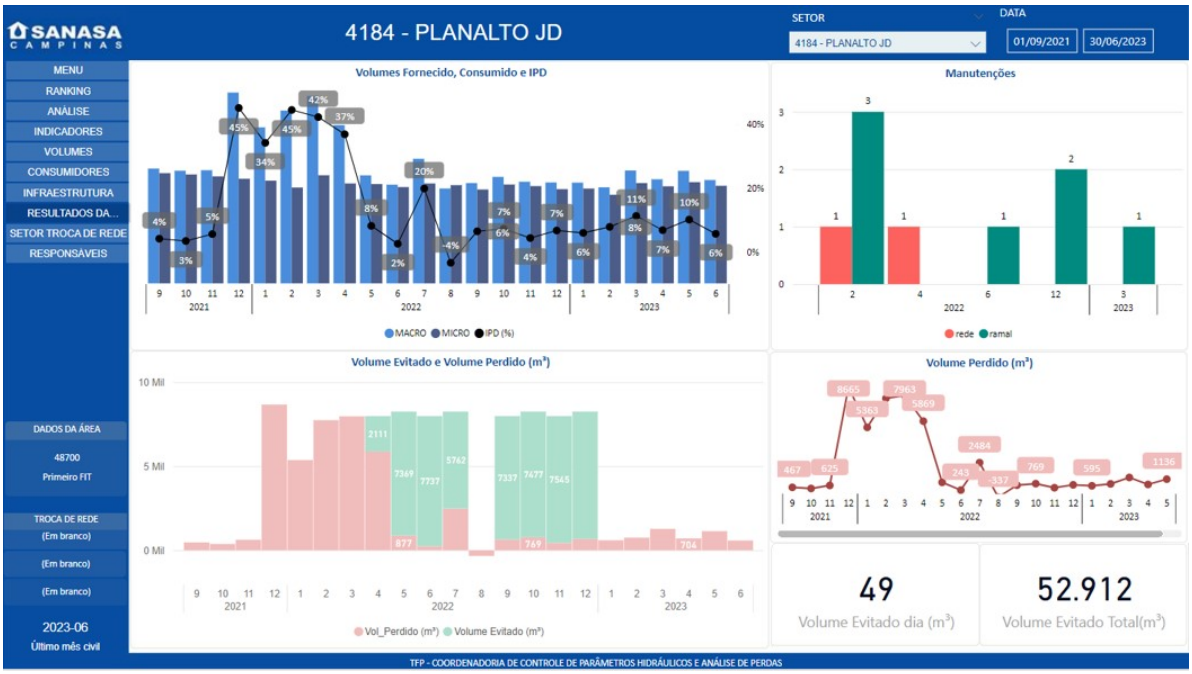


Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

Setor de Medição Jardim Planalto

Apesar de ter passado por troca de redes em 2015, possuir toda a malha de rede em PEAD soldado, hidrômetros volumétricos e perdas históricas menores que 10%, este setor apresentou um aumento inesperado de perdas no final de 2021. Por conta de as redes serem em PEAD, houve dificuldades na localização dos vazamentos, devido à menor propagação de ruído. Em fevereiro, foram localizados um vazamento na rede e um em ramal, mas os resultados esperados só foram atingidos após a localização de um vazamento de rede em abril. Os resultados podem ser verificados na figura 15, extraída do relatório de *Business Intelligence.*

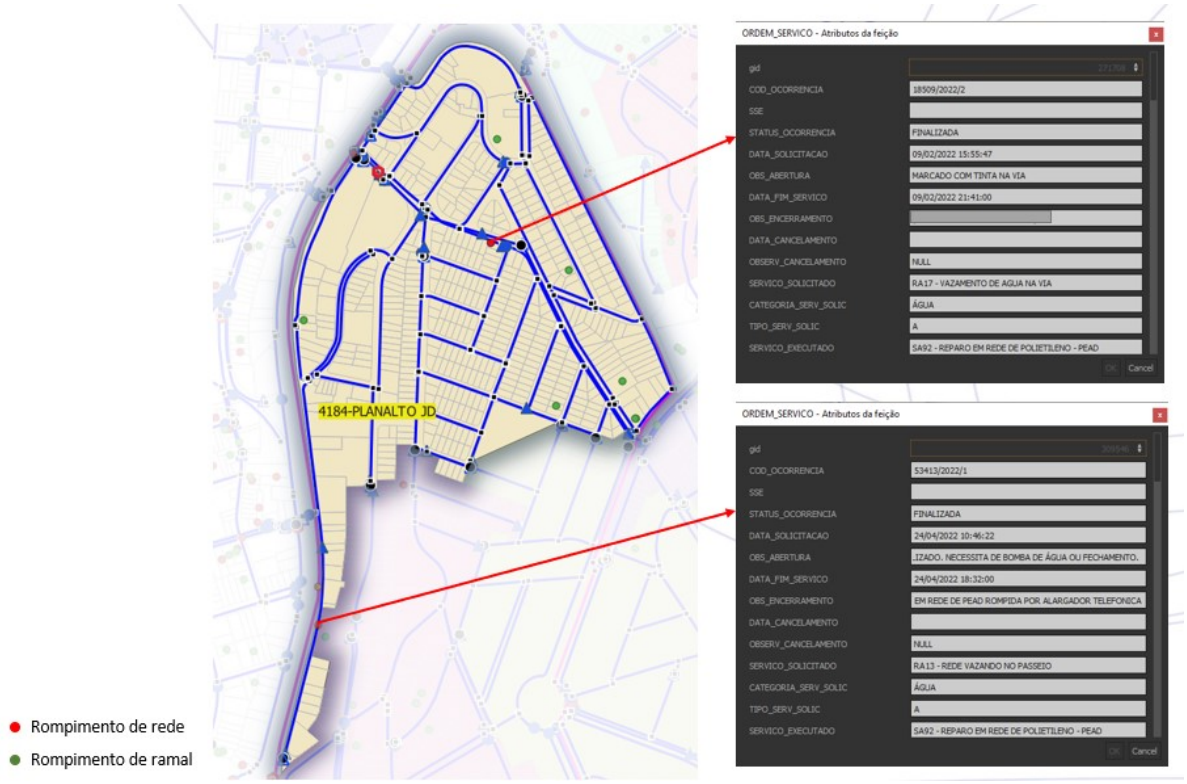
Tabela 15 – Resultados da ação de pesquisa no setor Jardim Planalto



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

O mapa a seguir mostra a localização dos vazamentos identificados em fevereiro e abril, conforme figura 16 a seguir, demonstrando a eficácia das ações realizadas.

Figura 16 – Manutenções georreferenciadas em plataforma SIG



Fonte: elaboração própria a partir de dados internos (SANASA, 2024).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise e discussão dos resultados obtidos das pesquisas de vazamento revelam valiosas percepções sobre a eficácia dessa ação ao longo do período estudado. Um dos pontos mais evidentes é a redução significativa das perdas de água ao longo dos anos, demonstrando o impacto positivo das ações implementadas. Desde o início do projeto em 2017 até 2023, foi possível evitar a perda de 3,52 milhões de metros cúbicos de água, o que não apenas representa uma economia financeira substancial, mas também contribui para a conservação dos recursos hídricos, especialmente em regiões onde a disponibilidade de água é limitada.

Um aspecto relevante a ser considerado é o impacto da pandemia de 2020 no andamento das pesquisas de vazamento. A redução significativa no número de pesquisas ativas durante esse período resultou em uma proporção maior de setores de medição com perdas acima de 30%. Isso ressalta a importância de a ação ser mantida de forma permanente e com melhoria contínua continuidade, mesmo em circunstâncias adversas, para garantir a eficácia na gestão dos recursos hídricos.

Os exemplos de setores monitorados fornecem insights adicionais sobre a eficiência da ação realizada após o reparo dos vazamentos. Em ambos os casos apresentados, a localização e o reparo dos vazamentos resultaram em reduções significativas no volume de água perdida. Esses resultados destacam a importância de uma resposta rápida e precisa aos vazamentos identificados, visando minimizar as perdas e otimizar o desempenho do sistema de distribuição de água.

Além disso, a análise econômica dos custos e benefícios das pesquisas de vazamento revela um retorno sobre o investimento significativo. O custo por quilômetro de rede analisada foi relativamente baixo em comparação com a

economia gerada pela redução das perdas de água. O retorno sobre o investimento (ROI) aproximado de 55,25 destaca a viabilidade econômica desses programas, evidenciando que o investimento em pesquisa de vazamento pode resultar em economias substanciais a longo prazo, além de justificar a ampliação dessa ação.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A pesquisa de vazamentos não visíveis desempenha um papel crucial na redução das perdas de água e na garantia da disponibilidade de abastecimento para consumo humano. Vazamentos de água potável representam um custo significativo para as empresas de abastecimento, que precisam produzir mais água para compensar essas perdas e atender à demanda. A redução desses vazamentos resulta em economias consideráveis, incluindo menor uso de produtos químicos, redução no consumo de energia elétrica e menos necessidade de investimentos em infraestrutura.

Mesmo com técnicas tradicionais de localização de vazamentos não visíveis, o trabalho demonstrou resultados expressivos na redução das perdas físicas. No entanto, investir em metodologias e tecnologias avançadas, como sensores modernos e sistemas de monitoramento contínuo, proporcionaria maior agilidade e precisão na detecção de vazamentos. A utilização de equipes especializadas e certificadas também garante a qualidade das intervenções.

Apesar da necessidade de investimentos em novas tecnologias, é importante destacar que, mesmo sem condições ideais, as empresas podem adotar uma postura proativa em relação aos vazamentos não visíveis. A gestão de dados com o uso de plataformas de *Business Intelligence*, facilita a análise e a priorização das áreas a serem pesquisadas, bem como a quantificação dos resultados obtidos.

Em Campinas, por exemplo, essas iniciativas têm contribuído significativamente para a melhoria da gestão dos recursos hídricos. Com base nesses resultados, torna-se imperativo que empresas e instituições invistam em ações de pesquisa de vazamentos não visíveis, buscando sempre tecnologias avançadas para identificar e reparar vazamentos de forma mais eficaz, promovendo a capacitação contínua dos profissionais envolvidos e garantindo uma resposta eficiente.

Governos e entidades reguladoras devem promover políticas e incentivos que encorajem a adoção de tecnologias avançadas de detecção de vazamentos, como subsídios, incentivos fiscais e programas de financiamento. Parcerias entre universidades, centros de pesquisa e a indústria são essenciais para acelerar a inovação e desenvolver novas soluções.

Os resultados das pesquisas de vazamentos destacam a importância dessas iniciativas na gestão eficiente dos recursos hídricos e na redução de perdas de água. Além dos benefícios econômicos diretos, tais ações contribuem para a sustentabilidade ambiental e a segurança hídrica das comunidades atendidas. Manter essas ações de forma contínua, adaptando-se a novos desafios e buscando constantemente melhorias na eficiência e eficácia dos resultados, garante não apenas a eficiência operacional, mas também a sustentabilidade ambiental e econômica a longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Airton S. G. *GUIAS PRÁTICOS: técnicas de operações em sistemas de Abastecimento de água/organização*. Brasília, Ministério das Cidades, SNSA, 2007. 5v.

2. SANASA - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A. 2024. Disponível em http://www.sanasa.com.br. Acesso em maio de 2024.

3. INSTITUTO TRATA BRASIL. *Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil.* São Paulo, março de 2017.

4. INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do Saneamento, 2024.* Disponível em https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/03/Resumo-Executivo-Ranking-do-Saneamento-de-2024-TRATA-BRASIL-GO-ASSOCIADOS.pdf. Acesso em maio de 2024.

5. NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: https://brasil.un.org. Accesso em maio de 2024.