

111 – REDUÇÃO DE CUSTOS EM CONTRATO DE MANUTENÇÃO (GLOBAL) – APLICAÇÃO DE GESTÃO DE DADOS E AÇÕES DE PERDAS EM GUARULHOS

Diego Cuenca Marques ⁽¹⁾

Engenheiro Civil (USJT), especialista em Saneamento Ambiental (Universidade Presbiteriana Mackenzie) e MBA em Gestão de Projetos (USP/ESALQ).

Cristian Gomes Barreto ⁽²⁾

Tecnólogo em Edificações (FATEC) e Técnico em Meio Ambiente (ETEC-SP).

Michel Lucas S. Pereira ⁽³⁾

Engenheiro Civil (UNG) e Técnico de Pesquisa de Vazamento (ABENDI).

Endereço ⁽¹⁾: Rua Impatá, 821, Casa 07 - Vila Ré - São Paulo - SP – 03663-010 - Brasil - Tel: +55 (11) 98173-0418 - e-mail: diego@enorsul.eng.br

RESUMO

A distribuição e o abastecimento de água são prioridades fundamentais para a população, e exige quantidade e qualidade adequadas. Assim, para garantir um sistema de abastecimento eficiente, é imprescindível desenvolver soluções inovadoras para os desafios do saneamento básico no Brasil. Em um cenário de urbanização acelerada, com perdas na distribuição e infraestrutura obsoleta, é necessário adotar abordagens que reduzam custos e intervenções emergenciais. Nesse contexto, o Contrato Global Pimentas, implementado em Guarulhos (SP), propõe uma solução integrada, que inclui a instalação de três válvulas redutoras de pressão de alça e serviços de carteira. O diferencial desse contrato é a aplicação de ferramentas tecnológicas, como, geotecnologias e modelagem hidráulica, para aprimorar o monitoramento e a gestão operacional, visando reduzir vazamentos, diminuir serviços emergenciais, otimizar custos com equipes e reparos. Para tal, aplicou-se uma metodologia de extração, padronização e análise dos dados operacionais oriundos das atividades de campo, complementada por modelagens hidráulicas que validaram intervenções e novas ações. Os resultados evidenciaram ganhos expressivos, com a diminuição de 62,9 vazamentos mensais (5% dos vazamentos totais) e a redução de 73 L/s/mês em perdas, além da implementação de 6,2 km de projetos de rede para melhor gestão e pressão média. O aumento da produtividade e a redução dos reparos geram uma economia anual de R\$127.187,00 ao consórcio, confirmando a eficácia da integração de AutoCad®, WaterCad®, Excel®, QGIS e Power BI® na promoção da eficiência e sustentabilidade dos serviços de saneamento. Esses resultados reforçam a importância da inovação na gestão hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: *Gestão de Perdas, Tecnologia, Redução de Perdas, Manutenção, Gestão de Dados.*

INTRODUÇÃO

No sentido de prover água e tratar efeitos das atividades humanas, está inserido o saneamento, que em seu cerne tem como objetivo prover água potável para consumo, direcionar e tratar rejeitos das atividades humanas, além de manejar as águas pluviais nas áreas urbanas (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2012). Segundo os princípios da Constituição brasileira, o saneamento encontra-se descrito desde seu primeiro artigo, acerca da dignidade da pessoa humana, posteriormente nas tratativas sobre bem-estar, que abarca saúde, alimento e qualidade de vida. Sendo assim a garantia do acesso ao saneamento e a água é vital a população.

Perder água é um fator crítico para o saneamento no contexto de crescimento populacional elevado e redução de recursos hídricos, portanto a gestão de perdas se torna um problema social e ambiental latente, que demanda o uso de ferramentas para ações de mitigação.

Com a premissa de melhoria da gestão e preservação dos recursos hídricos, está inserido o contrato de prestação de serviços de engenharia para atendimento da manutenção e crescimento vegetativo de redes e ligações nos sistemas de distribuição de água e coleta de esgotos, com reposição de pavimentos na área abrangida pelo Polo de Manutenção Pimentas, no município de Guarulhos no estado de São Paulo. É um contrato firmado entre o Consórcio Global Pimentas (Trail, Enorsul e Efficco) e a SABESP.

O escopo do contrato prevê além dos serviços de reparo e extensão de rede, também, serviços relacionados a instalação, operação e monitoramento de controladores em Válvula Redutora de Pressão (VRP) e *dataloggers* de Ponto Crítico (PC); execução de serviços de instalação completa de Válvulas Redutoras de Pressão, para fechamento em alça, com diâmetro de 500mm e 600mm.

O grande diferencial de atuação neste contrato foi o emprego de tecnologias como: geotecnologias, *dashboards* e acompanhamentos, empenhando pessoal técnico e softwares de ponta para elaboração destes estudos, que serão detalhados no decorrer do trabalho (ABRAHÃO, 2020).

Os resultados esperados com esta ação é o direcionamento de obras para locais com maior concentração de vazamentos em água, corroborando para a diminuição das perdas, melhoria no abastecimento da população e aumento de faturamento da companhia. Bem como, eficiência do contrato, assertividade das ações, aumento da produtividade das equipes, melhoria logística da frota e equipes, e monitoramento do sistema.

OBJETIVOS

O estudo que será apresentado teve como foco desenvolver processos para análises do contrato e setores de abastecimento, visando maior eficiência de um contrato de manutenção que contemplava: instalação de três VRPs de alça, realização de serviços de manutenção e crescimento vegetativo, levando em consideração os critérios de qualidade - em observância as normativas e critérios da companhia, além de, obedecer aos prazos previstos contratualmente pela agência reguladora, cujo objetivo final foi:

- Redução dos serviços de campo.
- Assertividade e direcionamento das ações contratuais.
- Redução de custos com as equipes de reparo.

METODOLOGIA APLICADA

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada em consonância com as diretrizes operacionais da SABESP, com foco na otimização dos serviços executados no Contrato Global Pimentas. O processo iniciou-se com o mapeamento do fluxo de informações e dos métodos executivos, por meio de reuniões com gestores da companhia e responsáveis técnicos pelas atividades de campo. Essa etapa permitiu a identificação das principais fontes de dados, como arquivos tabulares em formatos XLS, XLSX e CSV, bases geoespaciais como *shapefiles* e *geopackages*, modelos hidráulicos e desenhos técnicos nos formatos DWG e DXF. A definição das variáveis relevantes e a organização lógica do fluxo informacional foram fundamentais para estruturar as etapas seguintes do trabalho, conforme práticas descritas por Tsutiya em 2006.

A partir desse diagnóstico, os dados foram tratados, padronizados e integrados em um banco de dados relacional robusto, com estrutura compatível com os critérios de consistência e escalabilidade definidos pela norma ABNT NBR 12218 (2017). Esse tratamento incluiu a criação de novos campos analíticos e a unificação de diferentes fontes em uma base coesa, apta a sustentar análises multivariadas e gerar insights operacionais.

Para validar e manipular os dados, utilizou-se inicialmente o AutoCad para verificação espacial da setorização e, em seguida, o *WaterCad* para a realização de simulações hidráulicas e levantamento de parâmetros operacionais, como vazão, pressão e afins, conforme orientações técnicas de Tsutiya em 2006. O Excel, o QGIS e o Power BI foram empregados nas etapas seguintes para estruturar visualizações, apoiar análises estatísticas e representar os resultados por meio de dashboards e mapas temáticos. O uso dessas ferramentas possibilitou uma abordagem integrada, com base nas aplicações e estudos em softwares e ferramentas de geoprocessamento (ABRAHÃO, 2020).

Os dados consolidados foram apresentados à liderança da operação em reuniões técnicas, promovendo a checagem entre os levantamentos e as condições reais de campo. Esse alinhamento estratégico permitiu revisar ações, redefinir prioridades e antecipar soluções para os desafios identificados.

Com base nessas análises, estruturou-se uma estratégia de monitoramento contínuo, fundamentada na atualização sistemática dos indicadores operacionais ao longo do ciclo de vida do contrato. Essa abordagem favoreceu a antecipação de ação em cima dos desafios encontrados, o redirecionamento das equipes e a proposição de ajustes operacionais com base em evidências concretas. A lógica que sustenta essa metodologia está representada na Figura 1, que apresenta o fluxograma analítico das etapas de entrada, tratamento e saída de dados utilizados para tomada de decisão no contrato.

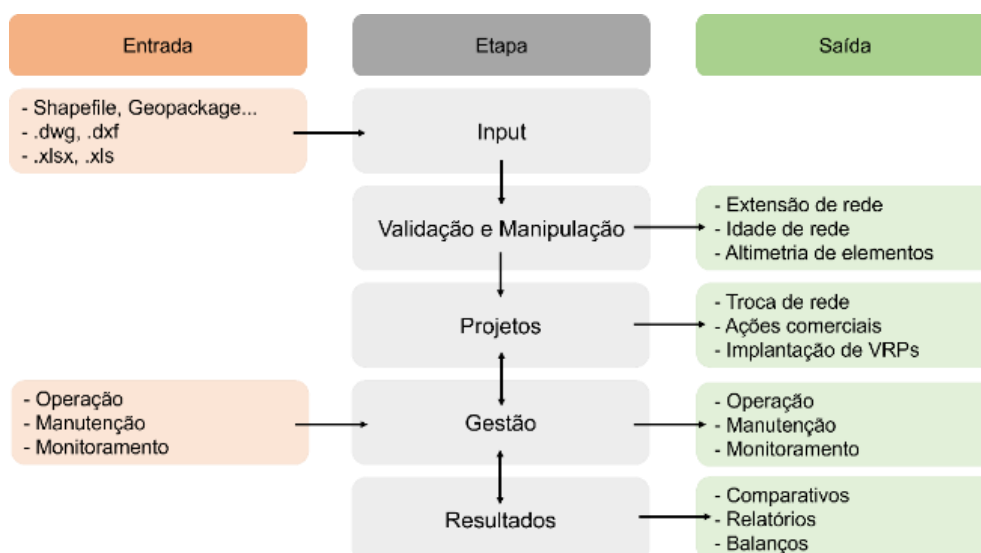


Figura 1: Fluxograma analítico das entradas e saídas de dados.

A avaliação dos efeitos da implantação das válvulas redutoras de pressão foi conduzida por meio de metodologias específicas, de acordo com as características de cada unidade. Os levantamentos pitométricos forneceram dados de vazão setorial antes da implantação, enquanto os registros pós-implantação foram obtidos por meio dos controladores com telemetria embarcada. A análise comparativa entre os períodos pré e pós-implantação considerou as adaptações operacionais necessárias e os dados registrados de pressão e vazão. Além disso, foram quantificadas as ocorrências de vazamentos antes e depois das intervenções, compondo um conjunto de indicadores técnico-financeiros. Essa abordagem metodológica, aliada à validação dos resultados em campo, permitiu comprovar a efetividade das ações propostas, como descrito por Oliveira e Cavalcanti (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que tange os resultados das análises elaboradas para o contrato, os principais objetivos foram: redução de serviços de reparo e redução de custos com equipes. Alguns resultados não eram previstos, mas puderam ser observados ao longo da aplicação.

Acerca dos serviços executados e produtividade das equipes, os reparos de vazamentos visíveis sofreram redução ao longo do contrato, em termos de vazamentos/dia, como pode-se observar na figura 2

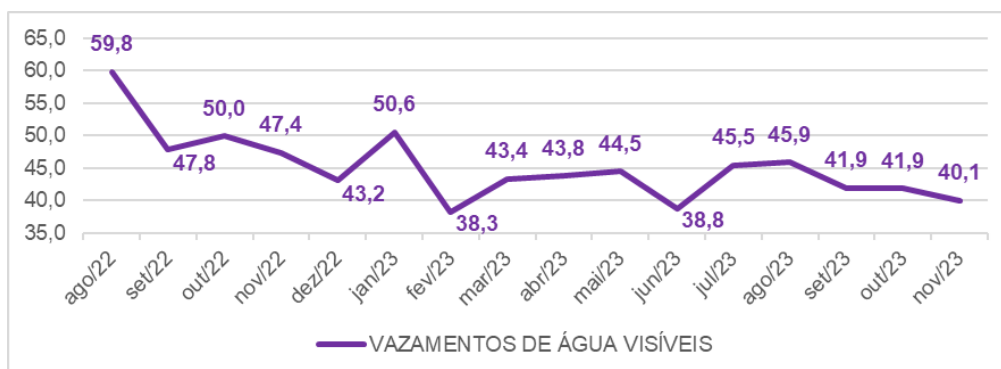


Figura 2: Análise das ocorrências de vazamento.

Quanto a produção das equipes, em todas as frentes de execução de serviços, pode-se observar nos *dashboards* a seguir que no período das análises entre agosto de 2022 e novembro de 2023, há maior eficiência em execução de serviços e redução de 2 equipes de reparo, havendo redução de custos para o consórcio em R\$91.775,00.

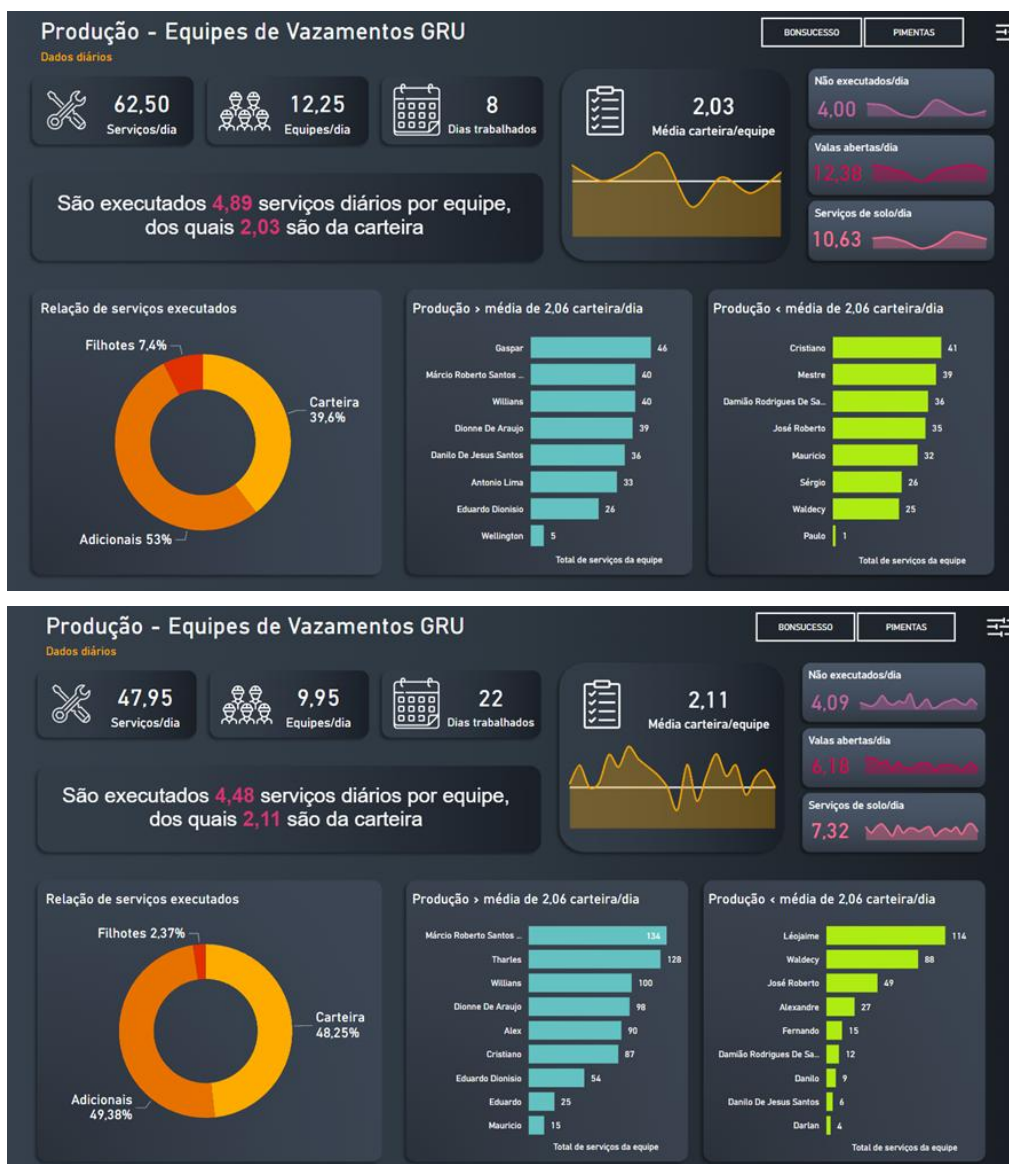


Figura 3: Análise comparativa dos serviços de reparo entre agosto 2022 e novembro 2023, respetivamente.

No caso da implantação das Válvulas Redutora de Pressão (VRPs) de alça, o projeto previa a instalação desde a pré-montagem, montagem e instalação do barrilete, com projeto e parte civil, até a definição dos locais por meio de reuniões de alinhamento. O escopo incluía ainda a instalação de macromedidores e controladores com telemetria, visando reduzir o range de pressão e permitir fechamentos automáticos (OLIVEIRA e CAVALCANTI, 2017), sempre em consonância com os princípios de inovação, automação e sustentabilidade.

O principal objetivo das VRP's era o auxílio na gestão das pressões noturnas, sendo assim, a VRP Estrada do Saboó (500 mm) foi validada por meio de estudo pitométrico para aferir a vazão do reservatório Jardim Bananal, seguido de projetos para pontos sem linha piezométrica e levantamentos de campo para confirmar a setorização e a estanqueidade do setor. Considerando os limites operacionais do Centro de Reservação Cidade Martins, do *Booster Primavera* e do próprio reservatório, definiu-se a área de influência em conformidade com a norma ABNT NBR 12.218/2017. Estudos teóricos, modelagem hidráulica, análises em QGIS e cálculos em Excel® embasaram o projeto hidromecânico, culminando na instalação do equipamento em 22 de abril de 2023.

Já a VRP Angélica ZB1 (600 mm), ligada ao Centro de Reservação São Miguel sob operação da SABESP-ML, seguiu diretrizes semelhantes, porém dispensou a análise de estanqueidade em razão do abastecimento consolidado. Foram necessárias intervenções para adequação operacional, devido à proximidade do reservatório, ao diâmetro insuficiente para a vazão demandada e a ajustes no cadastramento de válvulas.

Por sua vez, a VRP Angélica ZB2, instalada no mesmo setor da ZB1, manteve procedimentos similares e igualmente excluiu a análise de estanqueidade por tratar-se de área já consolidada. Para otimizar a operação, solicitou-se a extensão de rede nas zonas adjacentes e a ampliação da reservação do setor, vislumbrando ainda potenciais ganhos na redução de perdas com a inclusão de uma segunda VRP em área de cota mais baixa.

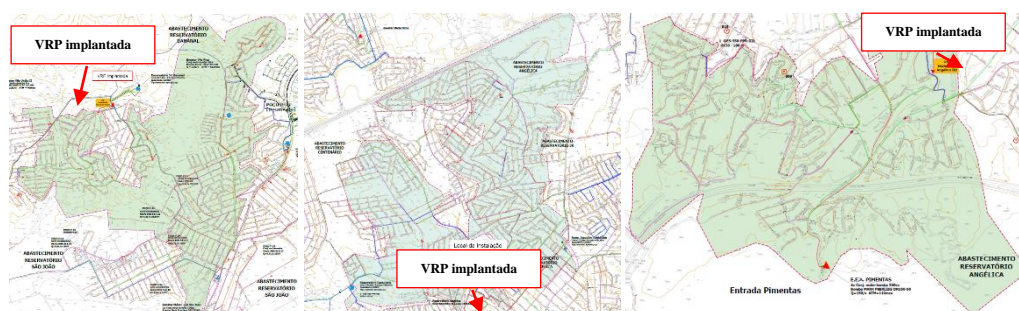


Figura 4: Local de implantação das Válvulas Redutora de Pressão e áreas de abrangência, respectivamente – VRP Saboó, VRP ZB1 e VRPZB2.

As intervenções nas VRPs Estrada do Saboó, Angélica ZB1 e Angélica ZB2 evidenciaram reduções significativas em vazão, pressão e vazamentos, além de expressivos impactos financeiros. Na VRP Estrada do Saboó, as reduções variaram entre 15% e 44%, refletindo em uma queda de 1,2% nos vazamentos mensais, o que se traduz em uma economia anual de R\$9.000,00 e na prevenção de gastos de cerca de R\$190.176,51 em reparos. Já a VRP Angélica ZB1, instalada em 20 de junho de 2023, obteve 2,7% de redução nos vazamentos mensais, gerando economia de R\$21.000,00 e potencializando a redução de custos em reparos para até R\$251.721,74 ao ano. Por fim, a VRP Angélica ZB2 alcançou 46% de diminuição nos vazamentos em ramal, o melhor resultado entre as intervenções, reduzindo em 0,7% os vazamentos contratuais (cerca de nove a menos por mês). Essa melhoria assegura maior eficiência no abastecimento e gera uma economia anual de R\$65.308,32, passível de reinvestimento em infraestrutura e outras ações estratégicas.

Tabela 1: Resultados das VRP's implantadas – VRP Saboó, VRP ZB1 e VRP ZB2.

| VRP | Indicador | Antes (média/mês) | Depois (média/mês) | Redução | % |
|------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|---------|-----|
| Estrada do Saboó | Vazão (L/s) | 97,02 | 82,00 | 15,02 | 15% |
| Estrada do Saboó | Pressão (mca) | 19,00 | 13,50 | 5,50 | 29% |
| Estrada do Saboó | Vazamentos Gerais (un.) | 89,00 | 71,00 | 18,90 | 21% |
| Estrada do Saboó | Vazamentos em Ramal (un.) | 35,60 | 20,00 | 15,60 | 44% |
| Estrada do Saboó | Vazamentos em Rede (un.) | 4,40 | 2,80 | 1,60 | 36% |
| Angélica ZB1 | Vazão (L/s) | 169,67 | 138,00 | 31,67 | 19% |

| | | | | | |
|--------------|---------------------------|--------|-------|-------|-----|
| Angélica ZB1 | Pressão (mca) | 16,00 | 11,00 | 5,00 | 31% |
| Angélica ZB1 | Vazamentos Gerais (un.) | 99,00 | 64,00 | 35,00 | 35% |
| Angélica ZB1 | Vazamentos em Ramal (un.) | 42,00 | 23,00 | 19,00 | 45% |
| Angélica ZB1 | Vazamentos em Rede (un.) | 2,90 | 2,00 | 0,90 | 31% |
| Angélica ZB2 | Vazão (L/s) | 116,42 | 89,44 | 26,98 | 23% |
| Angélica ZB2 | Pressão (mca) | 15,00 | 13,00 | 2,00 | 13% |
| Angélica ZB2 | Vazamentos Gerais (un.) | 31,00 | 22,00 | 9,00 | 29% |
| Angélica ZB2 | Vazamentos em Ramal (un.) | 13,00 | 7,00 | 6,00 | 46% |
| Angélica ZB2 | Vazamentos em Rede (un.) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0% |

Legenda: mca – Metro Coluna D'água.

As análises com QGIS mapearam vazamentos e identificaram áreas críticas, fundamentando a projeção de 6,2 km em extensões de rede que beneficiarão cerca de 6.000 pessoas, 1.990 economias e gerarão um retorno de 3.765 m³/mês. Após validação, foram definidos os projetos PPR 31, 26, 34 e 35: o PPR 31 atende zona de alta susceptibilidade com pressões elevadas e prevê mudança na setorização; o PPR 26, na divisa entre Angélica e JK, visa melhorar áreas com variações de pressão e infraestrutura antiga; o PPR 34 propõe a troca de ramal e rede em região de alto adensamento; e o PPR 35, decorrente de mudança operacional e desativação de uma VRP, prevê intervenção robusta. Esses projetos otimizam o abastecimento, reduzem reparos e perdas, e elevam a assertividade das ações, conforme demonstrado pelos estudos de redes.

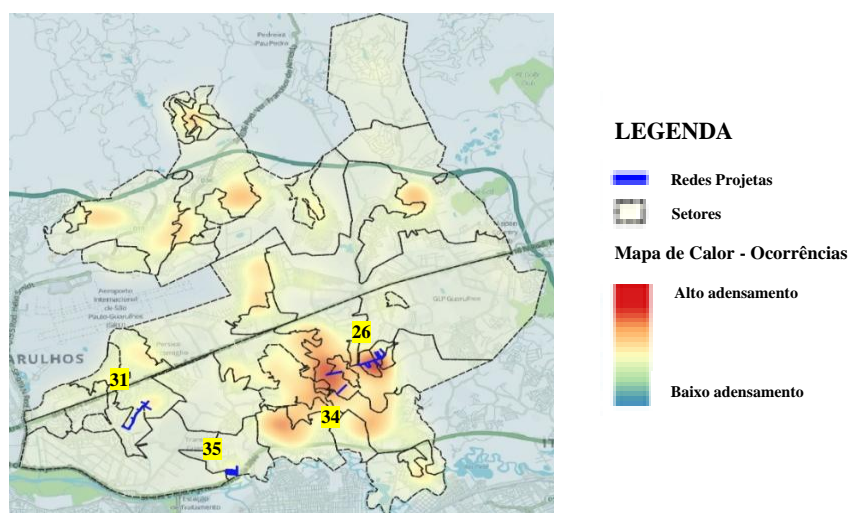


Figura 5: Estudo de redes projetadas.

Na Avenida Recife, apesar de a área ser passível, a alta frequência de vazamentos levou à desativação de uma VRP, evidenciando a necessidade de um projeto mais robusto de substituição de ramal e rede. Essa intervenção garantiu o abastecimento contínuo para 6.000 munícipes e eliminou interrupções emergenciais, evitando aproximadamente R\$568.100,00 em reparos durante 16 meses e reduzindo em torno de 37,4 vazamentos mensais. Além disso, um estudo em parceria com a Prefeitura propôs a troca preventiva de ramais em áreas de alta intervenção, visando preservar o pavimento e maximizar os benefícios aos munícipes, conforme ilustrado no Mapa Temático de Troca Preventiva.

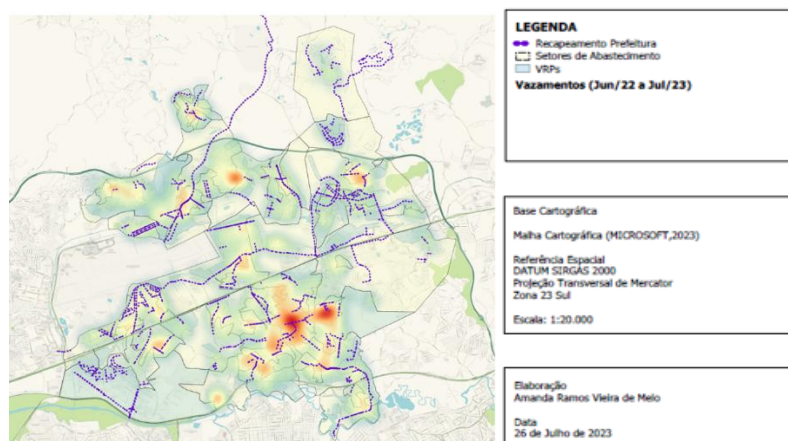


Figura 6: Mapa temático de vazamentos: estudo para troca preventiva de ramais.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A utilização de ferramentas de análise com corpo técnico especializado, inseridos ao contexto de um contrato de prestação de serviços de manutenção e reparo, mostrou-se um importante aliado a todas as ações contratuais. Uma vez que a utilização da principal ferramenta de geoprocessamento, o QGIS, possui licença gratuita, possibilitou processar diversas informações, além de trazer dados de trabalho para os projetos. Trazendo celeridade ao contrato, e obtenção de análises multicritérios. Sendo uma ferramenta de fácil utilização, demandando alguns cursos básicos, possui interface amigável e com desenvolvimento diário, se torna um valioso recurso.

As demais ferramentas Excel e Power BI estavam incluídas no pacote necessário a diversas atividades do escritório, portanto não foi um custo adicional, mas possibilitou o manuseio e tratamento de inúmeros dados, dando suporte para a análise da equipe. Ademais houve ganhos expressivos com a utilização da gestão de dados no contrato, com a redução de duas equipes de reparo economizando R\$135.250,00 mensais.

Houve aumento da produtividade das equipes em 0,8 serviços/dia/equipe, o que aumenta o faturamento em R\$18.124,91 ao mês.

Já os benefícios associados as perdas reduziram 62,9 vazamentos e volume de vazamentos em 6.282 m³/mês. Houve melhoria no monitoramento e operação e redução de custos. Isto porque, com equipes empenhadas nos dados gerados cotidianamente, foi possível verificar problemas encontrados nos setores de abastecimento e agir em prol de reparar o quanto antes eles, trazendo assim grandes resultados para a contratante, reduzindo os vazamentos o quanto antes.

Além disso os dados e análises foram compartilhados com as partes interessadas promovendo assim entendimento acerca dos problemas e possibilidade de melhorias futuras.

A estruturação de um banco de dados coeso e adequado para a equipe, sobretudo trouxe agilidade e redução do tempo para realização de muitas atividades contratuais, devido a centralização das informações. Além disso, foi possível utilizá-lo em diversos momentos do contrato, em estudos, para checagem de informações, validação de resultados esperados e mensuração de retornos.

A maneira em que foram utilizados os recursos apresentados neste artigo é inovadora. Possibilitou a otimização da margem contratual, mantendo o atendimento ao cliente. E pode ser replicada em outros contratos de mesmo gênero, tendo resultados em sua utilização como os abordados ao longo deste artigo.

Com base nos resultados alcançados, as seguintes recomendações são propostas para a ampliação dos impactos positivos e replicabilidade do modelo adotado:

- Expandir a replicação da metodologia integrada de análise e gestão para outros setores e contratos com perdas elevadas, potencializando os ganhos operacionais e econômicos.
- Desenvolver protocolos técnicos para a consolidação e análise dos dados operacionais, garantindo consistência, rastreabilidade e agilidade na tomada de decisão.
- Investir na qualificação técnica das equipes de campo e gestão, com foco em ferramentas como QGIS, Power

BI, AutoCAD, modelagem hidráulica e análise de indicadores.

- Priorizar intervenções preventivas, com base na análise de dados históricos, reduzindo a necessidade de ações corretivas e seus custos associados.
- Inserir métricas ambientais, sociais e de governança nos contratos operacionais, promovendo práticas sustentáveis e alinhadas com os princípios ESG.
- Adotar tecnologias de automação em sistemas de abastecimento, *dashboards* interativos e inteligência preditiva, ampliando a eficiência e a assertividade na gestão dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, ABRAHÃO, Nagib César. Aplicações GIS para empresas de saneamento básico/ Nagib Abrahão – São Paulo: ABES, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público — Procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 23 p.

SÃO PAULO. PREFEITURA DE SÃO PAULO. Caderno das águas. São Paulo, 2012. 29 p. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/guia_aguas_1253304123.pdf. Acesso em: 15 mar 2024.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, São Paulo. 2006. 643p

GOVERNO DO BRASIL. Acesso à Informação: Ações e Programas – Saneamento. Painel SNIS. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>. Acesso em: 18 mar. 2025.

IBGE. São Paulo: panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/panorama>. Acesso em: 15 mar. 2025.

ÁGUA E SANEAMENTO. Guarulhos. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/guarulhos>. Acesso em: 15 mar. 2025.

OLIVEIRA, A.; CAVALCANTI, G. Sistema Automatizado de Controle de Abastecimento de Água Proveniente de Poços Artesianos com Monitoramento Remoto. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 2, n. 2, 27 jul. 2017.