

# SISTEMA DE GESTÃO DE GEOFONAMENTO INTEGRADO A FERRAMENTA DE BI (BUSINESS INTELLIGENCE) - UMA PERSPECTIVA DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE BI NA MELHORIA DO DESEMPENHO DE CONTRATOS DE GEOFONAMENTO - UM ESTUDO DE CASO.

## RESUMO

Trata-se um estudo de caso sobre a criação e implantação de um sistema para gestão da atividade de pesquisa de vazamentos não visíveis, focado no trabalho de varredura com haste de escuta e geofone, criado em plataforma de desenvolvimento de aplicativos sem código (*no-code*).

O sistema foi desenvolvido sobre o desenho do processo do trabalho de pesquisa de vazamentos, partindo-se da localização do vazamento até o pagamento da contratada e a obtenção de dados para estudos e análises. O trabalho de pesquisa de vazamentos foi desmembrado em quatro partes: Operacional – que se refere efetivamente ao serviço desempenhado pelas equipes de campo; Gestão Operacional - que se refere ao trabalho de abrir as ordens de serviços, acompanhar seus desdobramentos e tratar os problemas existente de execução dos consertos; Gestão Administrativa – trata-se da realização da medição dos serviços de pesquisa de vazamentos e o encaminhamento para pagamento; *Business Intelligence* (BI): trata-se da integração de ferramentas de análise que auxiliam a empresa a coletar, organizar, analisar e apresentar informações relevantes para a tomada de decisões operacionais através do acompanhamento do desempenho e da eficiências das equipes de campo; do controle do desempenho financeiro do contrato; da análise especializada da distribuição dos vazamentos; etc.

**Palavras chave:** *Business Intelligence*, Geofonamento, Perdas.

## INTRODUÇÃO

A gestão eficiente de sistemas de distribuição de água é crucial para garantir a disponibilidade e a qualidade desse recurso essencial. Um dos maiores desafios enfrentados pelas companhias de abastecimento é a detecção e a correção de vazamentos não visíveis, que podem resultar em perdas significativas de água e impactar a sustentabilidade econômica e ambiental do fornecimento. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), cerca de 30% da água potável mundial é perdida devido a vazamentos em sistemas de distribuição (UNITED NATIONS, 2018).

Os vazamentos não visíveis, ou vazamentos ocultos, são aqueles que ocorrem em áreas subterrâneas ou em locais de difícil acesso, tornando sua identificação e reparo um processo complexo. A detecção tradicional de vazamentos envolve métodos como inspeções visuais e monitoramento de pressão que podem ser limitados em sua eficácia e precisão (Li et al., 2019). Com o avanço da tecnologia, novas abordagens estão sendo desenvolvidas para melhorar a detecção e a gestão de vazamentos, incluindo o uso de sensores acústicos, tecnologias de geolocalização e sistemas de informação geográfica (GIS) (Puust et al., 2010).

Neste contexto, a adoção de ferramentas digitais para gestão da pesquisa de vazamentos não visíveis surge como uma inovação de caráter tecnológico no processo de detecção de vazamentos, oferecendo uma nova perspectiva de eficiência. Este trabalho técnico descreve o desenvolvimento de um aplicativo criado em uma plataforma *no-code* e suportado por uma ferramenta de *Business Intelligence* (BI), voltado para a gestão das atividades de campo relacionadas à pesquisa de vazamentos não visíveis executadas com a utilização de hastes de escuta e geofones. O sistema abrange todas as etapas do processo de pesquisa de vazamentos não visíveis, desde as atividades de campo até a obtenção e o tratamento de dados, desmembrando o processo em quatro partes principais, sendo elas:

- **Operacional:** que se refere efetivamente ao serviço desempenhado pelas equipes de campo, no trabalho de varredura com haste de escuta e geofone;
- **Gestão Operacional:** que se refere ao trabalho e abertura das ordens de serviços para os vazamentos apontados pelas equipes de campo, acompanhar o desdobramento do trabalho de execução do conserto dos vazamentos e dar as devidas tratativas aos problemas que ocorrerem nesta etapa;

- **Gestão Administrativa:** trata-se da realização da medição dos serviços de pesquisa de vazamentos, após à constatação da execução do conserto dos vazamentos apontados e o encaminhamento para pagamento;
- **Business Intelligence (BI):** trata-se da integração de ferramentas de análise que auxiliam a empresa a coletar, organizar, analisar e apresentar informações relevantes para a tomada de decisões operacionais.

Tudo isto sendo desenvolvido dentro de um *workflow* simples e intuitivo.

Para uma melhor compreensão do trabalho apresentado, é importante destacar que o sistema de gestão desenvolvido e apresentado foi projetado para administrar contratos de pesquisa de vazamentos não visíveis por desempenho. Em outras palavras, as empresas contratadas só serão remuneradas pelos vazamentos apontados que forem confirmados pela equipe responsável pelos reparos de vazamentos.

Dito isto, o presente trabalho está estruturado da seguinte forma: inicialmente, apresenta-se o objetivo do estudo. Em seguida, detalha-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento do aplicativo proposto, incluindo a escolha das tecnologias utilizadas. Posteriormente, são discutidos os resultados obtidos com a implementação do sistema em um estudo de caso real, seguidos de uma análise dos benefícios e desafios associados. Finalmente, conclui-se com recomendações para futuras pesquisas e aprimoramentos do sistema.

O trabalho será dividido nas seguintes seções:

- **Objetivo:** Apresentação do objetivo do estudo, esclarecendo a importância e a finalidade do desenvolvimento do aplicativo;
- **Metodologia Utilizada:** Detalhamento do processo de desenvolvimento do aplicativo, tecnologias escolhidas e arquitetura do sistema;
- **Resultados Obtidos:** Apresentação dos resultados práticos alcançados com a implementação do sistema em um estudo de caso real;
- **Análise e Discussão dos Resultados:** Discussão dos benefícios, desafios e implicações dos resultados obtidos, com uma análise crítica;
- **Conclusões/Recomendações:** Síntese dos principais pontos abordados, conclusões derivadas do estudo e recomendações para futuras pesquisas e melhorias do sistema.

Esta estrutura visa proporcionar uma visão clara e completa do desenvolvimento e da aplicação do sistema, destacando sua eficácia e áreas para aprimoramento.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é a apresentação da criação e implementação de um sistema integrado de gestão da atividade de pesquisa de vazamentos não visíveis, restrito à atividade de varredura com haste de escuta e geofone, criado em plataforma de desenvolvimento de aplicativos *no-code*.

O sistema deve garantir:

- Uma interface simples e intuitiva, reduzindo a curva de aprendizagem e melhorando a curva de adoção do sistema no processo;
- Possuir interfaces tanto para o trabalho desenvolvido em campo quanto para o processo desenvolvido no escritório;
- Permitir a adição colaborativa de informações, onde cada um dos responsáveis/agentes do processo, insere suas informações em ambiente personalizado;

- Disponibilização de informações estruturada, em tempo real, para análise e tomadas de decisões tempestivas dentro do processo.

## METODOLOGIA UTILIZADA

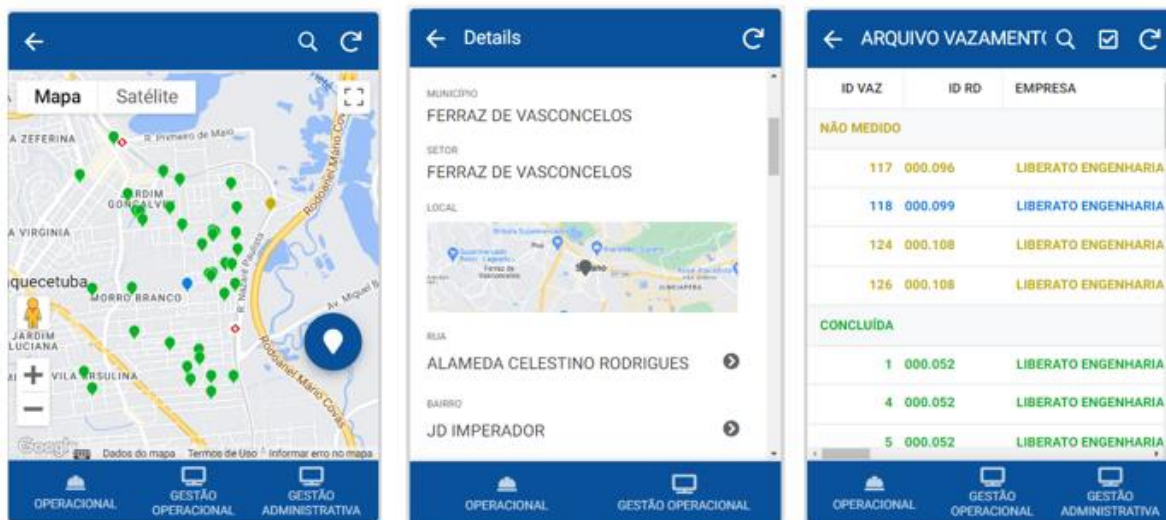
Para a criação e implantação do sistema, o processo foi dividido em quatro etapas principais: Desenho do Processo, Desenvolvimento, Piloto e Implantação.

**Desenho do Processo:** Nesta etapa, realizou-se um detalhamento completo do processo de pesquisa de vazamentos, abrangendo todas as partes interessadas. Utilizando a ferramenta MIRO, que é uma plataforma online colaborativa, gratuita, para criação e desenho de projetos, foram mapeadas todas as etapas do processo, incluindo os respectivos *loopings* e agentes envolvidos, de acordo com as premissas estabelecidas para o sistema.

**Desenvolvimento:** Com base no desenho do processo, nas diretrizes da empresa e nas regras do negócio, foi desenvolvido o sistema. O desenho do sistema também foi realizado com auxílio da ferramenta MIRO, onde foram definidos os bancos de dados necessários para a operação do sistema de gestão de pesquisa de vazamentos não visíveis. O protótipo do sistema foi construído na plataforma de criação de aplicativos *no-code*, AppSheet, do Google, onde foram desenvolvidas todas as interfaces de interação e atribuições dos usuários, além de todas as integrações entre os bancos de dados.

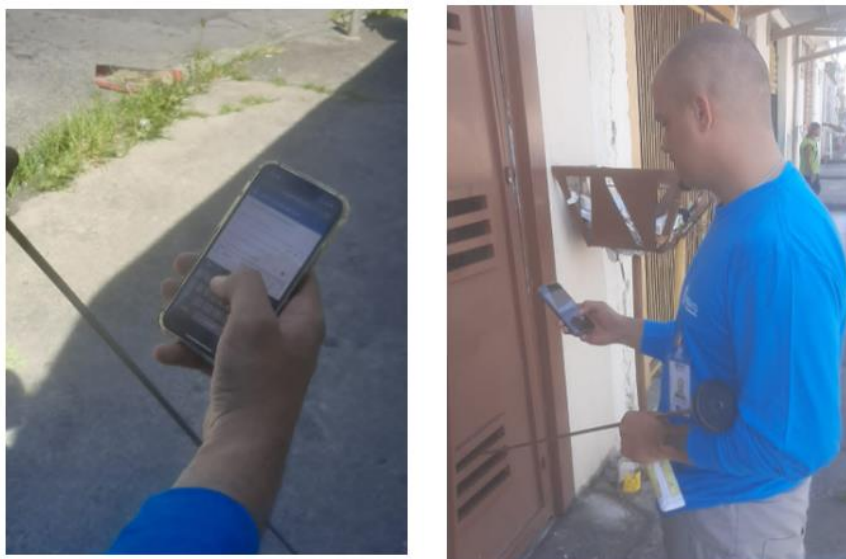
**Piloto:** Após o desenvolvimento, foi realizado um teste piloto a nível de unidade de gerenciamento regional (UGR Alto Tietê) que abrange os municípios de Biritiba-Mirim, Salesópolis, Suzano, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Arujá e Mogi das Cruzes (parcial), contemplando apenas um contrato. Esse teste durou seis meses, durante os quais todo o processo de varredura, o acompanhamento das ordens de serviço e a medição do contrato foram monitorados de perto. Após um mês de teste, a parte de *Business Intelligence* (BI) foi inserida utilizando a ferramenta Looker Studio, do Google. Esta ferramenta foi conectada à base de dados do sistema, garantindo a visualização em tempo real dos dados do contrato e permitindo a constante avaliação do desempenho financeiro e operacional.

Figura 1 – Visão do sistema de gestão de geofonamento na versão para celular



Fonte: Arquivo interno Sabesp.

**Figura 2 – Utilização do sistema de gestão de geofonamento pela equipe de campo durante o procedimento de varredura**



Fonte: Arquivo interno Sabesp.

**Implantação:** A etapa de implantação consistiu na expansão da ferramenta para abranger os demais contratos sob a gestão da unidade da empresa. Após seis meses de teste, a ferramenta foi definitivamente implantada, abrangendo os três contratos de pesquisa de vazamentos não visíveis da unidade de negócio leste que abrange municípios de Biritiba-Mirim, Salesópolis, Suzano, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Arujá e Mogi das Cruzes (parcial), além da Zona Leste da Cidade de São Paulo. Atualmente, o sistema está em operação há 15 meses, tendo gerenciado aproximadamente 1,4 milhão de reais em pagamentos nos contratos, realizado a varredura de 5,5 mil quilômetros de rede e confirmado 2.728 vazamentos não visíveis e 437 vazamentos visíveis.

## RESULTADOS OBTIDOS

A seguir, apresentamos os resultados obtidos com a utilização do aplicativo no contrato de pesquisa de vazamentos não visíveis da UGR Alto Tietê. As figuras abaixo mostram as imagens do BI do contrato executado com o suporte do sistema de gestão de geofonamento. Para facilitar a análise e compreensão dos dados, apresentamos a evolução do indicador de perdas da Unidade de Gerenciamento Regional (UGR) do Alto Tietê durante o período de execução do contrato, além de dados operacionais da área, os quais são apresentados abaixo.

### Dados operacionais da UGR Alto Tietê para base de análise:

Extensão total de rede (Km): 2.841 (abr./24)

Número total de ligações: 336.707 (abr./24)

Histórico de PNV: 1,68 (out/21)

Histórico de CNV: 68% (out/21)

IPDT: 174 (out/21)

**PNV** (Produtividade de Não Visíveis) é a medida da quantidade de vazamentos não visíveis confirmados que uma equipe de vazamento encontra em um dia de trabalho. Este indicador visa medir a produtividade das equipes de pesquisa de vazamentos não visíveis. Os dados apresentados referem-se ao desempenho das equipes do último contrato de pesquisa de vazamentos não visíveis encerrado em outubro/2021.

**CNV** (Confirmação de Vazamentos não Visíveis) é a quantidade de vazamentos confirmados dividida pela quantidade total de vazamentos apontados. Os dados apresentados referem-se ao desempenho das equipes do último contrato de pesquisa de vazamentos não visíveis encerrado em outubro/2021.

Para compreensão dos gráficos e tabelas a seguir, seguem as seguintes definições:

**VV:** Vazamentos Visíveis;

VNV: Vazamentos não Visíveis;

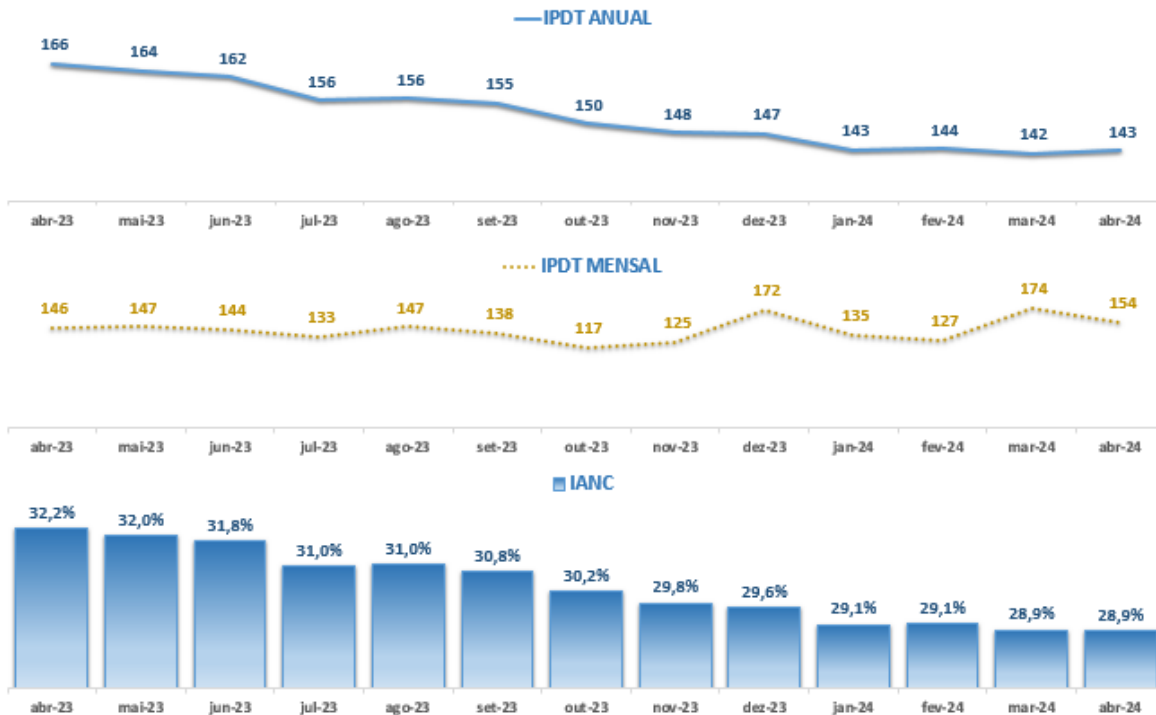
RD: Relatório diário da equipe de pesquisa de vazamentos não visíveis;

IPDT: Índice de perdas totais por ligação na distribuição (L / ligação x dia);

IANC: Índice de água não comercializada na distribuição, ou seja, o total do volume de água distribuída, menos o total do volume água faturada, dividido pelo total do volume água distribuída (%).

Esses resultados ilustram a eficácia do sistema de gestão de geofonamento em aumentar a produtividade e a precisão na detecção de vazamentos não visíveis, contribuindo significativamente para a redução de perdas e melhorando a eficiência operacional da unidade.

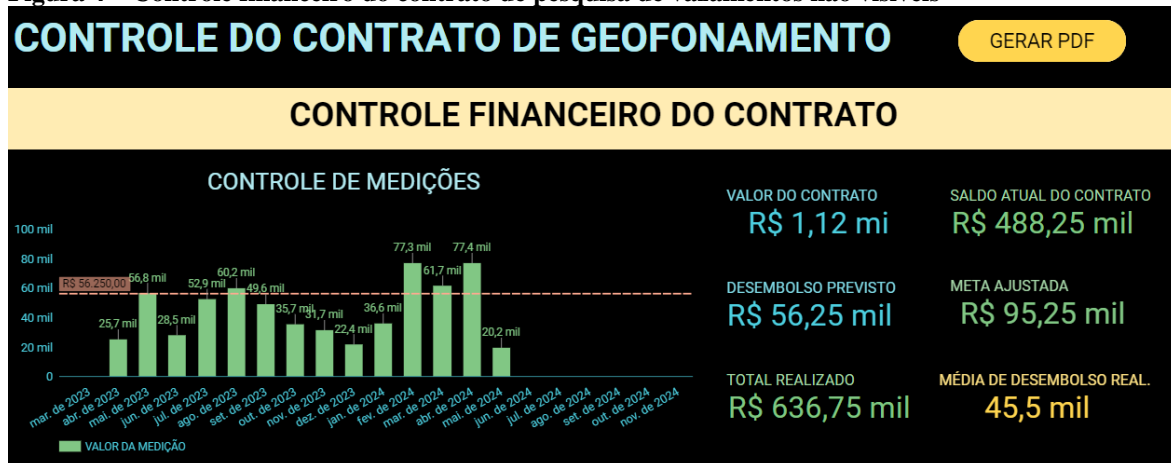
Figura 3 – Indicador de perdas da unidade de gerenciamento regional (UGR Alto Tietê)



Fonte: Sistema de Gestão de Perdas (SGP 2.0), controle interno Sabesp.

No gráfico acima, conseguimos perceber a evolução importante que tivemos nos principais indicadores de perdas da UGR Alto Tietê no período de execução do contrato de pesquisa de vazamentos não visíveis.

Figura 4 – Controle financeiro do contrato de pesquisa de vazamentos não visíveis



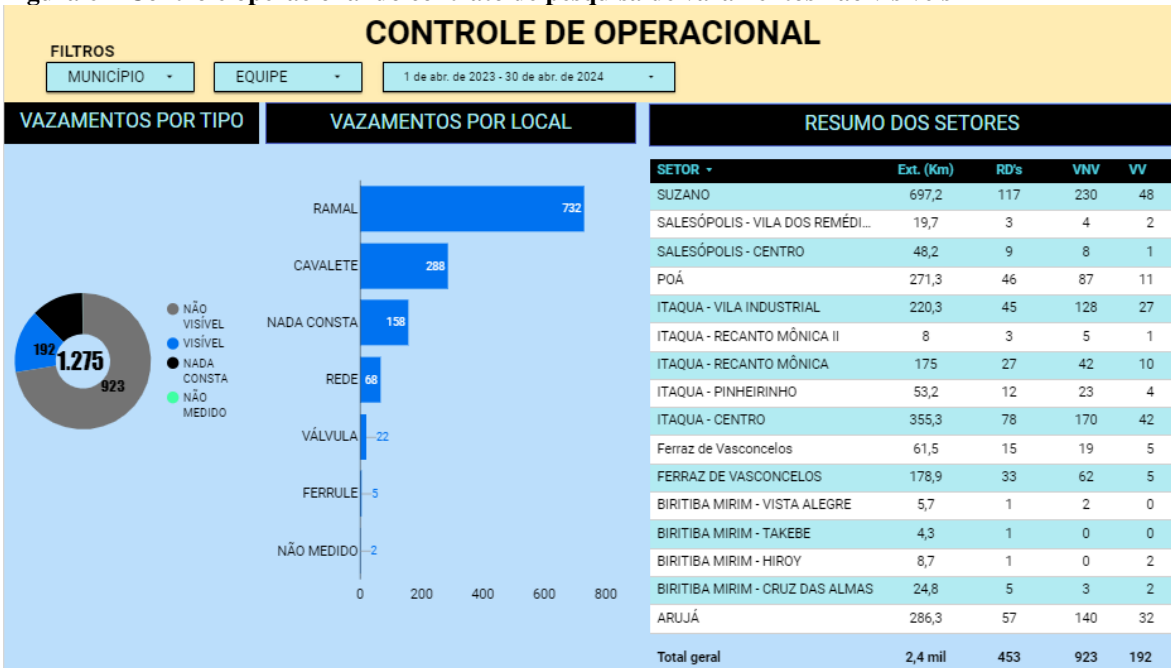
Fonte: BI criado no Looker Studio para controle do contrato de geofonamento.

Figura 5 – Controle das ordens de serviços para conserto dos vazamentos



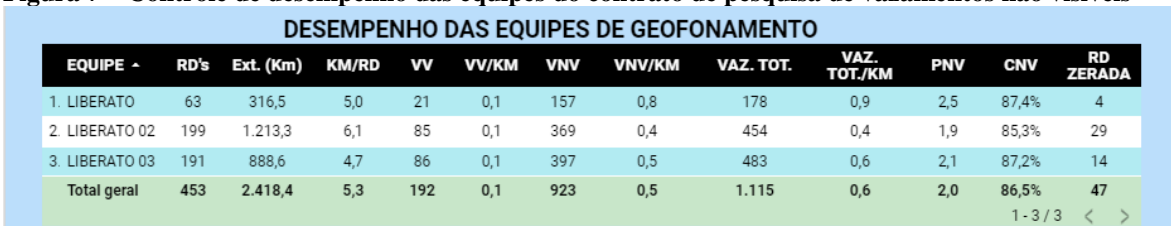
Fonte: BI criado no Looker Studio para controle do contrato de geofonamento.

Figura 6 – Controle operacional do contrato de pesquisa de vazamentos não visíveis



Fonte: BI criado no Looker Studio para controle do contrato de geofonamento.

Figura 7 – Controle de desempenho das equipes do contrato de pesquisa de vazamentos não visíveis



Fonte: BI criado no Looker Studio para controle do contrato de geofonamento.

**Figura 8 – Controle analítico de desempenho do contrato por setor de abastecimento**

MEDIÇÃO DO CONTRATO											
SETOR -	EXT. (Km)	VV	VV/KM	VNV	VNV/KM	TOTAL VAZ.	VAZ/KM	RDs	PNV	CNV	MEDIÇÃO
ARUJÁ	286,25	32	0,08	135	2,88	167	2,96	55	2,5	90,8%	R\$ 93.568,65
BIRITIBA MIRIM - CRUZ DAS ...	24,77	2	0,05	3	0,19	5	0,24	5	0,25	33,33%	R\$ 1.625,71
BIRITIBA MIRIM - HIROY	8,73	2	0,23	0	0	2	0,23	1	0	0%	R\$ 133,56
BIRITIBA MIRIM - TAKEBE	11,99	0	0	1	0,07	1	0,07	2	0,5	50%	R\$ 509,41
BIRITIBA MIRIM - VISTA ALE...	14,44	0	0	2	0,18	2	0,18	3	1	50%	R\$ 2.673,36
FERRAZ DE VASCONCELOS	240,42	10	0,02	81	0,58	91	0,59	48	1,87	95,1%	R\$ 47.307,5
ITAQUA - CENTRO	364,27	44	0,08	177	1,26	221	1,34	81	2,36	89,54%	R\$ 114.828,15
ITAQUA - PINHEIRINHO	53,2	4	0,08	23	0,42	27	0,49	12	1,84	80,48%	R\$ 11.728,75
ITAQUA - RECANTO MÔNICA	175,05	10	0,07	41	0,25	51	0,32	25	1,59	76,35%	R\$ 20.483,69
ITAQUA - RECANTO MÔNICA II	8	1	0,13	5	0,63	6	0,75	3	1,67	71,43%	R\$ 2.613,83
ITAQUA - VILA INDUSTRIAL	229,24	28	0,13	137	0,64	165	0,76	48	2,69	90,84%	R\$ 95.472,67
POÁ	325,27	13	0,08	104	0,34	117	0,42	52	1,67	80,01%	R\$ 68.436,54
SALESÓPOLIS - CENTRO	58,21	1	0,01	12	0,25	13	0,26	13	0,89	91,67%	R\$ 6.179,7
SALESÓPOLIS - VILA DOS RE...	15,96	1	0,09	3	0,18	4	0,27	2	1,5	100%	R\$ 1.595,01
SUZANO	697,2	48	0,07	230	0,36	278	0,43	117	1,96	78,27%	R\$ 140.767,42

Fonte: BI criado no Looker Studio para controle do contrato de geofonamento.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com base nos resultados apresentados na Figura 8, podemos verificar que o trabalho de pesquisa de vazamentos, suportado pelo sistema de gestão de geofonamento apresentou resultados significativamente superiores ao histórico. Esses resultados são evidentes tanto no aumento da produtividade das equipes de pesquisa de vazamentos (PNV) quanto no nível de confirmação de vazamentos não visíveis (CNV). Além disso, os indicadores de perdas foram menores, ou seja, o volume de água perdida no sistema foi reduzido, o que comprova o aumento da eficiência das equipes envolvidas na pesquisa de vazamentos.

A Figura 7 ilustra o acompanhamento detalhado do desempenho das diversas equipes de campo que operam sob o contrato. Este acompanhamento é crucial para identificar quaisquer equipes cujo desempenho esteja significativamente fora da média. Essa análise permite que a gestão tome medidas corretivas, como a realização de treinamentos específicos e avaliações detalhadas, para nivelar o desempenho de todas as equipes e garantir uma performance uniforme e eficiente em todas as operações de campo.

Conforme apresentado na Figura 5, o sistema oferece um acompanhamento em tempo real da execução dos consertos dos vazamentos. Anteriormente, quando um vazamento era localizado pela equipe de campo, era necessário aguardar que eles finalizassem e enviassem o relatório do trabalho de campo, o que muitas vezes resultava em atrasos. Somente após o recebimento desses relatórios, os vazamentos apontados eram processados para conserto. Com a introdução do sistema de gestão de geofonamento, no momento em que o profissional de campo identifica um vazamento, a equipe interna já tem acesso imediato ao apontamento. Isso permite a abertura instantânea da ordem de serviço para execução do conserto, reduzindo drasticamente o tempo entre a localização do vazamento e seu conserto, de uma média de 8 dias para uma média de 3 dias.

A análise dos dados disponibilizados pelo *Business Intelligence* (BI), conforme ilustrado na Figura 8, permite uma avaliação abrangente dos setores com melhor e pior desempenho dentro do contrato. Esta capacidade de análise em tempo real possibilita determinar as melhores práticas e tecnologias de pesquisa de vazamentos a serem aplicadas em cada setor. Além disso, facilita a definição da periodicidade ideal para a realização de varreduras, otimizando a eficiência operacional e garantindo uma gestão mais eficaz dos recursos disponíveis.

Dessa forma, o sistema de gestão de geofonamento não apenas melhora a produtividade e a eficiência das equipes de pesquisa de vazamentos, mas também oferece ferramentas essenciais para uma gestão proativa e informada, resultando em uma redução significativa das perdas de água e melhorando o desempenho geral dos serviços de detecção e reparo de vazamentos.

## CONCLUSÃO

Este estudo de caso demonstrou a eficácia da aplicação de um sistema de gestão de geofonamento integrado a uma ferramenta de *Business Intelligence* (BI) para a melhoria do desempenho de contratos de pesquisa de vazamentos não visíveis. A criação e a implementação de um aplicativo desenvolvido em uma plataforma *no-code* permitiram a gestão abrangente das atividades de campo, desde a detecção até a correção dos vazamentos, com um foco nas varreduras realizadas com haste de escuta e geofone.

Os resultados indicam que o sistema contribuiu significativamente para o aumento da produtividade das equipes de pesquisa de vazamentos não visíveis (PNV) e para a confirmação de vazamentos não visíveis (CNV), além de reduzir os indicadores de perdas, comprovando a melhoria na eficiência operacional. A redução no tempo médio entre a localização e o conserto dos vazamentos, de 10 dias para 3 dias, é um destaque que sublinha a eficácia do sistema na agilização dos processos de campo.

A integração com ferramentas de BI, como o Looker Studio, permitiu uma análise detalhada e em tempo real dos dados operacionais e financeiros, facilitando a tomada de decisões informadas e tempestivas. A capacidade de monitorar o desempenho das equipes em tempo real, identificar desvios de performance e implementar medidas corretivas como treinamentos específicos, foram aspectos cruciais para o sucesso do sistema.

Além disso, a análise especializada dos vazamentos e o controle do desempenho financeiro do contrato, proporcionados pelo BI, permitiram a identificação de setores com melhor e pior desempenho, auxiliando na definição das melhores práticas e tecnologias a serem aplicadas. Esta abordagem também facilitou a determinação da periodicidade ideal para as varreduras, otimizando a eficiência operacional.

Em suma, a transformação digital implementada por meio deste sistema de gestão de geofonamento não apenas melhorou a produtividade e a eficiência das operações de detecção e reparo de vazamentos, mas também proporcionou uma gestão mais proativa e informada. A redução significativa das perdas de água e a melhoria no desempenho geral dos serviços demonstram o potencial e a importância da adoção de tecnologias inovadoras na gestão de sistemas de distribuição de água. Recomenda-se que futuras pesquisas e desenvolvimentos continuem a explorar e aprimorar estas tecnologias, visando a uma gestão ainda mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

1. LI, J., ET AL. (2019). "*Advanced Leakage Detection and Localization in Water Distribution Systems Using Machine Learning Techniques.*" *Water*.
2. PUUST, R., ET AL. (2010). "*Review of Methods for Leakage Management in Pipe Networks.*" *Urban Water Journal*.
3. UNITED NATIONS (2018). "*Sustainable Development Goal 6: Ensure Availability and Sustainable Management of Water and Sanitation for All.*" *United Nations*.