

## 132 - IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE VAZAMENTOS PESQUISADOS - SGVP

### **Leticia Zanon Carvalho** <sup>(1)</sup>

Engenheira Civil pela Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (Unesp). Especialista em Engenharia de Saneamento Ambiental pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Engenheira na SABESP.

### **Claudio Moura Soleo** <sup>(2)</sup>

Técnico de Sistema de Saneamento na SABESP.

### **Dionísio Sant’Ana Pereira** <sup>(3)</sup>

Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Especialista em Automação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Gerente de Departamento de Gestão e Desenvolvimento Operacional do Vale do Paraíba na Sabesp.

### **Eliane Pereira Lopes Clemente** <sup>(4)</sup>

Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Vale do Paraíba (UNIVAP). Especialista em Gestão de Projetos pela Universidade Vale do Paraíba (UNIVAP). Especialista em Gestão da Tecnologia da Informação pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). Analista de Gestão na SABESP.

### **Elaine Ferreira da Silva** <sup>(5)</sup>

Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP). Especialista em Tecnologias de Aplicação Web pela Universidade do Paraná (UNOPAR). Analista de Gestão na SABESP.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Av. Heitor Vila Lobos, 1.229 – Vila Ema – São José dos Campos - SP - CEP: 12.243-260 - Brasil - Tel: (12) 3947-1518 - e-mail: [Lzcarvalho@sabesp.com.br](mailto:Lzcarvalho@sabesp.com.br)

## **RESUMO**

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de ferramenta para controle e redução das perdas físicas na distribuição de água, visando aprimorar a gestão efetiva de vazamentos não visíveis, denominada Sistema de Gestão de Vazamentos Pesquisados – SGPV.

O SGPV é programado para disponibilizar indicadores-chave de performance (KPI’s) e painéis de gestão que foram desenvolvidos de acordo com os pilares da Cruz de Lambert, que são ações estruturadas focadas na redução de perdas reais e consistem em: Gerenciamento das Pressões, Velocidade e qualidade dos Reparos, Controle Ativo de Vazamentos e Gerenciamento da Infraestrutura.

Por meio das análises de dados disponibilizados pelo SGPV, é possível avaliar o desempenho da empresa contratada para execução de pesquisas de vazamentos não visíveis, estruturar o processo de programação das respectivas correções, e avaliar o cumprimento de metas de prazo definidas na prestação dos serviços.

A ferramenta, SGPV, também consolida informações e gera relatórios para medições do contrato de pesquisa, diagnóstico dos componentes hidráulicos do sistema de abastecimento de água, além de propiciar um panorama de pressão mínima, média e máxima de cada local pesquisado.

O SGPV, implantado em novembro de 2021 contribuiu diretamente para o combate às perdas reais na Sabesp - Unidade de Negócio Vale do Paraíba, que obteve uma redução de 29 L/lig.dia no ano de 2022, em um universo de 537.892 ligações de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perdas de água, pesquisa de vazamentos, eficiência operacional.

## INTRODUÇÃO

Com o sancionamento do Marco Regulatório do Saneamento, em 2020, o combate às perdas na distribuição de água obteve um enfoque ainda maior em empresas de saneamento, visto que a lei determina que os novos contratos de concessão com os municípios deverão conter cláusulas específicas com metas progressivas e graduais para controle e redução de perdas, se tornando, portanto, um indicador de desempenho, com mecanismos de aferição de resultados, monitorado sistematicamente no desenvolvimento dos processos de produção e distribuição de água tratada.

Desta forma, a vinculação entre o nível de perdas em uma companhia de saneamento e a sua eficiência operacional é total, ou seja, é de se esperar que os sistemas de abastecimento de água bem operados e mantidos (em outras palavras, bem gerenciados) possuam baixos índices de perdas (TSUTIYA, 2006).

As perdas em sistemas de abastecimento de água são classificadas em 02 categorias: reais, que consistem em perdas físicas de água, decorrentes de vazamentos em redes, ramais, cavaletes e extravasamentos de reservatórios; e as perdas aparentes, que são decorrentes de submedições em hidrômetros, ligações irregulares e ou clandestinas, violações de medidores, e erro ou desatualização cadastral.

Dentro do contexto de perdas reais, que corresponde, em média, a 65 % das perdas totais, data base 2021 (média dos municípios que compõem a Diretoria de Sistemas Regionais, a qual a pertence a Unidade de Negócio objeto deste estudo), o combate aos vazamentos na distribuição de água é a principal ação para a sua redução.

Neste sentido, em novembro de 2021, o Departamento de Gestão e Desenvolvimento Operacional desta companhia de saneamento firmou um contrato de prestação de serviço de pesquisa de vazamentos não visíveis, contemplando todos os 26 municípios pertencentes a Unidade de Negócio.

Considerando o volume de serviços diários dos maiores municípios, e a fim de aprimorar a fiscalização, otimizar a gestão da atividade de pesquisa de vazamentos, e gerenciar os prazos de reparos dos vazamentos encontrados, foi identificada a necessidade/oportunidade de implementação de uma ferramenta para gestão dessas atividades, com foco no registro e controle de todos os vazamentos detectados pela contratada.

O SGPV está em operação desde dezembro de 2021. E, desde sua implantação, propiciou frequentes melhorias na gestão de perdas, com resultados operacionais evidentes.

## OBJETIVO

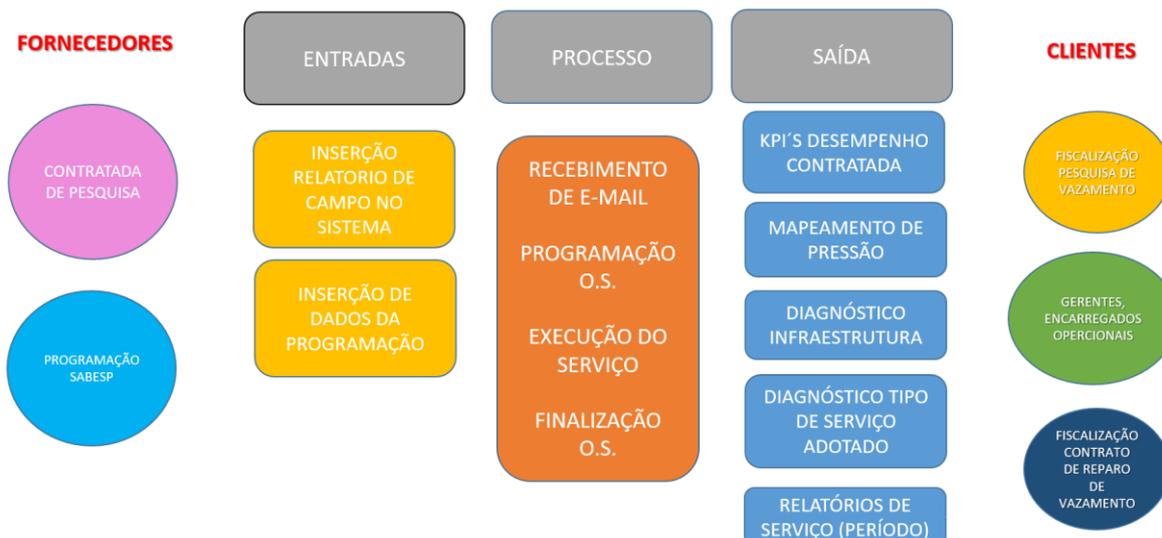
Implantação de ferramenta de gestão para controle e redução das perdas físicas de água na distribuição, por meio da gestão efetiva dos vazamentos não visíveis pesquisados, monitorados por meio de indicadores-chave de desempenho e painéis de gestão.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para mapeamento do processo do Sistema de Gestão de Vazamentos Pesquisados - SGPV, foi utilizada a ferramenta SIPOC (do inglês: *suppliers, inputs, process, outputs, customers*), conforme figura 1.

O diagrama SIPOC é um mapa de alto nível do processo, que mostra como cada uma de suas etapas está servindo ao cliente. A sigla SIPOC tem origem nos termos em inglês: *Suppliers* (fornecedores), *Inputs* (insumos), *Process* (processo), *Outputs* (produtos obtidos na saída) e *Customers* (clientes). Esta técnica tem como objetivo melhorar a visualização da sequência de processos por todos os membros da empresa diretamente ligados a estes (SAXENA, 2008).

O elemento Fornecedor(S) do diagrama SIPOC, representa os indivíduos, departamentos ou organizações que provém materiais, informações ou recursos que serão trabalhados nos processos em análise. As entradas (I), por outro lado, representam as informações ou materiais fornecidos. O processo (P) envolve os passos ou atividades que transformam as entradas em produto ou serviço final (as saídas). As saídas (O) se referem aos serviços ou produtos finais que são resultados do processo. Os clientes (C) são indivíduos, departamentos ou organizações que recebem as saídas do processo. (FONSECA, R. C., 2020).



**Figura 1: SIPOC do processo do sistema de gestão de vazamentos pesquisados SGPV.**

Nesse contexto, conforme a Figura 1, o processo de gestão de vazamentos pesquisados, se inicia a partir de dois fornecedores de informações: a prestadora de serviço de pesquisa de vazamentos não visíveis e a equipe de programação de serviços da Sabesp.

Esses dois fornecedores (*suppliers*) realizam a entrada de dados (*inputs*) no sistema: a contratada de pesquisa, através do preenchimento de dados de campo da pesquisa (km pesquisado, ligações pesquisadas, local do vazamento, pressão em mca, endereço, etc); e a programação de serviços da Sabesp, insere, por meio da Ordem de Serviço (O.S.), a data do serviço programado e respectiva data do serviço executado.

A etapa do processo (*process*) é realizada a partir do cadastro dos dados de campo inseridos no sistema pela prestadora de serviço de pesquisa. Em seguida, equipe de programação da Sabesp recebe um e-mail com estas informações realiza a abertura da O.S. e lançamento no sistema. Quando é realizada a correção do vazamento pela empresa contratada do serviço de reparo de vazamentos, a equipe de programação lança os dados de finalização da O.S. no sistema.

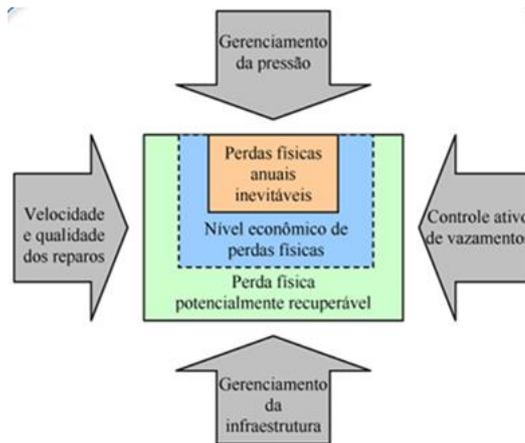
Com isto, o sistema gera os produtos de saída (*outputs*), que são: indicadores chaves de performance (KPI's), relatórios de mapeamento de pressão, diagnóstico de infraestrutura, tipo de serviço adotado em ramais, e relatórios de consolidação de serviços por período.

Todos estes produtos de saída beneficiam os clientes (*customers*), que são: fiscais da Sabesp dos contratos de pesquisa e de correção dos vazamentos por meio de indicadores de desempenho, e gerentes, encarregados operacionais, com diagnósticos do sistema, para tomada de decisão objetiva.

A seguir, será detalhado como foram estabelecidos os produtos de saída deste sistema (*outputs*) e seus resultados.

### **OUTPUTS: INDICADORES CHAVES DE PERFORMANCE (KPI'S) E PAINÉIS DE GESTÃO**

Segundo a Cruz de Lambert, para reduzirmos as perdas reais de água, é necessária a criação de um processo estruturado de trabalho, onde quatro pilares de atividades se encontram. O Gerenciamento das Pressões; a Rapidez e qualidade dos Reparos; o Controle Ativo de Vazamentos e o Gerenciamento da Infraestrutura são ações de trabalho essenciais para obtermos soluções a perdas reais (Almeida *et al*, 2016).



**Figura 2: Cruz de Lambert. Fonte: Lambert & Himer (2000).**

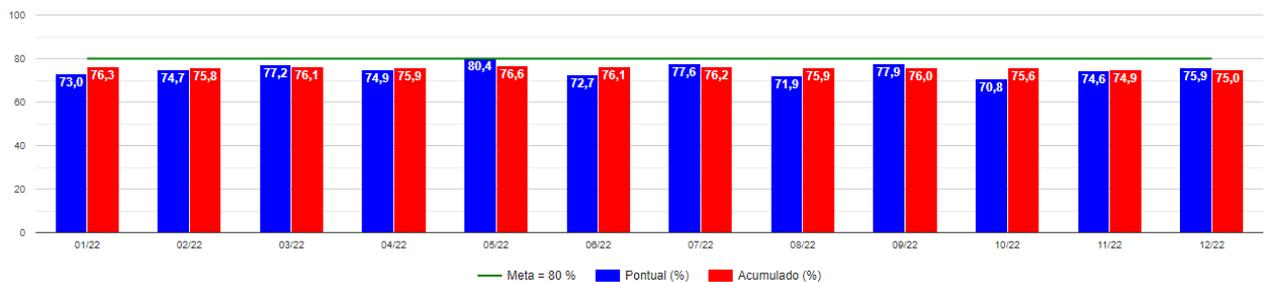
Aliado à estas ações, e com o objetivo de avaliar o desempenho da contratadas de serviço envolvidas, e estruturar o processo de programação da Sabesp, o sistema desenvolvido teve enfoque principalmente em fornecer Indicadores Chave de Performance (KPI's) e painéis que subsidiem estas informações.

Nesse contexto, o **Sistema de Gestão de Vazamentos Pesquisados** foi desenvolvido como uma ferramenta de gestão, combinando estes quatro pilares para o combate às perdas reais aos indicadores chaves de desempenho e Painéis de Gestão.

### PRIMEIRO PILAR: CONTROLE ATIVO DE VAZAMENTOS

De acordo com Lambert, o controle ativo de vazamentos é um dos quatro pilares que devem constar no conjunto de ações para redução de perdas reais. A prática de pesquisa de vazamentos não visíveis nas redes de distribuição, através de técnicas acústicas, é uma das ferramentas para esse controle.

Para melhor avaliação do desempenho do serviço de pesquisa pela empresa contratada, foram incluídos Indicadores Chave de Performance (KPI's): Vazamento Confirmado/km e Vazamento Confirmado/Vazamento Apontado (%), mostrados nas Figura 3 e 4.



**Figura 3: Evolução anual (2022) do indicador Vazamento Confirmado/Vazamento Apontado (%). Fonte: SGPV.**

DIVISÃO / SETOR / MUNICÍPIO	KM PESQUISADA	VAZAMENTOS APONTADOS	VAZAMENTOS CONFIRMADOS	INDICADOR VAZAMENTO CONFIRMADO / KM	INDICADOR CONFIRMADO / APONTADO (%)
RV	10077	2878	2159	0,21	75,0

**Figura 4: Dados consolidados de 2022 da Unidade de Negócio. Fonte: SGPV.**

Além disso, a Unidade de Negócio estabeleceu uma meta interna (aferida periodicamente) de que cada município deve pesquisar 2,5 vezes a sua extensão de rede de água, por ano (Figura 5).



**Figura 5: Evolução anual (2022) do km pesquisado da Unidade de Negócio. Fonte: SGPV.**

Outra funcionalidade do sistema é a emissão de relatório, por período estabelecido, de todos os serviços executados, indicando a data da pesquisa, município, quantidade de ligações pesquisadas, quantidade de quilômetros pesquisados, e quantidade de vazamentos apontados, por componente hidráulico. Este relatório consolida as informações para medição mensal do contrato.

## SEGUNDO PILAR: VELOCIDADE E QUALIDADE DOS REPAROS

O volume de serviços acatados pela programação em alguns dos municípios pertencentes à Unidade de Negócio atinge a ordem de centenas, ou até milhar, como é o caso de São José dos Campos (195 mil ligações de água; 1,7 mil km de rede de água). Portanto, uma ferramenta que organize as atividades: aponte o vazamento encontrado pela equipe de pesquisa e identifique se a correção já está programada para execução é fundamental para uma boa gestão da programação de serviços, e por consequência, para o controle do indicador de tempo de reparo de vazamento.

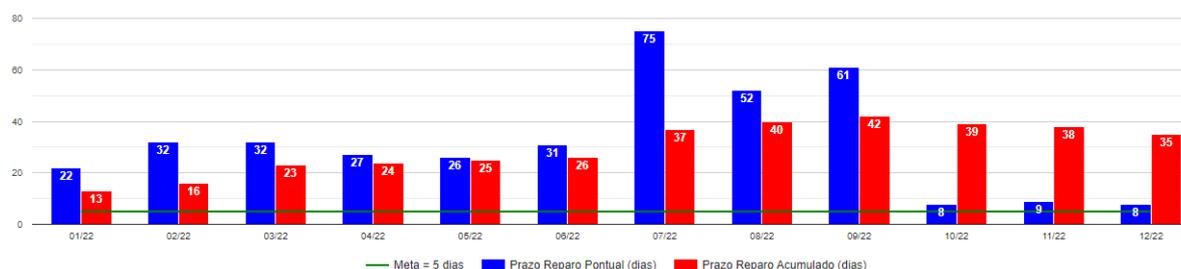
O Painel de gestão de pendências de reparo dos vazamentos pesquisados (Figura 6) cumpre essa tarefa reunindo as informações de vazamentos apontados pela prestadora de serviços de pesquisa, e que devem ser programadas pela Sabesp e executadas por outra empresa contratada, responsável pelo reparo.

Com este Painel, é possível controlar, de acordo com o nível de estrutura organizacional (divisão, setor ou município), a quantidade de serviços pendentes (demanda), por etapas de programação e/ou execução de serviço, com apontamento da pendência mais antiga.

Divisão/ Setor/ Município	ETAPA 1 - PENDENTE DE ABERTURA DE OS (NÃO PROGRAMADO)		ETAPA 2 - PENDENTE DE EXECUÇÃO DE OS (PROGRAMADO)			ETAPA 1 + ETAPA 2			Total	Data Mais Antiga
	Atrasado	No Prazo	Total Etapa 1	Atrasado	No Prazo	Total Etapa 2	Atrasado	No Prazo		
RV	43	0	43	68	0	68	111	0	111	26/05/2022 21:22:21 = 8 dia(s)

**Figura 6: Painel de gestão de pendências de reparo dos vazamentos pesquisados. Fonte: SGPV.**

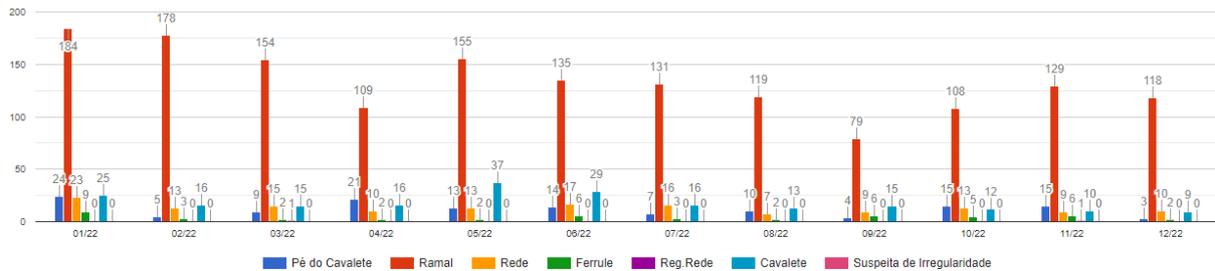
Para acompanhamento da agilidade do reparo do vazamento, foi incluído no painel de gestão o indicador de prazo, em dias, pontual e acumulado. Como observado na Figura 7, o mês de julho/22 ocorreu um pico no indicador em razão da descontinuidade de um contrato de serviço de reparo, e a ferramenta foi essencial para a redefinição de metas, acompanhamento e controle para a redução desse prazo.



**Figura 7: Indicador de prazo de reparo pontual e acumulado no ano de 2022. Fonte: SGPV.**

### TERCEIRO PILAR: GERENCIAMENTO DA INFRAESTRUTURA

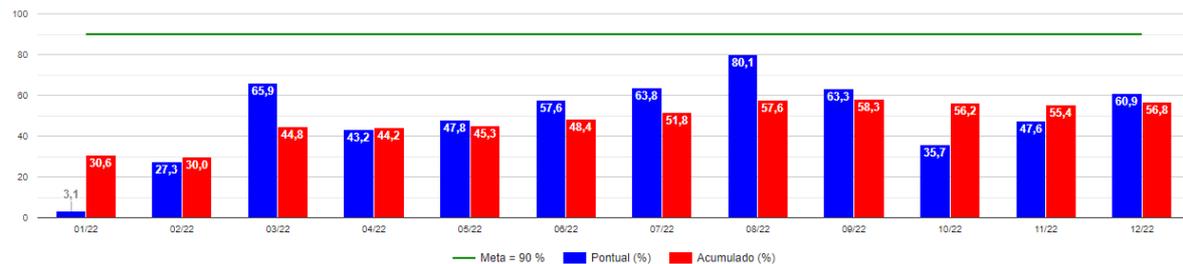
Outra ação estruturada importante no programa combate às perdas reais é o gerenciamento da infraestrutura. Neste sentido, foi implantado um painel para acompanhamento das incidências de vazamentos por componentes hidráulicos no sistema de abastecimento de água.



**Figura 8: Incidências de vazamentos na infraestrutura hidráulica no ano de 2022. Fonte: SGPV.**

Como pode ser observado na Figura 8, o ramal domiciliar de água é responsável pela maior incidência de vazamentos no sistema de abastecimento. Quando ocorre um vazamento no ramal, e é realizado um serviço de reparo no local, ao invés de uma substituição total do componente, esta intervenção na tubulação cria uma emenda no tubo, tornando-o passível de uma nova ocorrência de vazamento.

Desta maneira, a fim de acompanhar o tipo de serviço adotado nos vazamentos em ramais, foram introduzidos no painel de acompanhamento indicadores e metas para priorização de troca corretiva de ramal, como o Indicador de Troca por Reparo de Ramal (%), conforme mostra a série histórica na Figura 9, abaixo.



**Figura 9: Indicador de Troca por Reparo de Ramal (%) no ano de 2022. Fonte: SGPV.**

Com a identificação dos ramais que foram previamente reparados, e que possam tornar-se possíveis pontos de vazamento (em geral aqueles que registram maiores reincidências de reparos), é possível programar a troca preventiva dos mesmos. Este mapeamento também é possível por meio das informações consolidadas fornecidas pelo sistema.

### QUARTO PILAR: GERENCIAMENTO DE PRESSÃO

As pressões a que está submetido o sistema de distribuição de água são um dos principais fatores que influenciam o número de vazamentos e a vazão desses vazamentos. Por conseguinte, o gerenciamento das pressões na distribuição de água é fundamental para a redução das Perdas Reais na companhia de saneamento (TSUTIYA, M. T. 2006).

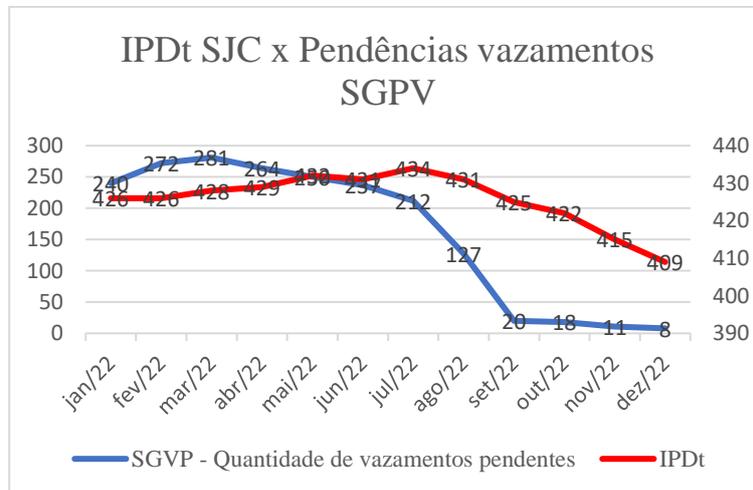
Desse modo, a fim de subsidiar gerentes e encarregados operacionais com um panorama de pressão média por região de abastecimento, o sistema gera relatório com as pressões obtidas em campo e as consolida de forma a apresentar a pressão mínima, média e máxima.

Com estas informações, é possível realizar intervenções mais eficazes nas ações de controle de pressão, como parametrização de *boosters* e/ou implantação/calibração de válvulas redutoras de pressão.

## RESULTADOS

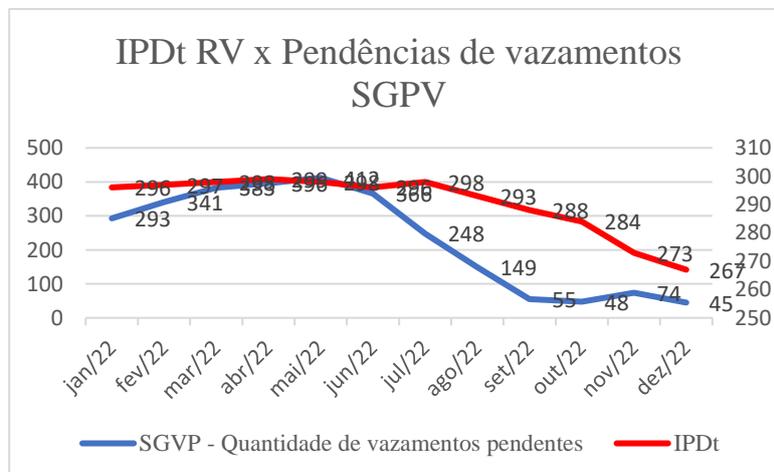
O sistema implantado demonstrou que uma gestão efetiva dos vazamentos não visíveis em carteira, incide diretamente na redução de perdas físicas, como é o caso de um município de São José dos Campos, que iniciou o ano de 2022 com um acúmulo de 240 vazamentos apontados, e finalizou o ano com apenas 8 (redução de 97 % de vazamentos em carteira).

Verificou-se, nesse caso, que as perdas são diretamente impactadas pela da redução dos vazamentos, uma vez que o IPDt do município reduziu desde o início do ano até dezembro/22 um total de 17 L/lig.dia (Figura 10).



**Figura 10: Gráfico de vazamentos pendentes de execução x IPDt em São José dos Campos no ano de 2022. Fonte: SGPV.**

O impacto na Unidade de Negócio também foi significativo, com uma redução de 85 % na quantidade de vazamentos pendentes de reparo e correspondente redução nas perdas em 29 L/lig.dia, desde o início de 2022 até dezembro/22, conforme a Figura 11.



**Figura 11: Gráfico de vazamentos pendentes de execução x IPDt na Unidade de Negócio no ano de 2022. Fonte: SGPV.**

O indicador de prazo de correção dos vazamentos (Figura 12) também aponta para uma ação diretamente ligada à redução de perdas, que reduziu significativamente o prazo pontual de reparo mensal para a Unidade de Negócio.

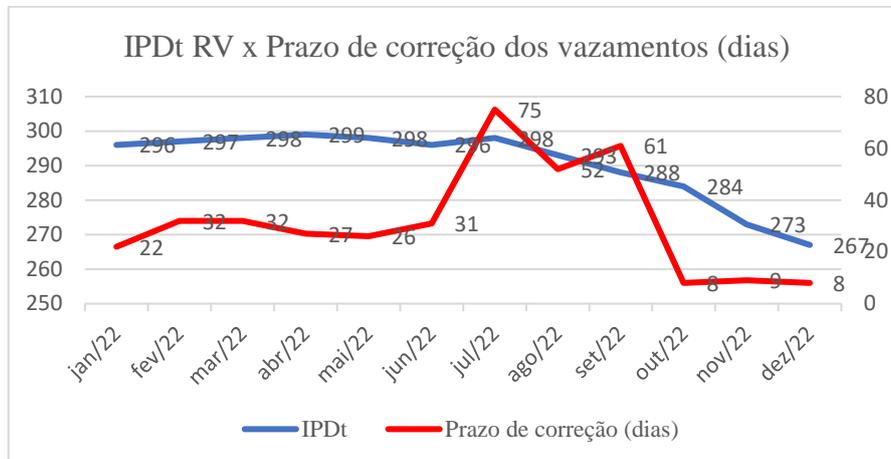


Figura 12: Gráfico de prazo de correção dos vazamentos (dias) x IPDt na Unidade de Negócio no ano de 2022. Fonte: SGPV.

## CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

É possível concluir, em vista dos resultados apresentados, que o Controle Ativo de Vazamentos, por meio do sistema desenvolvido, impactou significativamente na redução das perdas dos municípios onde houve pesquisa e gestão das respectivas correções.

Os relatórios e indicadores gerados pelo SGPV também contribuem para ações provenientes da metodologia adotada pela Cruz de Lambert. O indicador de tempo de reparo, por exemplo, permite monitorar a Rapidez e qualidade dos Reparos, e, portanto, a eficiência da contratada que executa estes serviços.

O sistema também apresenta, em seus painéis de gestão, um diagnóstico de infraestrutura (através do painel que aponta a incidência de vazamentos por peças e conexões hidráulicas), e um mapeamento de pressão por região de abastecimento dos municípios pesquisados, permitindo, portanto, que sejam direcionadas ações eficazes quanto ao Gerenciamento de pressão e de infraestrutura para redução de perdas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida *et al.* ABES - XI-016 - DETALHANDO A CRUZ DE LAMBERT COM FOCO NA GESTÃO DA INFRAESTRUTURA PARA REDUÇÃO DE PERDAS REAIS – METODOLOGIA DE PRIORIZAÇÃO DE RAMAIS PARA TROCA PREVENTIVA UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEORREFERENCIAMENTO, 2016.
2. FONSECA, R. C. Utilização de ferramentas de melhoria contínua no processo de gestão de atendimento de pedidos: aplicação em uma empresa do segmento automotivo. 2020. Disponível em <https://lalt.fecfau.unicamp.br/wp-content/uploads/2020/07/tcc-159.pdf>. Acesso em 01/04/2023.
3. LAMBERT, A.; HIRNER, W. *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures*. EUA: IWA, 2000
4. SAXENA, Sanjaya Kumar. *Discover Six Sigma. The science behind breakthrough improvements*. Disponível em <http://www.discover6sigma.org/post/2007/06/sipoc/>. 2008. Acesso em 01/04/2023.
5. TSUTIYA, M. T. ABASTECIMENTO DE ÁGUA – 2006.