SETORIZAÇÃO E GESTÃO DAS VARIÁVEIS HIDRÁULICAS NA REDUÇÃO DE PERDAS REAIS EM CONTRATO DE PERFORMANCE

Hortencia Salarini Lourencini [(1)]
Engenheira Ambiental pela Faesa, Vitória/ES, pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pela FACAM, Vitória/ES, e em Engenharia Gerenciamento de Obras de Construção Civil pelo IMT, São Paulo/SP. Atua como Coordenadora de Estudos e Propostas pela Acqua.
Mauricio Massao Yamada [(2)]
Engenheiro Civil pela Anhembi Morumbi, Tecnólogo Hidráulico pela Fatec-SP e Gestor Ambiental pela USP. Atua como Coordenador Técnico pela Acqua.
Thaís Foffano Rocha [(3)]
Engenheira Ambiental pela UNESP, Sorocaba/SP, pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Senac/SP e Gerenciamento de Obras de Construção Civil pelo Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo/SP. Atua como Diretora de Engenharia pela Acqua.
Thiago Garcia da Silva Santim [(4)]
Engenheiro Civil e Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Unesp de Ilha Solteira/SP. Trabalhou como gerente do Controle de Perdas do SAAE Guarulhos e atualmente é Diretor de Engenharia pela Vita Ambiental.

Endereço [(1)]**:** Av. Paulista, 453, cj. 31 - Bela Vista - São Paulo - SP - CEP: 01311-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 941370029 - e-mail: hortencia.lourencini@gel-eng.com.br.

RESUMO

As perdas de água representam um dos principais desafios dos sistemas de abastecimento, impactando a sustentabilidade dos recursos hídricos, a eficiência operacional e a viabilidade econômica das prestadoras de saneamento. Nesse contexto, os contratos de performance surgem como alternativa aos modelos tradicionais de contratação, vinculando a remuneração da contratada ao alcance de metas previamente estabelecidas. Este trabalho apresenta os resultados da implantação de um contrato de performance na Zona Sul de Joinville (SC), abrangendo aproximadamente 250 mil habitantes, 68 mil ligações e 830 km de rede de distribuição. As ações executadas incluíram gerenciamento de pressão, implantação de Distritos de Medição e Controle (DMCs), pesquisa e reparo de vazamentos, substituição de ramais, modelagem hidráulica e monitoramento por telemetria. Durante o período de apuração, foram pesquisados 2.228,66 km de rede, identificados 828 vazamentos e executadas 3.782 intervenções corretivas e preventivas. Os resultados demonstraram redução da densidade de vazamentos de 1,69 para 0,12 vazamentos por quilômetro pesquisado, correspondente a aproximadamente 93%, além da recuperação média de 11.580 m³/dia e atingimento de 128% da meta. Os resultados evidenciam a efetividade do modelo de contratação por desempenho e seu potencial para ampliar a eficiência operacional dos sistemas de abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Contrato de performance, Controle de perdas, Gerenciamento de pressão.

INTRODUÇÃO

A redução das perdas de água é um dos principais desafios da gestão dos sistemas de abastecimento. Em um cenário de crescente pressão sobre os recursos hídricos, as perdas representam desperdício de água tratada, energia, produtos químicos e investimentos em infraestrutura. O tema tornou-se ainda mais relevante após o Novo Marco Legal do Saneamento, que ampliou a necessidade de ganhos de eficiência operacional.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SINISA), o índice médio de perdas na distribuição no Brasil alcançou 32,17% em 2023, com diferenças expressivas entre as regiões do país. Enquanto a Região Sudeste apresentou índice médio de 24,50%, a Região Norte registrou perdas superiores a 48%.

As perdas podem ser classificadas em reais, associadas aos vazamentos e extravasamentos dos sistemas, e aparentes, relacionadas a falhas de medição, fraudes e irregularidades comerciais. Em ambos os casos, representam perdas financeiras significativas para os operadores.

Historicamente, muitas iniciativas de redução de perdas foram conduzidas por meio de contratos convencionais de obras e serviços. Entretanto, a simples execução física de atividades nem sempre resulta em ganhos efetivos de desempenho. Em resposta a essa limitação, surgiram os contratos de performance, nos quais a remuneração está vinculada ao alcance de metas previamente definidas.

Joinville destaca-se como um importante polo industrial e urbano do Sul do Brasil. O crescimento populacional e econômico do município impõe desafios permanentes para a operação do sistema de abastecimento. Nesse contexto, a Companhia Águas de Joinville optou pela adoção de um contrato de performance para acelerar a redução das perdas reais na Zona Sul do município.

Nesse modelo, o risco operacional é compartilhado entre contratante e contratada, estimulando a adoção de soluções integradas e eficientes para maximizar os resultados obtidos.

OBJETIVOS

Avaliar os resultados obtidos por meio da implementação de um contrato de performance voltado à redução de perdas reais em sistema de abastecimento de água, utilizando como estudo de caso a Zona Sul do município de Joinville (SC).

- Avaliar a evolução dos indicadores operacionais;
- Quantificar a recuperação de volume de água;
- Analisar os impactos das ações de controle de perdas;
- Verificar o atingimento das metas estabelecidas contratualmente.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A literatura técnica aponta que programas de redução de perdas devem combinar ações estruturais e operacionais. Entre as medidas mais frequentemente empregadas destacam-se a setorização dos sistemas, o gerenciamento de pressão, a pesquisa ativa de vazamentos, a renovação de infraestrutura e o fortalecimento da macromedição (SILVA JUNIOR, 2017).

Segundo Kingdom, Liemberger e Marin (2006), os contratos de performance representam uma evolução dos modelos tradicionais de contratação por estimularem a inovação e a busca por resultados. Nesse modelo, a contratada assume parte do risco associado ao desempenho do sistema.

A utilização de modelagem hidráulica também tem sido amplamente reconhecida como ferramenta de apoio à tomada de decisão. Modelos calibrados permitem identificar áreas críticas, simular cenários operacionais e direcionar investimentos para os locais com maior potencial de retorno (SILVA JUNIOR, 2017).

Diversos estudos demonstram que o gerenciamento de pressão é uma das medidas com melhor relação custo-benefício para redução de perdas reais. A redução de pressões excessivas contribui para diminuir a frequência de rompimentos e a vazão dos vazamentos existentes (KINGDOM; LIEMBERGER; MARIN, 2006).

A universalização do acesso aos serviços para garantir o direito ao saneamento básico demanda projetos, planos e ações adequados às peculiaridades locais e regionais que caracterizam o Brasil. A prestação dos serviços de saneamento deve adotar o uso de métodos, técnicas e processos que considerem tais peculiaridades, ou seja, as tecnologias e as infraestruturas de saneamento básico necessárias ao atendimento em áreas rurais são diferentes de tecnologias e infraestruturas utilizadas no meio urbano (BRASIL, 2025).

É possível constatar que o Brasil se encontra distante tanto de países desenvolvidos, como de seus pares em desenvolvimento. O país obteve a 86ª posição no ordenamento das 139 nações analisadas, ficando atrás da China de 2012, com 20,54%, da Rússia de 2020, com 26,59% e da África do Sul de 2017, que tinha 33,73% de perdas de água (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2025).

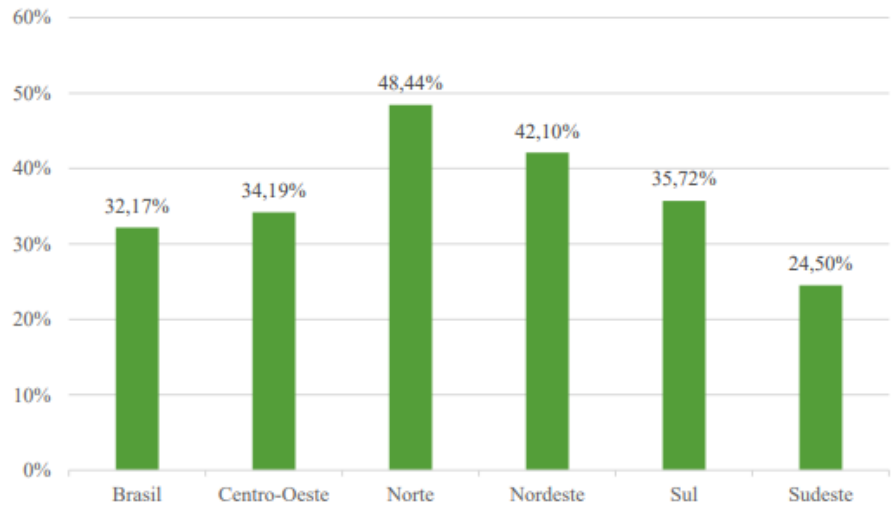
A gestão eficiente dos recursos hídricos no Brasil é um fator importante que contribuirá para o combate da escassez de água, principalmente nos grandes centros que sofrem constantemente com os racionamentos. Segundo Silva Junior (2017), as perdas de água são um problema mundial, e um dos grandes problemas dos sistemas de abastecimento de água brasileiros. É um tema de interesse recorrente devido aos problemas de

escassez hídrica e aos altos custos da energia elétrica utilizada durante os processos de captação, produção e distribuição da água tratada.

A situação das prestadoras de serviços de saneamento no Brasil ainda é muito crítica, em termos de direcionamento dos recursos disponíveis. Em muitas cidades ainda há um déficit muito grande de saneamento básico, seja pela falta ainda de distribuição de água tratada para toda a população, bem como principalmente pela ausência de coleta e tratamento de esgotos. Dessa forma, o controle e redução de perdas correm o risco de ficar em segundo plano (MELATO, 2010).

O gráfico apresentado na Figura 1 evidencia que os índices de perdas na distribuição de água apresentam diferenças significativas entre as regiões brasileiras. Com base nos dados do SINISA (2023), a região Norte registra o maior índice de perdas, alcançando 48,44%, seguida pelas regiões Nordeste (42,10%) e Sul (35,72%). Já as regiões Centro-Oeste (34,19%) e Sudeste (24,50%) apresentam resultados mais favoráveis, sendo esta última a de melhor desempenho no país (BRASIL, 2025).

Figura 1 – Gráfico de perdas por região do Brasil.



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados (2025).

Um dos principais desafios das operadoras de água em países em desenvolvimento é reduzir a perda de água. O volume inicial de água disponibilizado no sistema de distribuição pelas operadoras de água é, em boa parte, desperdiçado durante o processo de distribuição (perda de água física ou real) e, muitas vezes, apesar da distribuição de água atingir o consumidor final, o produto não é cobrado adequadamente tanto por problemas técnicos na medição dos hidrômetros quanto por fraude do consumidor, a chamada perda de água comercial ou aparente conforme mostrado em KINGDOM, LIEMBERGER e MARIN (2006).

Os programas para redução de perdas de água devem considerar sempre a relação entre o valor gerado pelo volume de água economizado (que não será perdido) e o valor do investimento tanto em infraestrutura quanto em gestão comercial realizado para lograr a redução de perdas. A partir de um certo nível de perda de água muito reduzido, o custo para a redução da perda de água se torna cada vez maior, pois a economia de água gerada por investimento realizado é cada vez menor (IFC, 2013).

Como contraponto à abordagem tradicional tanto em relação à perda de água física quanto em relação à perda de água comercial, a literatura propõe de forma unânime, o modelo de contrato de performance. Neste, diferentemente da abordagem tradicional, todas as atividades relacionadas à redução de perda de água são transferidas ao parceiro privado (IFC, 2013).

Os contratos de performance oferecem uma nova abordagem para o desafio de redução das perdas de água. A essência dos contratos de performance é o agente privado não ser remunerado apenas pela entrega dos serviços, como ocorreria na terceirização, mas também pelo cumprimento das metas estabelecidas no contrato (IFC, 2013).

METODOLOGIA

Área de Estudo

Joinville (Figura 2) é a maior cidade de Santa Catarina, localizada na região Sul do Brasil. Possui uma área territorial de 1.127,8 km² e uma densidade demográfica de 546,41 hab/km². Segundo estimativa do IBGE, Joinville conta com aproximadamente 664,5 mil habitantes em 2025.

Figura 2 – Localização do município de Joinville/SC.

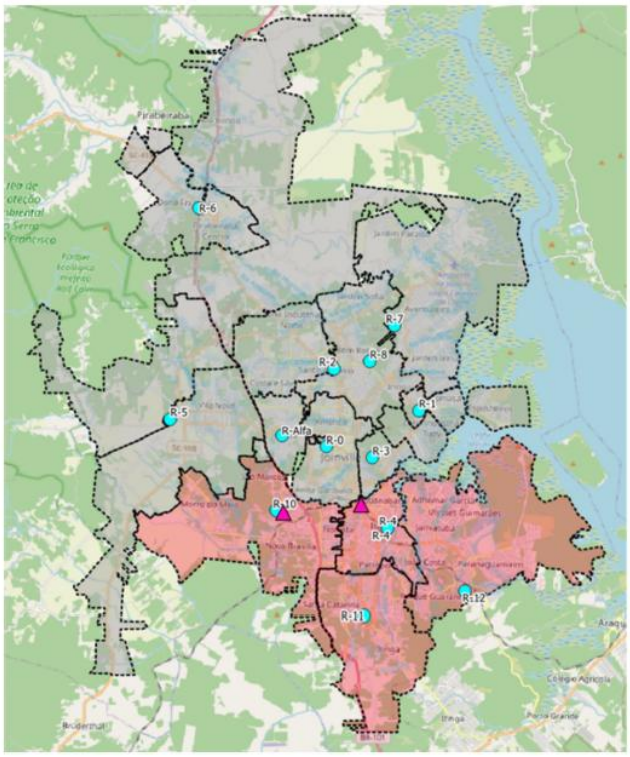


Fonte: Google Maps (2026).

Entre os grandes desafios de infraestrutura do Município de Joinville está a redução das perdas de água, não só pelo desperdício gerado, mas também pela garantia da segurança do abastecimento público e industrial frente ao crescimento das demandas.

Sendo assim, em 2022 foram desenvolvidos os estudos para determinação dos investimentos necessários para a redução de perdas na Zona Sul de Joinville, abrangendo os setores operacionais R-04, R-10, R11 e R-12 (Figura 3) que abastecem 68 mil ligações, uma população total de aproximadamente 250 mil habitantes e 830 km de rede.

Figura 3 – Setores de abastecimento e área do contrato (vermelho).



Fonte: Termo de referência.

Modelo Contratual

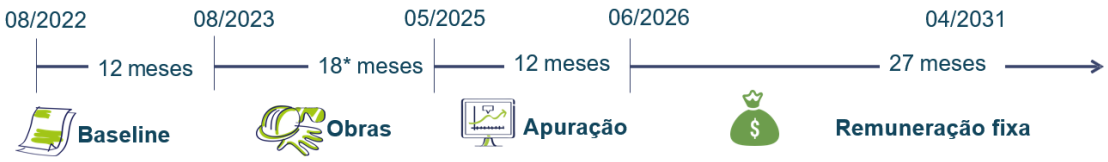
A Companhia Águas de Joinville (CAJ), concessionária responsável pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Joinville, desempenha papel fundamental na gestão e operação da infraestrutura de saneamento local. Com foco na melhoria contínua da eficiência operacional e na sustentabilidade dos recursos hídricos, a companhia tem adotado estratégias voltadas à redução de perdas, modernização dos sistemas e ampliação do monitoramento operacional.

Nesse contexto, os programas de controle de perdas passaram a ocupar posição estratégica, motivando a realização de estudos específicos e a adoção de modelos inovadores de contratação baseados em desempenho.

Para acelerar o processo de redução de perdas, a CAJ desenhou uma estratégia de investimento baseada na performance da contratada, onde o desembolso do contrato se dará pela efetiva redução de volume perdido e não pela simples execução da obra como nas modalidades de contratação tradicionais.

Na Figura 4 está apresentado o fluxo das etapas do contrato de performance com os prazos e datas em que ocorreram.

Figura 4 – Fluxo das etapas do contrato de performance.



Fonte: Termo de referência.

O estudo direcionou a possibilidade de ações de gerenciamento de pressão e controle através de instalação de áreas de VRPs e Distritos de Medição e Controle, unida às ações de combate a perdas com pesquisa e reparo de

vazamentos, setorização e substituição de redes possibilitarão um ganho previsto de 33% de redução do volume perdido da zona sul, esse valor servirá como base de cálculo para o atingimento da meta de performance.

Em valores atuais, esse percentual corresponde a um volume recuperado de 9.121 m³/dia, número que foi recalculado no início do contrato com a formatação final da *baseline* desta contratação.

Abordagem Técnica: Soluções Propostas

O edital do contrato de performance estabeleceu um conjunto de intervenções estruturais e operacionais destinadas à redução das perdas de água na Zona Sul de Joinville. As ações previstas abrangiam desde estudos e diagnósticos operacionais até obras, implantação de equipamentos e atividades de controle ativo de perdas, conforme descrito a seguir:

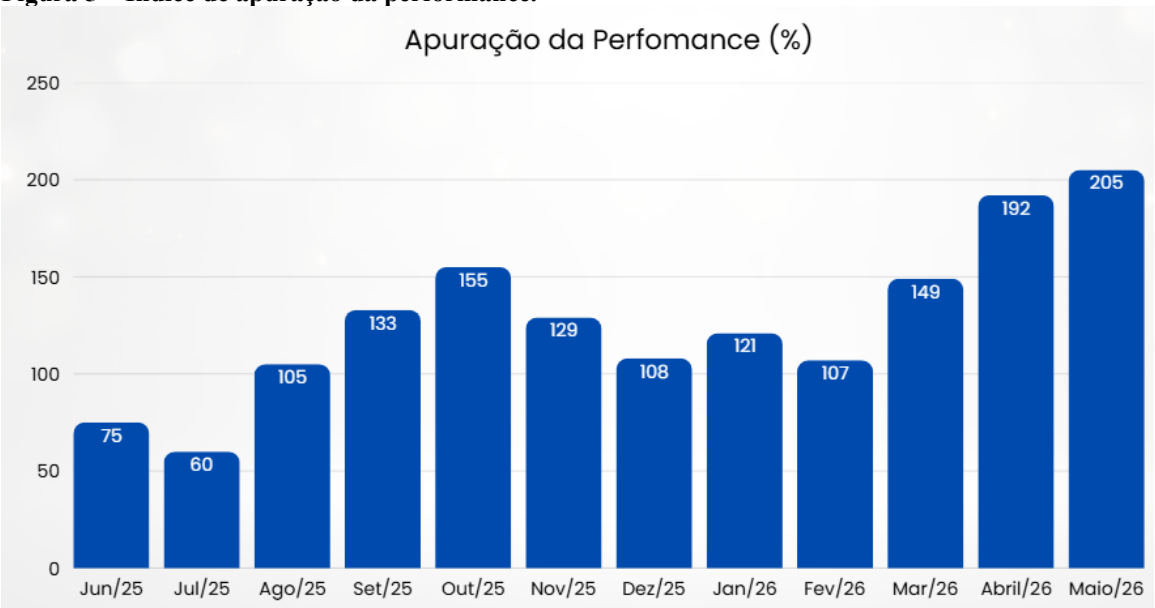
- Estudos e diagnóstico operacional do sistema de abastecimento, incluindo modelagem hidráulica, medições de pressão e vazão e análise operacional da Zona Sul.
- Adequação e otimização operacional de 4 válvulas redutoras de pressão (VRPs) existentes.
- Fornecimento e instalação de 38 VRPs com telemetria e implantação dos Distritos de Medição e Controle (DMCs).
- Implantação de 42 controladores de VRP e dataloggers para monitoramento e controle de pontos críticos.
- Fornecimento e instalação de 6 macromedidores com telemetria e implantação dos respectivos DMCs.
- Pesquisa de vazamentos não visíveis em 1.079 km de rede, incluindo reparos em redes, cavaletes e ramais.
- Execução de 1.100 trocas corretivas e 1.900 trocas preventivas de ramais pelo método não destrutivo.
- Execução de 24,3 km de redes de distribuição de água, prioritariamente pelo método não destrutivo (MND).
- Fornecimento e instalação de 3 boosters para atendimento de pontos críticos do sistema.
- Implantação de controladores e dataloggers para monitoramento e controle operacional dos boosters.
- Desenvolvimento de programa de comunicação e relacionamento com clientes e sociedade durante a execução do contrato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evolução da Performance

A Figura 5 apresenta a evolução do indicador de performance ao longo do período de apuração. Observa-se que os resultados iniciais ficaram abaixo da expectativa, com índices de 75% e 60% nos meses de junho e julho de 2025, respectivamente. Esse comportamento está diretamente relacionado ao estágio de implantação do projeto, uma vez que parte significativa das intervenções ainda não havia sido concluída.

Figura 5 – Índice de apuração da performance.

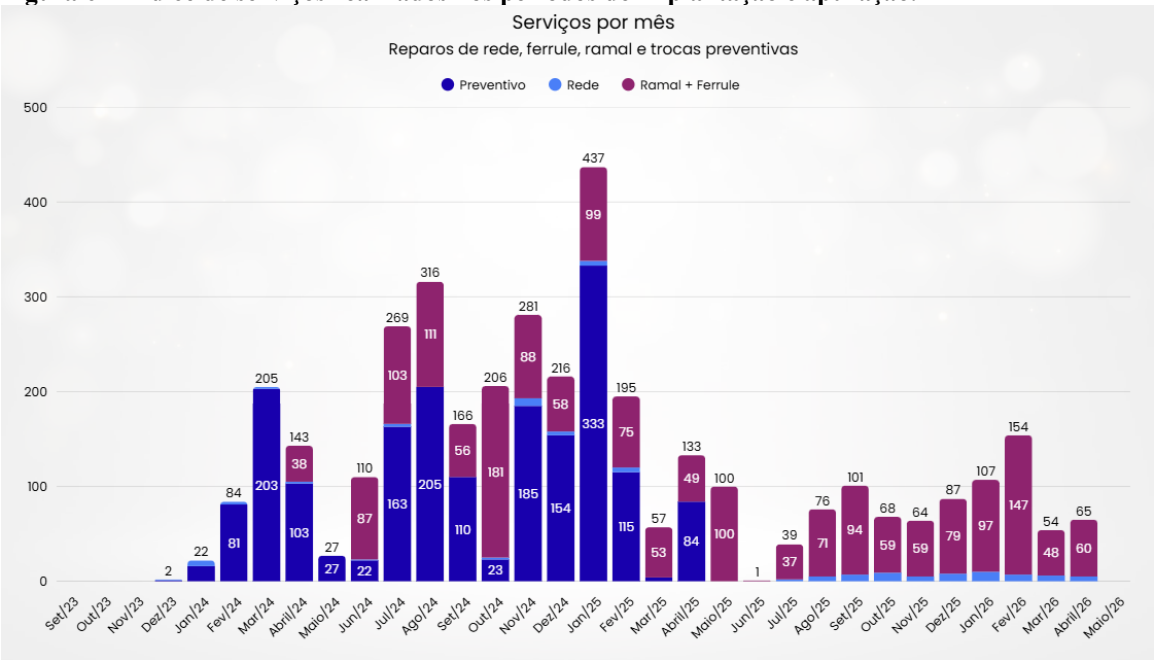


Fonte: Autoria própria.

Durante os primeiros meses de operação, os Distritos de Medição e Controle (DMCs) encontravam-se em fase de implantação e ajustes operacionais, havendo atrasos na execução das obras de setorização, instalação de equipamentos e entrada em operação das áreas de controle de pressão. Como consequência, os benefícios esperados do gerenciamento de pressão e do monitoramento setorizado ainda não estavam plenamente consolidados no sistema.

Outro fator relevante foi a estratégia inicialmente adotada para a pesquisa de vazamentos. O escopo de pesquisa foi executado antes da conclusão da setorização e da efetiva estabilização das pressões operacionais. Embora essa abordagem tenha permitido a identificação e o reparo de diversos vazamentos, verificou-se posteriormente que parte dos ganhos obtidos não se sustentou ao longo do tempo, uma vez que as elevadas pressões ainda presentes em determinados setores favoreceram o surgimento de novas ocorrências, conforme pode ser observado na Figura 6. Essa experiência constituiu uma importante lição aprendida do projeto, evidenciando a necessidade de priorizar a estabilização operacional e o gerenciamento de pressão antes da execução massiva das campanhas de pesquisa de vazamentos.

Figura 6 – Índice de serviços realizados nos períodos de implantação e apuração.

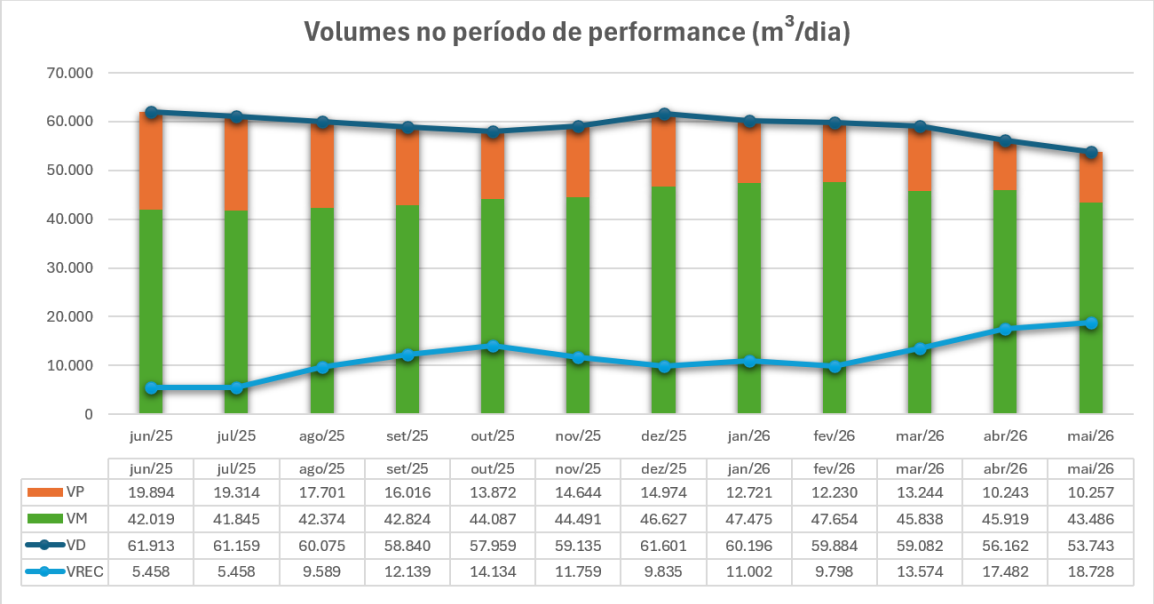


Fonte: Autoria própria.

A partir de outubro e novembro de 2025, com a conclusão das principais obras, a entrada em operação da totalidade dos setores previstos e a efetiva implementação dos controles de pressão, observou-se uma mudança consistente na trajetória dos indicadores. Nesse período, os resultados das ações executadas passaram a se refletir de forma mais significativa no balanço hídrico e, consequentemente, nos índices de performance do contrato.

A evolução observada nos meses subsequentes demonstra o efeito combinado das ações estruturais e operacionais implementadas. Após atingir valores entre 107% e 121% no início de 2026, a performance alcançou 149% em março, 192% em abril e 205% em maio de 2026, superando de forma expressiva as metas inicialmente estabelecidas, atingido na média o equivalente a 128% da meta de redução do volume perdido.

Figura 7 – Volumes no período de performance.



	jun/25	jul/25	ago/25	set/25	out/25	nov/25	dez/25	jan/26	fev/26	mar/26	abr/26	mai/26
VP	19.894	19.314	17.701	16.016	13.872	14.644	14.974	12.721	12.230	13.244	10.243	10.257
VM	42.019	41.845	42.374	42.824	44.087	44.491	46.627	47.475	47.654	45.838	45.919	43.486
VD	61.913	61.159	60.075	58.840	57.959	59.135	61.601	60.196	59.884	59.082	56.162	53.743
VREC	5.458	5.458	9.589	12.139	14.134	11.759	9.835	11.002	9.798	13.574	17.482	18.728

Fonte: Autoria própria.

Ao final do período de apuração, o volume recuperado (VREC) em relação a *baseline*, teve uma média de 11.580 m³/dia (Figura 7). Esse resultado superou em aproximadamente 27% a meta originalmente estabelecida de 9.121 m³/dia, evidenciando a efetividade do conjunto de ações implementadas e do modelo contratual baseado em desempenho.

Atividades para controle de vazamentos no período de apuração

Para garantir o atingimento dos resultados contratados, foi necessária a ampliação das atividades de pesquisa ativa de vazamentos, com a inspeção de aproximadamente 2.228 km de rede, volume superior ao originalmente previsto em contrato. Esse esforço adicional permitiu identificar e eliminar vazamentos remanescentes em áreas já estabilizadas operacionalmente, contribuindo para a consolidação dos ganhos observados e para a superação das metas de recuperação de volume estabelecidas para o projeto.

A Tabela 1 apresenta os dados da pesquisa de vazamentos durante o período de apuração, onde foram identificados:

- 763 vazamentos não visíveis;
- 65 vazamentos visíveis;
- 828 vazamentos no total.

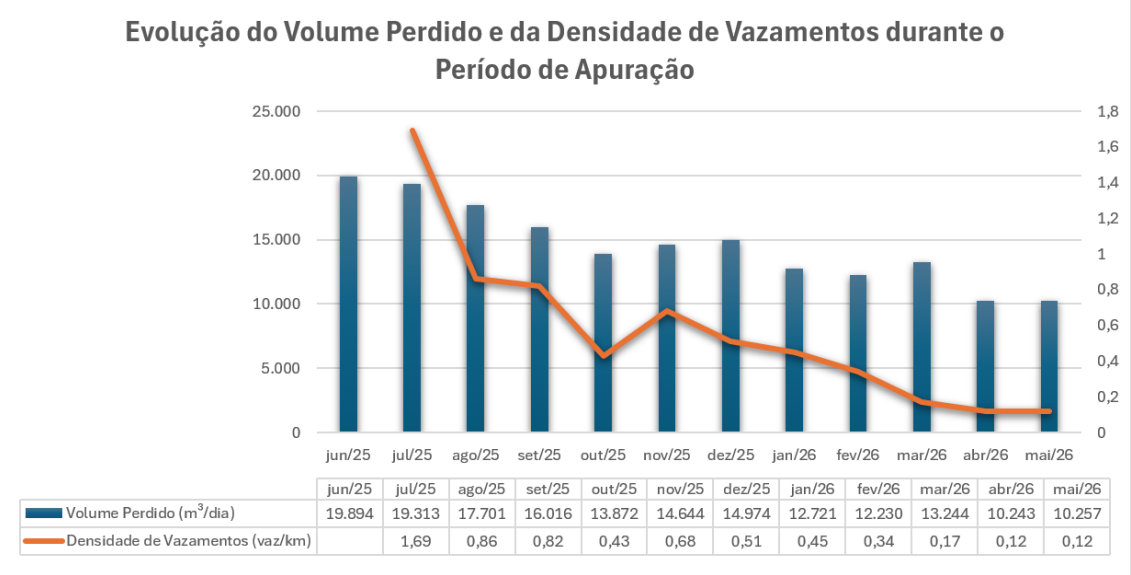
Tabela 1 – Dados da pesquisa de vazamentos no período de apuração

		NÃO VÍSIVEIS		VÍSIVEIS		TOTAL	
MÊS	**Ext.(km)**	**Quant.**	**Vaz/km**	**Quant.**	**Vaz/km**	**Quant.**	**Vaz/km**
JULHO	37,33	51	1,37	12	0,32	63	1,69
AGOSTO	65,21	52	0,80	4	0,06	56	0,86
SETEMBRO	82,78	68	0,82	0	0,00	68	0,82
OUTUBRO	70,43	28	0,40	2	0,03	30	0,43
NOVEMBRO	178,82	106	0,59	16	0,09	122	0,68
DEZEMBRO	127,01	61	0,48	4	0,03	65	0,51
JANEIRO	356,82	154	0,43	7	0,02	161	0,45
FEVEREIRO	396,92	122	0,31	14	0,04	136	0,34
MARÇO	368,01	57	0,15	6	0,02	63	0,17
ABRIL	374,75	44	0,12	0	0,00	44	0,12
MAIO	170,58	20	0,12	0	0,00	20	0,12
TOTAL	**2.228,66**	**763**	**0,34**	**65**	**0,03**	**828**	**0,37**

Fonte: Autoria própria.

A Figura 8 apresenta a evolução do volume perdido e da densidade de vazamentos ao longo do período de apuração do contrato. Observa-se uma redução consistente de ambos os indicadores, evidenciando a efetividade das ações de controle ativo de perdas implementadas no sistema. A densidade de vazamentos reduziu de 1,69 vaz/km em julho de 2025 para 0,12 vaz/km em maio de 2026, correspondendo a uma redução de aproximadamente 93%. No mesmo período, o volume perdido passou de 19.313 m³/dia para 10.257 m³/dia, representando uma recuperação direta de mais de 9 mil m³/dia.

Figura 8 – Evolução do volume perdido e da densidade de vazamentos durante o período de apuração.



Fonte: Autoria própria.

Embora a relação entre os indicadores não seja estritamente linear, uma vez que o volume perdido também é influenciado pelo gerenciamento de pressão, pela setorização e por outras melhorias operacionais, observa-se uma correlação clara entre a redução da incidência de vazamentos e a diminuição das perdas do sistema. Os resultados demonstram que a estabilização operacional dos setores e a continuidade das ações de pesquisa e reparo foram fundamentais para a consolidação dos ganhos alcançados ao longo do contrato de performance.

Destaca-se ainda o papel do gerenciamento de pressão na sustentabilidade desses resultados. Além de contribuir para a redução da vazão dos vazamentos existentes, o controle das pressões operacionais atua diretamente na prevenção do surgimento de novas ocorrências, reduzindo os esforços mecânicos sobre redes, ramais e conexões. Dessa forma, o gerenciamento de pressão não apenas potencializa os ganhos obtidos com as atividades de pesquisa e reparo de vazamentos, mas também contribui para a manutenção de baixos índices de densidade de vazamentos ao longo do tempo, garantindo maior estabilidade operacional e preservando os resultados alcançados pelo contrato.

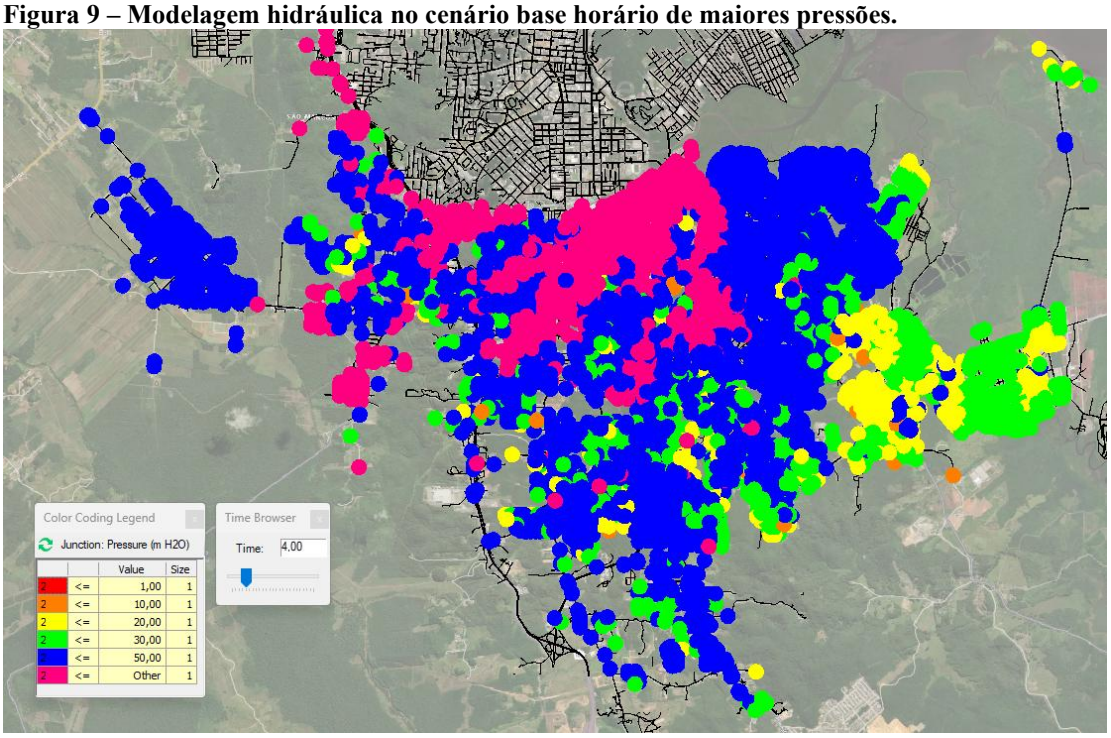
Impactos da Setorização e do Gerenciamento de Pressão no Desempenho Operacional do Sistema

A implantação dos DMCs, o gerenciamento de pressão e a ampliação do monitoramento operacional permitiram maior controle do sistema e maior velocidade na identificação de anomalias operacionais. Os resultados reforçam que a combinação entre tecnologia, setorização e gestão orientada por indicadores potencializa significativamente os programas de redução de perdas.

Na estão apresentados os mapas de pressões para o horário de maiores pressões (4h), nessas condições, a redução da demanda provoca a diminuição das perdas de carga ao longo da rede, resultando no aumento das pressões estáticas nos pontos de abastecimento. Estão comparados os cenários base e final dos setores trabalhados de Joinville, onde o cenário base compreende o período antes das intervenções, considerando os dados de *baseline*, já o cenário final considera todas as obras executadas, setorização, controles, melhorias operacionais e demais atividades ligadas ao combate às perdas.

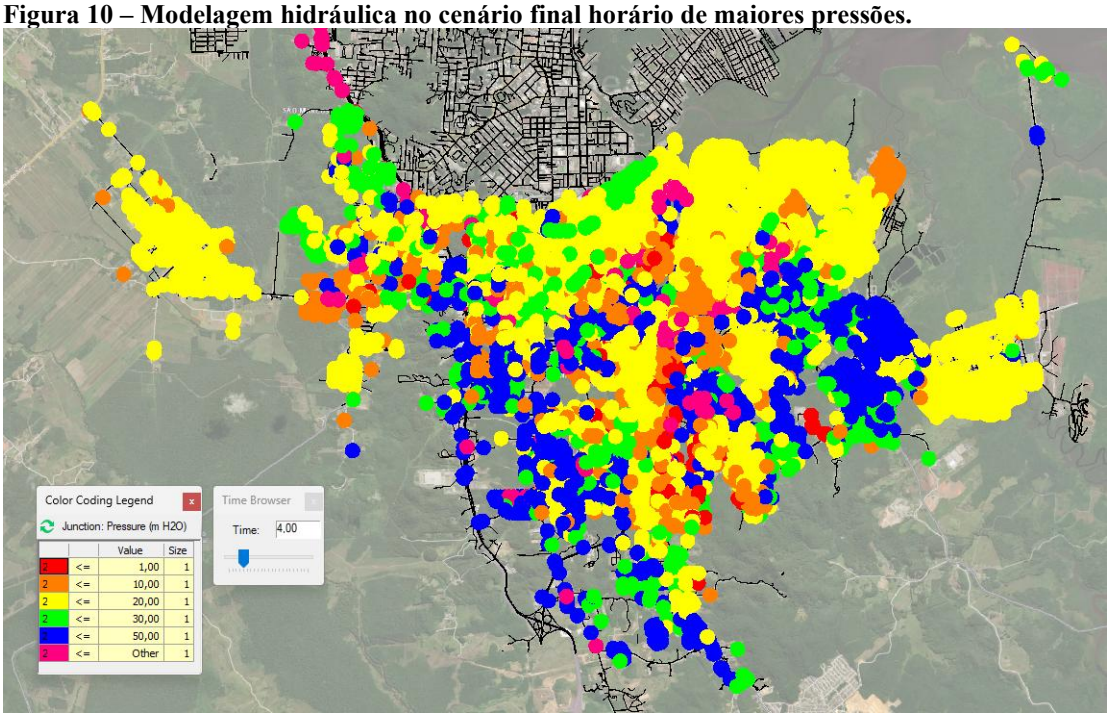
A Figura 9 e Figura 10 apresentam os mapas de pressão correspondentes ao horário de ocorrência das maiores pressões no sistema (4h), período caracterizado pela baixa demanda de consumo. Nessas condições, a redução das vazões provoca a diminuição das perdas de carga ao longo da rede, resultando no aumento das pressões estáticas nos pontos de abastecimento. Os mapas permitem comparar os cenários base e final dos setores contemplados pelo projeto na Zona Sul de Joinville. O cenário base representa as condições operacionais anteriores às intervenções, considerando os dados definidos na baseline do contrato, enquanto o cenário final incorpora todas as ações implementadas, incluindo setorização, gerenciamento de pressão, melhorias operacionais, instalação de equipamentos de controle e demais medidas voltadas à redução de perdas.

Figura 9 – Modelagem hidráulica no cenário base horário de maiores pressões.



Fonte: Autoria própria.

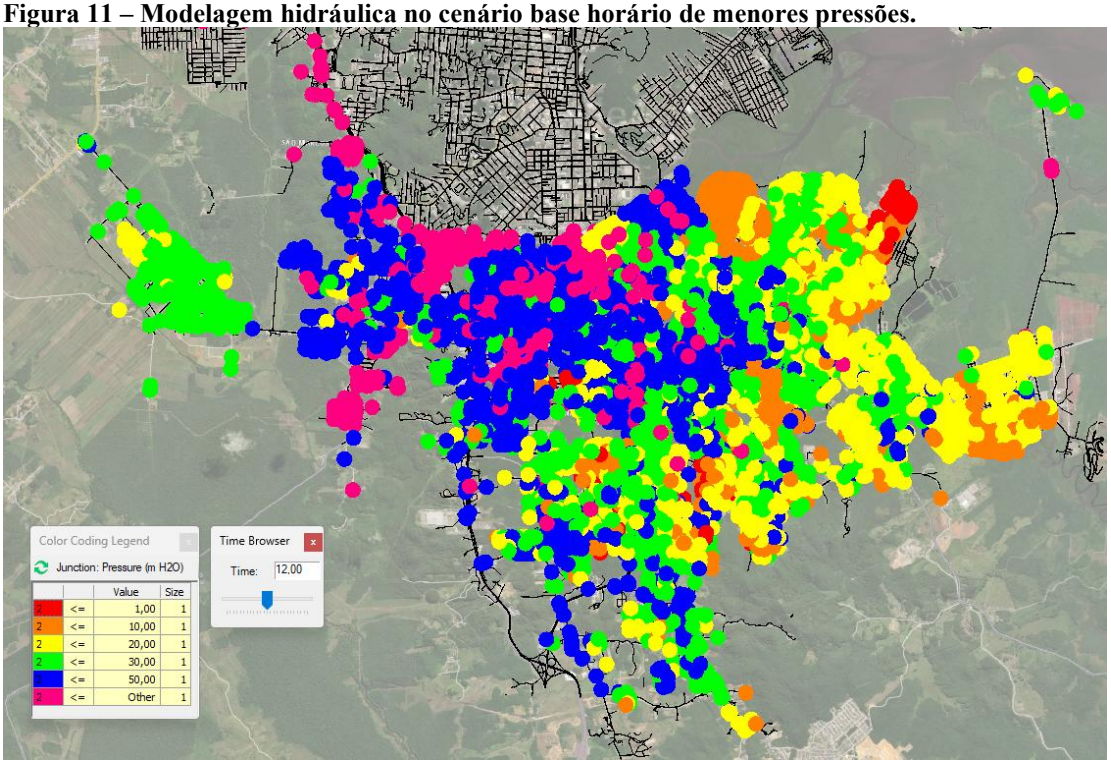
Figura 10 – Modelagem hidráulica no cenário final horário de maiores pressões.



Fonte: Autoria própria.

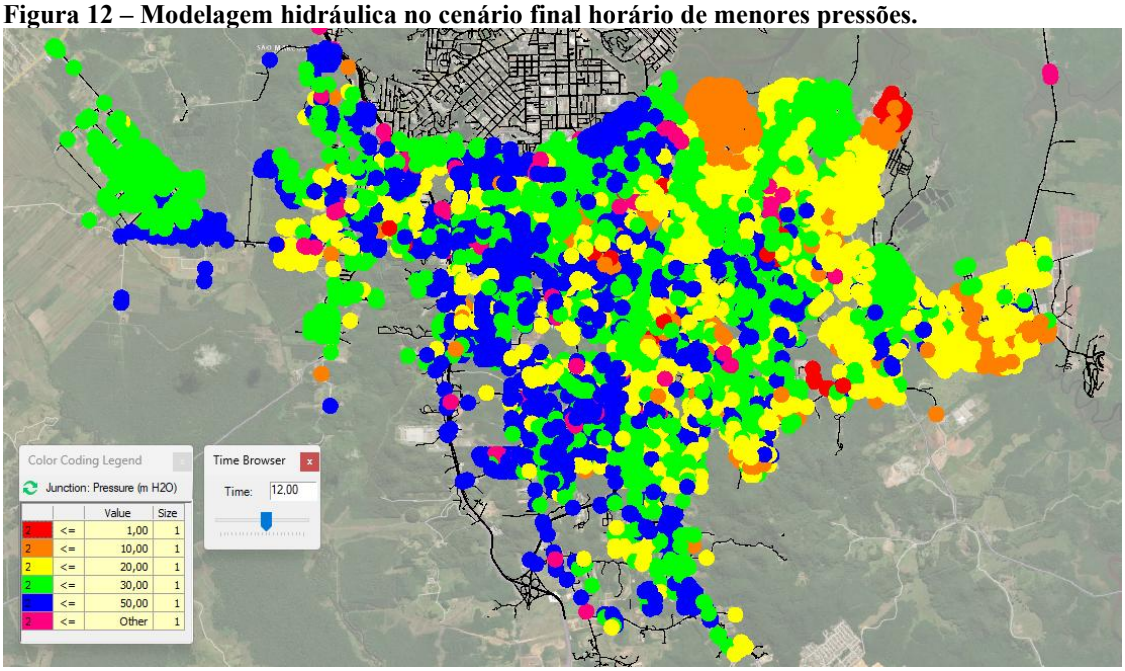
De forma complementar, as Figura 11 e Figura 12 apresentam os mapas de pressão para o horário de maior demanda do sistema (12h), quando são observadas as menores pressões operacionais devido ao aumento do consumo e das perdas de carga. Assim como para o período de baixa demanda, são apresentados os cenários base e final, permitindo avaliar os impactos das intervenções tanto nas condições mais críticas de pressão elevada quanto nos momentos de maior solicitação hidráulica do sistema. Essa análise evidencia a evolução do comportamento hidráulico da rede após a implementação das ações previstas no contrato de performance.

Figura 11 – Modelagem hidráulica no cenário base horário de menores pressões.



Fonte: Autoria própria.

Figura 12 – Modelagem hidráulica no cenário final horário de menores pressões.



Fonte: Autoria própria.

No cenário base, observavam-se pressões elevadas durante os períodos de menor consumo, especialmente na madrugada, quando a redução das vazões resulta em menores perdas de carga e consequente aumento das pressões na rede.

Com a implantação das ações previstas no contrato, especialmente a adequação das válvulas redutoras de pressão (VRPs), a setorização do sistema e o monitoramento operacional por telemetria, observou-se uma significativa melhoria no perfil de pressões da rede. No cenário final, as pressões passaram a apresentar distribuição mais uniforme ao longo dos setores abastecidos, mantendo-se dentro de faixas operacionais mais adequadas tanto nos períodos de pico quanto nos períodos de baixa demanda.

Às 4h, horário representativo da condição de menor demanda, a pressão média do sistema era de 39,63 mca no cenário base. Após a implantação das medidas de controle operacional, essa pressão foi reduzida para 25,97 mca, correspondendo a uma redução de aproximadamente 34,5%. Essa diminuição é particularmente relevante para o controle de perdas reais, uma vez que pressões excessivas aumentam tanto a vazão dos vazamentos existentes quanto a probabilidade de ocorrência de novos rompimentos em redes, ramais e conexões. Além de diminuir a frequência de rompimentos e vazamentos, esse cenário contribui para a redução dos custos de manutenção corretiva.

Durante o período de maior consumo, representado pela condição das 12h, a pressão média passou de 29,48 mca no cenário base para 26,44 mca no cenário projetado, uma redução de aproximadamente 10,3%. Observa-se que, mesmo com a redução das pressões, os níveis permaneceram adequados para o atendimento da população, garantindo a manutenção dos padrões de abastecimento e conforto dos usuários.

Os resultados evidenciam que as intervenções propostas promoveram uma distribuição mais equilibrada das pressões ao longo do sistema, reduzindo os excessos observados nos períodos de baixa demanda sem comprometer o atendimento nos horários de maior consumo. Essa condição contribui para o aumento da segurança operacional, redução da frequência de vazamentos e rompimentos e maior sustentabilidade dos ganhos obtidos com o programa de controle de perdas.

Além da redução das pressões médias, verificou-se uma menor amplitude entre os regimes operacionais do sistema, indicando maior estabilidade hidráulica e melhor adequação das condições de operação às necessidades reais de consumo. Esse comportamento reforça a importância do gerenciamento de pressão como uma das principais ferramentas para redução de perdas reais em sistemas de abastecimento de água.

Dessa forma, os benefícios observados vão além da simples redução das perdas reais, refletindo diretamente no aumento da segurança operacional, na confiabilidade do abastecimento e na preservação dos ativos do sistema. Os resultados obtidos demonstram que o gerenciamento de pressão foi um dos principais fatores para o desempenho alcançado, contribuindo de forma significativa para o cumprimento e a superação das metas estabelecidas no contrato de performance.

A combinação entre estabilização hidráulica, pesquisa sistemática de vazamentos e monitoramento contínuo permitiu não apenas a recuperação de volume, mas também a manutenção dos ganhos ao longo do período de apuração. Esse comportamento evidencia que os resultados observados não decorreram de ações pontuais, mas da consolidação de uma nova condição operacional para o sistema.

Benefícios do Modelo de Contratação por Performance

Diferentemente dos contratos convencionais, nos quais a remuneração está associada à execução física das atividades, o contrato de performance transfere parte do risco operacional para a contratada, vinculando a remuneração ao alcance de resultados previamente estabelecidos.

Esse modelo cria incentivos para a otimização dos recursos empregados, a priorização de ações de maior impacto, a utilização de tecnologias de monitoramento e a melhoria contínua dos processos operacionais. Além disso, favorece uma maior integração entre planejamento, execução e acompanhamento dos indicadores de desempenho.

No caso estudado, a remuneração baseada em resultados estimulou a adoção de uma abordagem integrada, combinando modelagem hidráulica, gerenciamento de pressão, setorização, telemetria e controle ativo de vazamentos. Essa estratégia permitiu direcionar os esforços para áreas prioritárias e potencializar os ganhos operacionais obtidos ao longo do contrato.

Outro aspecto relevante refere-se à sustentabilidade dos resultados. A combinação entre estabilização hidráulica, pesquisa sistemática de vazamentos e monitoramento contínuo permitiu não apenas a recuperação de volume, mas também a manutenção dos ganhos ao longo do período de apuração. Esse comportamento evidencia que os resultados observados não decorreram de ações pontuais, mas da consolidação de uma nova condição operacional para o sistema.

Sob a ótica econômica, a recuperação de mais de 12 mil m³/dia reduz a necessidade de produção adicional de água, contribuindo para a otimização dos custos operacionais e para a preservação dos recursos hídricos. Dessa forma, o caso de Joinville demonstra que contratos de performance podem ser aplicados com sucesso em sistemas complexos, constituindo uma alternativa eficiente para acelerar programas de redução de perdas e ampliar a eficiência operacional das prestadoras de saneamento.

Comparação dos Resultados com o Cenário Nacional

Os resultados obtidos em Joinville demonstram a efetividade das ações integradas de controle de perdas quando associadas a um modelo contratual baseado em desempenho.

Segundo dados do SINISA, o índice médio de perdas na distribuição de água no Brasil foi de 32,17% em 2023, evidenciando a necessidade de investimentos contínuos em infraestrutura, gestão operacional e monitoramento dos sistemas de abastecimento.

Nesse contexto, o contrato de performance permitiu a concentração de esforços em ações com maior potencial de retorno operacional, incluindo controle de pressão, pesquisa sistemática de vazamentos, substituição de componentes críticos e monitoramento contínuo dos indicadores.

A redução observada na densidade de vazamentos ao longo do período de apuração demonstra que a estratégia adotada não apenas corrigiu falhas existentes, mas também reduziu a incidência de novos vazamentos por meio da estabilização hidráulica do sistema.

Outro aspecto relevante foi a utilização da modelagem hidráulica como ferramenta de suporte à tomada de decisão. A identificação prévia de áreas críticas possibilitou priorizar investimentos e direcionar as ações de campo para regiões com maior potencial de recuperação de volume.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no contrato de performance da Zona Sul de Joinville demonstram que modelos de contratação baseados em desempenho constituem uma ferramenta eficaz para acelerar programas de redução de perdas em sistemas de abastecimento de água.

A execução integrada de ações de pesquisa ativa de vazamentos, gerenciamento de pressão, setorização, monitoramento operacional e renovação de infraestrutura permitiu melhorias significativas nos indicadores operacionais do sistema, evidenciando a importância da atuação coordenada entre medidas estruturais e operacionais.

Entre os principais resultados alcançados destacam-se:

- Redução de aproximadamente 93% na densidade de vazamentos;
- Recuperação média de 11.580 m³/dia;
- Superação da meta contratual inicialmente estabelecida, alcançando 128% da meta.

Além dos ganhos quantitativos, o projeto evidenciou a importância da estabilização hidráulica e do gerenciamento de pressão para a sustentabilidade dos resultados. Como principal lição aprendida, verificou-se que a efetividade das campanhas de pesquisa de vazamentos está diretamente associada à maturidade operacional dos setores e à adequada gestão das pressões, fatores essenciais para evitar o reaparecimento de vazamentos e preservar os ganhos obtidos ao longo do tempo.

Conclui-se que o modelo de contratação por performance apresenta elevado potencial para ampliar a eficiência operacional das prestadoras de saneamento, contribuindo para a redução de perdas, otimização dos recursos hídricos e alcance das metas de sustentabilidade e universalização previstas para o setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABES. Publicações técnicas sobre controle e redução de perdas em sistemas de abastecimento de água.

2. BRASIL. Ministério das Cidades. Relatório SINISA 2025: Gestão Municipal dos Serviços de Saneamento Básico. Brasília: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/RELATORIO_SINISA_GESTAO_MUNICIPAL_2025.pdf. Acesso em: 28 mai. 2026.

3. GOOGLE. Google Maps: Joinville, Santa Catarina, Brasil. Disponível em: https://maps.google.com. Acesso em: 02 jun. 2026.

4. INSTITUTO TRATA BRASIL. Perdas de água 2025: desafios para a universalização do saneamento. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2025. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/11/Estudo20da20GO20Associados20-20Perdas20de20ACC83_gua20de20202520-20VersACC83C2A3o20Final.pdf. Acesso em: 28 mai. 2026.

5. INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). Manual sobre contratos de performance e eficiência para empresas de saneamento no Brasil: Water Utilities Performance-Based Contracting Manual in Brazil (WAUPBM). Elaborado por GO Associados. Washington, DC: IFC, 2013.

6. KINGDOM, Bill; LIEMBERGER, Roland; MARIN, Philippe. The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries: How the Private Sector Can Help. Washington, DC: The World Bank, 2006.

7. MELATO, Débora Soares. Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: aplicação no sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

8. SILVA JUNIOR, J. Controle e Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. São Paulo: ABES, 2017.