MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO BASEADOS EM DESEMPENHO: ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Michel Mathez[1]
Engenheiro Mecânico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, pós-graduado pela mesma universidade em Administração para Engenheiros, com MBA em Gestão de Processos de Negócio. Possui mais de 15 anos de experiência em gestão de obras e projetos nos setores de Saneamento e Infraestrutura, atualmente está como Gerente de Planejamento e Projetos na BBL Engenharia, grupo Miya Water.
José Luiz Rezende Turatti[2]
Engenheiro Hídrico pela Universidade Vale do Rio Verde, pós-graduado pela Universidade do Vale do Sapucaí em Engenharia de Segurança do Trabalho/Higiene saúde Ocupacional. Possui mais de 16 anos de experiência em gestão de obras e projetos nos setores de Saneamento, atualmente é Gestor de Contratos Pleno na BBL Engenharia - Miya Water.
Robson Dias de Souza[3]
Formado em tecnologia ambiental e segurança do trabalho pela faculdade uni A, pós-graduado pela faculdade anhanguera em gestão ambiental e processos. Possui mais de 25 anos de experiência na área de saneamento (controle e perdas de água), atualmente está como supervisor de saneamento na BBL Engenharia - Miya Water.
Alexandre Anaia[4]
Engenheiro industrial químico (EEL-USP), com especialização em Engenharia de Saneamento Básico (USP) e Análise de investimentos em projetos (FGV), MBA em Gerenciamento de Projetos (FGV). Com mais de 25 anos de experiência na área de saneamento e infraestrutura. Ocupa o cargo de Presidente da BBL Engenharia, empresa do grupo Miya Water.
Douglas Aparecido Portelinha[5]
Engenheiro Civil pela FURG, pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP). Atualmente ocupa o cargo de diretor de contratos da BBL Engenharia.

RESUMO

O controle de perdas reais em sistemas de distribuição de água é um desafio contínuo para operadoras de saneamento, especialmente em regiões metropolitanas com infraestrutura envelhecida e alta densidade populacional. Este trabalho apresenta os resultados da aplicação de um contrato baseado em desempenho para monitoramento e manutenção de 280 Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) na Unidade de Negócio Leste da SABESP, atendendo aproximadamente 4 milhões de pessoas. A metodologia combinou inspeções sistêmicas, instalação de controladores eletrônicos inteligentes e dataloggers em 56 pontos críticos, manutenções preventivas e corretivas padronizadas via aplicativo proprietário, além de estudos de otimização de setorização. Entre os resultados, destacam-se mais de 1.900 intervenções realizadas, recuperação estimada de 625.185 m³/ano de água tratada, economia potencial de R$ 81.534/mês, e ganhos intangíveis como redução de retrabalho e aumento da velocidade de resposta a anomalias. Conclui-se que a abordagem integrada de manutenção com remuneração por desempenho é viável e escalável para contratos de saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção, Gestão de Pressão, Contrato de Performance

1. INTRODUÇÃO

As perdas de água em sistemas de distribuição representam um dos maiores gargalos para a eficiência operacional e sustentabilidade financeira das companhias de saneamento no Brasil. Na Região Metropolitana de São Paulo, avaliações técnicas da SABESP indicam que essas perdas podem chegar a 40% do volume total produzido, com parcela significativa associada a vazamentos em redes e ramais decorrentes de pressões excessivas ou mal controladas.
As Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) são hoje um dos principais dispositivos para o controle de perdas reais, pois permitem adequar a pressão da rede à demanda real dos setores, reduzindo a frequência de arrebentamentos e vazamentos. Contudo, a simples instalação desses equipamentos não garante resultados

perenes: eles exigem manutenção contínua, calibração e monitoramento, especialmente quando se trata de um parque envelhecido e com fabricantes descontinuados.
A Unidade de Negócio Leste (ML) da SABESP – que abrange parte da Zona Leste de São Paulo e mais sete municípios da Grande São Paulo (Arujá, Biritiba Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Poá, Suzano, Salesópolis) – enfrentava exatamente esse problema. Com aproximadamente 280 VRPs instaladas ao longo dos anos, cobrindo cerca de 91% da rede de distribuição (6.000 km) e atendendo 4 milhões de pessoas, a capacidade interna de manutenção estava aquém da necessidade. Equipamentos parados, falta de peças de reposição, ausência de monitoramento remoto e dificuldades de setorização comprometiam o controle de perdas.
Diante desse cenário, a SABESP celebrou um contrato inovador de prestação de serviços de engenharia com **remuneração baseada em critérios de desempenho**. Este artigo relata a experiência de execução desse contrato, descrevendo a metodologia aplicada, os resultados quantitativos e qualitativos alcançados e as lições aprendidas para replicação em outros sistemas.

2. OBJETIVO

Demonstrar a eficácia de um modelo de gestão baseado em desempenho para monitoramento, manutenção e otimização de válvulas redutoras de pressão na redução de perdas reais em sistemas de distribuição de água. Implementar um sistema de inspeção, manutenção preventiva e corretiva para 280 VRPs distribuídas em três Unidades de Gerenciamento Regional (UGR Alto Tietê, UGR São Miguel, UGR Itaquera). Foi objetivo do contrato instalar e operar remotamente 56 controladores eletrônicos inteligentes em VRPs e dataloggers de pressão em pontos críticos, com transmissão telemétrica de dados.
Foi estabelecido uma meta de criação de um banco de dados atualizado e um aplicativo de gestão de serviços de campo para padronização, rastreabilidade e agilidade da informação. Conduzir estudos de otimização de setorização, com fechamento de setores abertos e redução controlada de pressões, mensurando ganhos potenciais e reais de volume de água recuperado.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

3.1. Caracterização da Área e do Contrato

O contrato abrangeu a totalidade das VRPs da Unidade de Negócio Leste, incluindo:
Manutenção preventiva e corretiva de 280 VRPs (com fornecimento de diafragmas, circuitos de pilotagem, válvulas piloto, elementos filtrantes, manômetros e medidores de vazão). Monitoramento remoto por desempenho de 56 VRPs e seus respectivos pontos críticos, com instalação de controladores eletrônicos e dataloggers de pressão dotados de telemetria (MODEM GPRS). Estudos de otimização para setorização, medição de vazão e pressão, modelagem matemática de perdas e recomendações de melhoria operacional.

A remuneração pelos serviços de monitoramento seguiu critérios objetivos, ponderados conforme apresentado na Tabela 1, incentivando a disponibilidade e a qualidade dos dados.

Tabela 1 - Pesos dos critérios de desempenho para remuneração do monitoramento de VRPs

Critério de desempenho	Peso (%)
Transmissão de dados	8,00%
Medição de pressão	12,00%
Operação das VRPs atendendo parâmetros configurados	42,00%
Falhas de comunicação	12,00%
Medição de vazão e pressão	6,00%
Disponibilidade do sistema	6,00%
Solicitações remotas	8,00%

Registro de históricos	6,00%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados contratuais (BBL Engenharia/SABESP).

3.2. Estruturação Metodológica em Quatro Etapas

O projeto foi executado em quatro etapas integradas:

1. Inspeção inicial, instalação e corretiva emergencial;
2. Planejamento e monitoramento contínuo;
3. Manutenção preventiva sistêmica;
4. Estudos de otimização)

3.2.1. Primeira etapa: inspeção inicial, instalação de equipamentos e manutenção corretiva emergencial

Foram realizadas 688 inspeções (VRPs e pontos críticos) em um curto período, com o auxílio de um aplicativo desenvolvido pela própria BBL Engenharia. O aplicativo permitiu a coleta padronizada de dados de campo (estado de conservação, marca, modelo, diâmetro, condições de operação), o georreferenciamento e registro fotográfico antes/durante/depois, a geração automática de relatórios de inspeção e manutenção e a criação de um banco de dados centralizado e atualizado.

Paralelamente, foram instalados 56 controladores eletrônicos inteligentes nas VRPs mais estratégicas e dataloggers de pressão em seus respectivos pontos críticos. Esses equipamentos passaram a transmitir dados a cada 15 minutos (672 registros semanais) para uma plataforma de supervisão, permitindo monitoramento 24/7 e acionamento remoto de equipes em caso de anomalias.
Também nesta etapa, equipes treinadas realizaram manutenções corretivas emergenciais em equipamentos que estavam inoperantes, priorizando aqueles com maior impacto no abastecimento.

3.2.2. Segunda etapa: planejamento e monitoramento contínuo

Com o banco de dados consolidado, passou-se a uma rotina de planejamento mensal, com programação enviada à fiscalização da SABESP com 15 dias de antecedência. Foram estabelecidas reuniões periódicas com as três UGRs para alinhamento de prioridades, estoque de peças e logística de equipes.

O monitoramento remoto permitiu:

- Acompanhamento em tempo real das pressões de montante e jusante, vazão e pressão do ponto crítico;
- Geração de alarmes automáticos para desvios operacionais;
- Relatórios mensais com análise de tendências e recomendações de regulagem.

A lógica de desempenho assegurou que a remuneração variasse conforme a disponibilidade e a qualidade dos dados transmitidos, incentivando a contratada a manter os equipamentos sempre operacionais.

3.2.3. Terceira etapa: manutenção preventiva sistêmica

Com base nas informações coletadas e no planejamento, foram executadas 644 manutenções preventivas (limpeza de elemento filtrante, linha principal, cabeça e circuito fixo, inspeção de diafragma, verificação de estanqueidade) e 352 manutenções corretivas (substituição de diafragmas, circuitos de pilotagem, válvulas piloto, elementos filtrantes e medidores de vazão).

O aplicativo de gestão de serviços de campo desempenhou papel crucial: cada técnico recebia no celular a ordem de serviço com rota, procedimento passo a passo e checklists obrigatórios, evitando esquecimentos e garantindo padronização. Ao final, o relatório era gerado automaticamente com fotos georreferenciadas, alimentando o histórico do equipamento.

3.2.4. Quarta etapa: estudos de otimização de setores

Foram realizados estudos aprofundados para setores específicos (VRP Astorga, VRP São Florêncio, VRP Fernão Carrilho, VRP Lebon Régis, VRP Salomão Vasconcelos I, entre outros), envolvendo a verificação de

estanqueidade do setor: medição de pressões dentro e fora do perímetro em cada registro limítrofe, mapeamento de pressões e vazões (macromedição e micromedição), histórico de vazamentos e falta de água, geoposicionamento e mapa de calor. A modelagem matemática das perdas pela fórmula FAVAD (Fixed and Variable Area Discharges) e a proposição de reduções controladas de pressão e fechamento de setores abertos.

Os estudos geraram recomendações objetivas (troca de macromedidor, instalação de filtros, reposicionamento de equipamentos, capeamento de redes, etc.) e estimativas de ganho potencial de volume recuperado, que foram validadas em campo.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Indicadores quantitativos

Os números acumulados ao longo do contrato demonstram a escala e a efetividade da operação:

- 1.964 intervenções totais (entre inspeções, manutenções preventivas e corretivas, instalações e estudos);
- 688 inspeções realizadas, cobrindo 100% do parque de VRPs;
- 644 manutenções preventivas e 352 manutenções corretivas;
- 56 VRPs monitoradas remotamente por desempenho, com disponibilidade média superior a 95%;
- Reativação de dezenas de VRPs que estavam desativadas, retornando ao controle de pressão.

4.2. Ganhos de volume de água recuperado

Os estudos de otimização identificaram potenciais significativos de redução de perdas, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Ganhos potenciais e reais estimados a partir de estudos de otimização

VRP / Setor estudado	Redução de pressão alcançada (mca)	Ganho potencial estimado (m³/ano)	Economia financeira potencial (R$/mês) *
São Florêncio (UGR São Miguel)	14 mca na jusante	234.169	R$ 30.540
Fernão Carrilho (UGR Itaquera)	10 mca na jusante	193.545	R$ 25.241
Lebon Régis (UGR Itaquera)	2 mca na jusante / 20 mca no PC	-	-
Salomão Vasconcelos I (UGR São Miguel)	15 mca (após fechamento)	13.517	R$ 2.207
Total potencial acumulado	**-**	**625.185**	**R$ 81.535**

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do contrato (2020-2022).
*Considerando abastecimento diário de 16h e custo da água de R$ 1,565/m³ (dados SABESP à época).

Ganho real já consolidado (intervenções imediatas em conjunto com as UGRs): 31.689 m³, com economia acumulada de R$ 49.593 até o momento da medição, com crescimento exponencial projetado.

Esses ganhos reais foram obtidos, por exemplo, com o fechamento do setor da VRP São Florêncio e a consequente redução de 14 mca, validada em campo pela equipe conjunta BBL-SABESP.

4.3. Indicadores de eficiência operacional

Além do volume recuperado, observaram-se ganhos de processo de redução do tempo médio entre a detecção de anomalia e a intervenção corretiva, devido ao monitoramento contínuo e à comunicação ágil via grupos de trabalho (WhatsApp corporativo integrado à fiscalização).

Houve um aumento da vida útil dos equipamentos pela execução sistemática de preventivas, a eliminação de esquecimentos ou perda de informações por meio do aplicativo de gestão de serviços de campo, com checklists obrigatórios e fotos antes/depois. Obtivemos uma maior assertividade na compra de peças de reposição, a partir da análise do banco de dados (ex: 84% dos medidores com diâmetro entre 50 e 200 mm; 59% das VRPs com fabricantes descontinuados ou sem peças sobressalentes – estratégia de suprimento adaptada).

4.4. Exemplos concretos – estudo da VRP Astorga

O estudo da VRP Astorga (Vila Matilde) ilustra bem a abordagem integrada. Problemas recorrentes com pedras e detritos dentro da válvula impediam seu funcionamento, mesmo após múltiplas limpezas. A modelagem de perdas indicou Vd = 288.637 m³/ano e Vp = 83.705 m³/ano (29% de perdas). A setorização revelou que o setor estava tecnicamente fechado, mas a VRP não respondia a comandos remotos.

Recomendações finais: instalação de filtro na rede a montante, troca do macromedidor antigo, substituição da VRP (instalada desde 1998 sem filtro) e reposicionamento dos equipamentos no barrilete. A aplicação dessas recomendações – ainda que dependente de programação orçamentária – demonstrou a capacidade de diagnóstico aprofundado que o contrato de desempenho proporcionou.

5. ANÁLISE E DISCUÇÃO DE RESULTADOS

5.1. Fatores críticos de sucesso

Cinco fatores foram determinantes para os resultados alcançados:

1. Banco de dados confiável e atualizado: sem a inspeção inicial sistemática e a ferramenta de coleta padronizada, qualquer planejamento seria frágil. Dados são a base da tomada de decisão em contratos de desempenho;
2. Tecnologia aplicada ao campo: o aplicativo de gestão de serviços não apenas agilizou o trabalho, mas também forçou a padronização e a rastreabilidade – itens fundamentais para a credibilidade perante a fiscalização;
3. Planejamento com antecedência e visibilidade: enviar a programação mensal 15 dias antes do início do mês permitiu à SABESP alocar recursos de fiscalização e à contratada organizar logística e estoques;
4. Comunicação ágil e não hierárquica: grupos de trabalho com participação direta dos supervisores das UGRs e da equipe da contratada encurtaram drasticamente o tempo de aprovação de serviços extraordinários (ex: troca de equipamento não prevista);
5. Modelo de remuneração por desempenho bem desenhado: os pesos atribuídos (especialmente 42% para operação das VRPs conforme parâmetros configurados) alinharam os interesses da contratada com o objetivo final da SABESP – controle de pressão e redução de perdas.

5.2. Desafios enfrentados e soluções adotadas

Durante a execução dos serviços, encontramos alguns fatores que poderiam impossibilitar um bom desenvolvimento. Na Tabela 3, apresentamos alguns fatores e soluções adotadas para a resolução com eficácia.

Tabela 3 - Desafios enfrentados e soluções adotadas

Desafio	Solução adotada
Falta de peças para VRPs de fabricantes descontinuados	Mapeamento completo das marcas/modelos; prospecção de fornecedores alternativos; adaptação de componentes (ex: elementos filtrantes genéricos); reposição planejada com base no banco de dados.
Alto índice de pedras/detritos nas VRPs (Astorga, outras)	Recomendação técnica de instalação de filtros a montante; inclusão de limpeza sistemática no plano de preventiva; sinalização para projetos futuros.

Desafio	Solução adotada
Setores abertos ou mal definidos	Realização de setorização dedicada (medição de pressões dentro/fora em cada registro limítrofe); elaboração de mapas e propostas de capeamento/instalação de novos registros; trabalho conjunto com as UGRs para execução.
Resistência inicial à digitalização (campo)	Treinamento intensivo nas primeiras semanas; versão simplificada do aplicativo para técnicos com menor proficiência digital; supervisão próxima e feedback positivo para adoção.

6. CONCLUSÕES/ RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões

A aplicação de um contrato de manutenção e monitoramento de válvulas redutoras de pressão baseado em desempenho na Unidade de Negócio Leste da SABESP demonstrou resultados expressivos, tanto na escala de atendimento (4 milhões de pessoas, 280 VRPs, 6.000 km de rede) quanto na efetividade da redução de perdas. Os principais achados são:

Viabilidade técnica e econômica: É possível, sim, estruturar contratos de saneamento nos quais a remuneração do fornecedor está atrelada à disponibilidade e qualidade dos dados e à operação correta dos equipamentos, e não apenas à execução de tarefas.

Importância crítica da informação confiável: O banco de dados construído nas inspeções iniciais foi o alicerce de todo o planejamento subsequente. Contratos sem essa base tendem a operar no escuro.

Ganhos reais mensuráveis: A recuperação potencial estimada de 625.185 m³/ano (R$ 81.535/mês) e a recupera consolidada de 31.689m³ (R$ 49.593 acumulados) comprovam o retorno sobre o investimento do modelo.

Ganhos intangíveis igualmente relevantes: Redução de retrabalho, eliminação de esquecimentos, padronização de procedimentos, rastreabilidade total das ações e aumento da confiança entre contratante e contratada são ativos valiosos que vão além das planilhas de custo-benefício.

6.2. Recomendações

Com base na experiência relatada, recomenda-se a operadores que considerem a adoção de contratos de desempenho para manutenção de ativos críticos (VRPs, bombas, reservatórios), estabelecendo indicadores claros e pesos que reflitam os objetivos estratégicos (redução de perdas, continuidade operacional).

Recomenda-se também que incluam cláusula de setorização obrigatória e estudos de otimização como parte do escopo, não como item opcional. A experiência mostrou que os maiores ganhos de volume vieram exatamente desses estudos.

Por fim, ressalta-se que nenhum contrato substitui o comprometimento das equipes e a relação de confiança entre as partes. A tecnologia e os indicadores são meios, não fins. O sucesso deste projeto deve-se, em última análise, à parceria estabelecida entre SABESP e BBL Engenharia, com transparência, agilidade e foco no resultado: água tratada economizada para a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BBL ENGENHARIA. **Relatório de execução do contrato 01165/2020 – Monitoramento e manutenção de VRPs – Unidade de Negócio Leste**. São Paulo: BBL Engenharia, 2022. (documento interno).

2. BRASIL. *Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos* – 2021. Brasília: MDR, 2022.

3. FANTOZZI, M.; MIRANDA, E. C. *Controle de perdas em sistemas de abastecimento de água.* São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2019.