ESTUDO DE CASO: IMPACTO OPERACIONAL E FINANCEIRO DA INDISPONIBILIDADE DE UMA VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO EM CEILÂNDIA (DF)

Diogo Correia Marques dos Santos[(1)]
Engenheiro Ambiental pela Universidade de Brasília (UnB). Atua como Técnico em Edificações na Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), desenvolvendo projetos de redes de água e esgoto, análises e modelagem hidráulica. Possui proficiência em geoprocessamento (QGIS e ArcGIS Pro) e na criação de dashboards em Power BI para monitoramento de indicadores operacionais, suporte à otimização e operação de sistemas de saneamento.
Bruno Araújo Albuquerque[(2)]
Engenheiro Civil pela Universidade do Distrito Federal (UDF), com especialização em Saneamento Ambiental e Ciência de Dados. Possui 10 anos de experiência no setor de saneamento básico. Tem experiência em análises geoespaciais com QGIS, ArcGIS e ferramentas de BI. Atualmente integra a equipe de planejamento dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário da CAESB. Atua na otimização da infraestrutura e da operação dos sistemas por meio de análises e gestão de projetos.
Felipe Albuquerque Carvalho[(3)]
Graduando em Engenharia Ambiental e Ciências Ambientais pela Universidade de Brasília (UnB) e atua como Técnico em Edificações pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Possui experiência em geoprocessamento, sensoriamento remoto e modelagem aplicada ao saneamento, com foco na automação de rotinas e análise espacial utilizando linguagem de programação Python. Participa de projetos de pesquisa e extensão nas áreas de recursos hídricos, saneamento e geotecnologias.
Bruno Cabral Neves[(4)]
Engenheiro Florestal pela Universidade de Brasília (UnB) e pós-graduado com especialização em Gestão Ambiental pela Universidade Paulista (UNIP). Atua no setor de saneamento ambiental na elaboração de projetos de redes de água e esgoto além de análises de modelagem hidráulica, com ampla vivência em QGIS, ArcGIS e Power BI na produção de mapas, georreferenciamento e dashboards. Atualmente atua como Técnico em Edificações Pleno pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).
Juceli Chaves Dias[(5)]
Tecnóloga em Construção de Edifício pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Graduanda em Engenharia Civil pela Instituição de Ensino Superior de Brasília (IESB). Possui 4 anos de experiência em saneamento, conhecimento em análises geoespaciais com QGIS, ArcGIS e ferramentas de BI. Atualmente integra a equipe de planejamento como Técnica em Edificações na Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).

Endereço[(1)]**:** SIND QI 1 - Pte. Alta Norte (Gama) - Brasília - DF - CEP: 72445-010 - Brasil- Tel: +55 (61) 99274-7085 - e-mail: dcms359@hotmail.com.

RESUMO

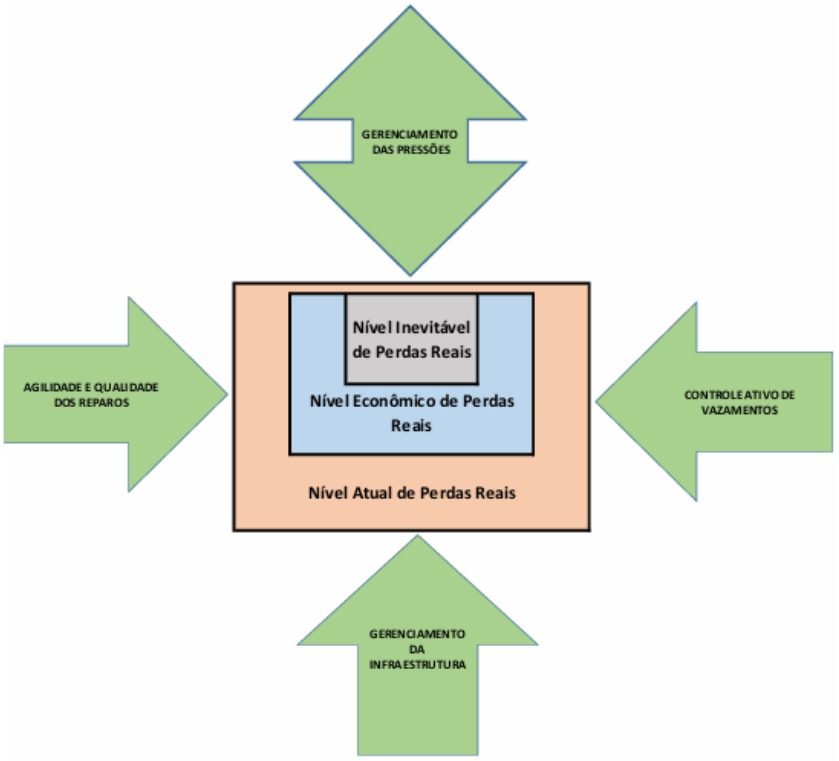
O presente artigo apresenta um estudo de caso focado na zona de pressão da VRP.CEI.001, localizada no DMC.CEI.012 na Região Administrativa de Ceilândia - DF. O objetivo é ilustrar, de forma objetiva, as consequências financeiras diretas e operacionais da indisponibilidade de uma única Válvula Reguladora de Pressão (VRP) em um sistema de abastecimento. Após a indisponibilidade do equipamento, a válvula perdeu sua capacidade de regulação, gerando pressurização excessiva não controlada da rede a jusante. Como resultado, a zona, que operava com uma média de 26 a 30 consertos mensais, registrou 111 manutenções corretivas em um único mês, configurando um aumento de 326% nas ordens de serviço. O custo operacional direto (consertos e recomposição de pavimentos) saltou para R$ 26.674,81 mensais. Simultaneamente, a desregulação fez com que as perdas físicas reais saltassem de 51 m³/h para 125 m³/h, gerando um prejuízo de água não faturada de R$ 135.331,20 no mês. Conclui-se que o custo da inércia em manutenção é significativamente superior ao custo de ações preventivas, evidenciando que a garantia de peças de reposição e a renovação dos ativos são indispensáveis para o princípio da economicidade e o controle de perdas.

PALAVRAS-CHAVE: VRP, Controle de Pressão, Perdas de Água.

INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações das companhias de saneamento em todo o mundo é o combate às perdas reais de água tornando-se uma das metas mais desafiadoras e prioritárias para as companhias de saneamento, impactando a viabilidade financeira e socioambiental da operação. Nesta linha a metodologia proposta pela *International Water Association (IWA)*, condensada pelo diagrama da Cruz de Lambert (Figura 1), onde a redução do volume de perdas físicas requer a atuação em conjunto de quatro pilares: Gerenciamento das pressões, Agilidade e qualidade dos reparos, Controle ativo de vazamentos e Gerenciamento da infraestrutura (FUNASA, 2014)

Figura 1- Cruz de Lambert



Fonte: ABES, 2015

Dentre os pilares o Controle de Pressão destaca-se como a medida de maior impacto imediato. Dentro desse contexto a VRP se torna uma peça-chave para o controle de perdas físicas no sistema sendo um dos ativos mais importantes para proteger a integridade do sistema de água. Trata-se de um dispositivo hidráulico, de atuação automática, projetado para reduzir e estabilizar a pressão da água em uma rede de distribuição. Sua função primordial é receber a água com uma pressão elevada (entrada/montante) e entregá-la à rede com uma pressão reduzida e constante (saída/jusante), assegurando o equilíbrio hidráulico necessário para a mitigação de riscos. Existem vários tipos de VRPs: Pressão de saída fixa, Pressão de saída modulada por tempo, Pressão de saída modulada pelo caudal e Pressão de saída modulada por pressão em ponto crítico (Alegre *et al*., 2005)

Como demonstra o trabalho de Dutra e Oliveira (2017), a utilização de Válvulas Reguladoras de Pressão (VRPs) proporciona a redução e a estabilização das pressões na rede de distribuição que resulta diminuição das perdas e na redução de vazamentos e rompimentos. Assim, o gerenciamento adequado das pressões excessivas contribui na redução dos vazamentos existentes e previne novos vazamentos.

No entanto, a sustentabilidade dos benefícios, para o sistema de abastecimento, oriundos das VRPs estão estreitamente ligados à sua capacidade de operar em plena funcionalidade, condição essa que exige manutenções preventivas, correta seleção do modelo de VRP e adequada instalação (Bezerra; Cheung, 2013). A eventual falha ou indisponibilidade deste ativo acarreta uma pressurização do sistema transformando um mecanismo de proteção em um vetor de perdas e danos estrutura.

Para elucidar de forma objetiva as consequências financeiras e operacionais da inércia na gestão desses ativos, este trabalho apresenta um estudo de caso real ocorrido na zona de pressão controlada pela Válvula Reguladora de Pressão VRP.CEI.001. Este equipamento é responsável pelo controle de pressão do Distrito de Medição e Controle DMC.CEI.012. A visão consolidada das falhas deste único ativo permite estimar a onerosidade diária, semanal e mensal gerada no sistema de distribuição.

METODOLOGIA UTILIZADA

No caso da VRP.CEI.001, localizada próximo a quadra QNP 10 em Ceilândia (DF), a análise se concentra no evento de indisponibilidade do ativo, conforme a delimitação da zona de pressão controlada pelo ativo VRP.CEI.001 na Figura 2.

Figura 2- Mapa de localização da zona de pressão

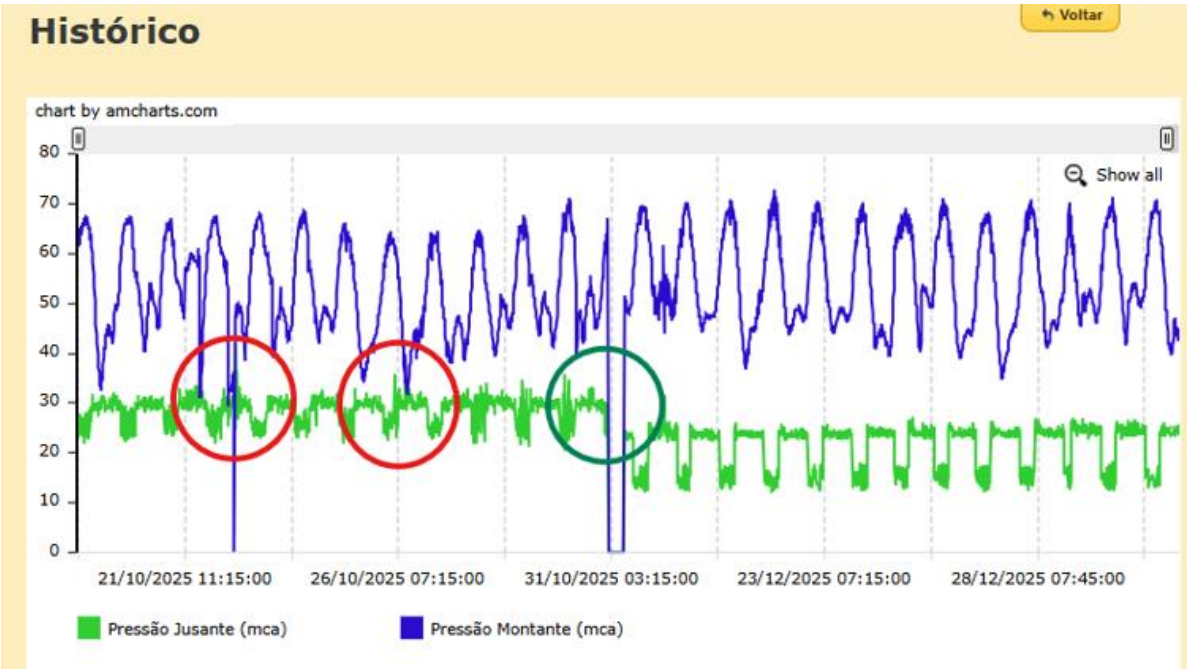


Fonte: Elaborado pelo autor

Independentemente da causa raiz da falha, seja por vandalismo, defeito mecânico por falta de manutenção ou obsolescência do ativo, o efeito hidráulico no sistema é o mesmo: a perda da capacidade de regulação e pressurização excessiva da rede de distribuição.

A metodologia compreendeu o levantamento de dados históricos comparando os períodos anteriores e posteriores à falha. Foram cruzadas as informações extraídas dos sistemas do sistema de gestão comercial e de ordens de serviço, dados do balanço hídrico do monitoramento de perdas do setor e os registros de telemetria de pressão a montante e a jusante (Figura 3), da concessionária local, que evidenciam o comportamento do sistema antes e após o evento.

Figura 3- Histórico de telemetria de pressão mostrando a perda da capacidade de regulação da VRP.CEI.001.



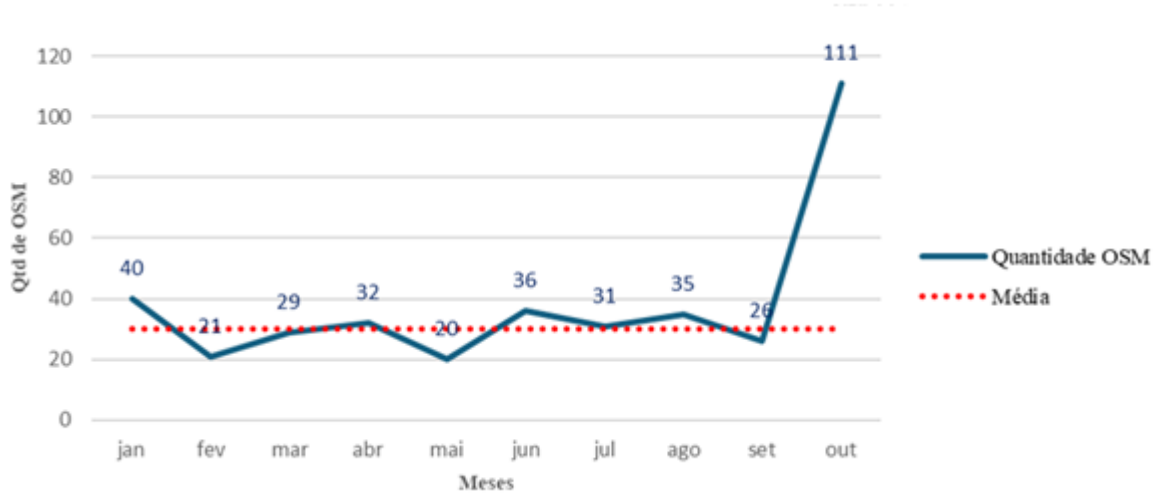
Fonte: Painel de telemetria da VRP

A Figura 3 acima apresenta o comportamento das pressões a montante e a jusante da VRP em questão. Nos trechos destacados com círculos vermelhos mostram momentos em que a pressão a montante iguala a pressão a jusante, o que indica momentos de desregulação onde a válvula perde sua capacidade de manter a pressão de saída dentro da faixa estabelecida podendo gerar danos a rede. Posteriormente, no trecho destacado pelo círculo verde nota-se uma queda brusca da pressão a montante caracterizando a indisponibilidade do ativo, podendo causar graves efeitos na rede de distribuição a jusante.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os impactos do descontrole de pressão refletiram rapidamente na integridade física da rede. Historicamente, a zona de pressão operava com uma média constante de aproximadamente 26 a 30 consertos mensais. Contudo, após a saída de operação da VRP (indisponibilidade do ativo), observou-se uma instabilidade que resultou em 111 manutenções corretivas em um único mês como mostra a Figura 4.

Figura 4- Gráfico Quantitativo de Ordens de serviço



Fonte: Elaborado pelo autor

O impacto financeiro direto dessa falha gerou um custo mensal de manutenção corretiva superior a R$ 21.000,00, o que representa um aumento de 326% no volume de ordens de serviço em comparação ao mês anterior, baseando-se no custo unitário de R$ 248,23 para o conserto em tubulações.

Deve-se acrescentar a este montante o valor de R$ 5.575,26 mensais referente exclusivamente à recomposição das superfícies danificadas pelas intervenções, distribuída em uma proporção histórica de 40% em asfalto e 60% em calçada. Este cálculo considerou uma intervenção média de 0,36 m² com espessura asfáltica de 0,05 m e a aplicação do custo do insumo CBUQ de R$ 1.550,20/m³ como mostra a Tabela 1.

Tabela 1- Serviços e custos

Descrição do Serviço / Insumo	Unidade	Valor Unitário (R$)
Conserto em tubulação de água (diâmetros < 60 mm)	UN	248,23
Recomposição complementar de calçada	m²	37,12
Recomposição de asfalto (mão de obra e imprimação)	m²	44,86
Fornecimento de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ)	m³	1.550,20

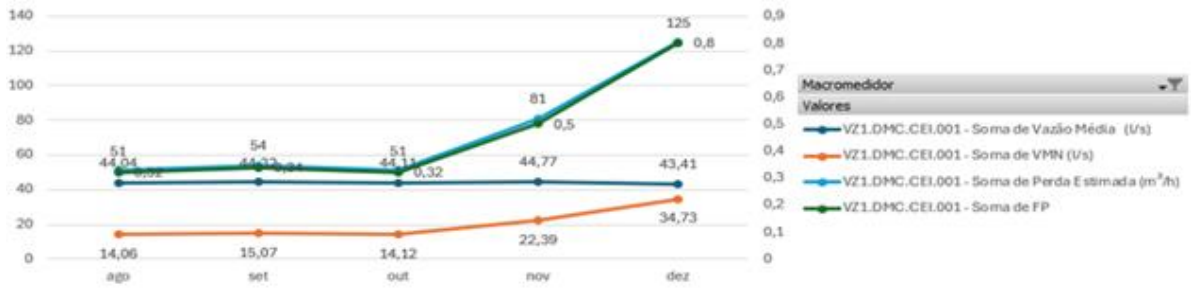
Fonte: Elaborado pelo autor

Além do aumento expressivo dos custos com mão de obra e materiais de manutenção, a indisponibilidade da VRP.CEI.001 ocasionou um prejuízo financeiro ainda mais severo em virtude do aumento das Perdas Reais. A elevação do volume de água perdida pode ser atribuída ao aumento da pressão a jusante ou ao transiente hidráulico gerado no momento da falha do ativo. Independente do motivo predominante, o impacto prático na infraestrutura ocasionou o aumento de conserto de redes e o volume de água perdida.

A análise dos dados do balanço hídrico do DMC.CEI.012 revelou que a perda estimada na zona saltou de um patamar estável de 51 m³/h (observado entre os meses de agosto e outubro) para 125 m³/h (no mês de dezembro) (Figura 5). Esse incremento repentino de perdas de 74 m³/h resultou em um volume diário significativo de água produzida e não faturada. Considerando o custo do metro cúbico de água produzido igual a R$ 2,54 (segundo a concessionária local), o prejuízo foi avaliado em R$ 4.511,04 por dia.

Os resultados indicam forte associação entre a inatividade da VRP e o aumento das perdas físicas e dos consertos de rede. Embora existam outros fatores operacionais que possam influenciar tal comportamento do sistema, a coincidência temporal da indisponibilidade do ativo e a elevação desses indicadores sugere que desregulação da VRP teve uma correlação relevante no ocorrido.

Figura 5- Monitoramento de Perdas



Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 2 a seguir unifica as duas vertentes de impacto financeiro analisadas: o custo operacional direto (manutenções e recomposições) e o custo econômico primário (água tratada desperdiçada).

Tabela 2- Projeção do Prejuízo Operacional (Perdas e Consertos/ Recomposição)

	Mês	Semana	Dia
Consertos	R$ 21.099,55	R$ 4.923,23	R$ 703,32
Recomposições (60% Calçada e 40% Asfalto)	R$ 5.575,26	R$ 1.300,89	R$ 185,84
Perdas	R$ 135.331,20	R$ 31.577,28	R$ 4.511,04
Total	R$ 162.006,00	R$ 37.801,40	R$ 5.400,20

Fonte: Elaborado pelo autor

CONCLUSÕES

Os dados demonstram que a falha da VRP torna a operação duplamente onerosa: além de exigir um esforço massivo de manutenção corretiva (R$ 21.099,55), ela gera uma sangria financeira crítica com água não faturada (R$ 135.331,20) por mês.

A correlação entre esses fenômenos hidráulicos, causados pela indisponibilidade do ativo, e os danos estruturais sofridos pela rede encontra comprovação no histórico de ordens de serviço. O aumento de uma média histórica de 26 a 30 consertos mensais para 111 manutenções corretivas em um único mês representa um acréscimo de 326% nas demandas operacionais. Esse surto de rompimentos gerou um impacto financeiro direto com reparos de redes e recomposições de superfícies urbanas de R$ 26.674,81 por mês.

Mais relevante do que os custos de manutenção visíveis são o ônus invisível decorrente do aumento das Perdas Reais. O aumento no volume de água perdida de 51 m³/h para 125 m³/h representou um incremento de 74 m³/h de água tratada desperdiçada, o que totalizou um prejuízo diário de R$ 4.511,04 e consolidou uma perda mensal de R$ 135.331,20 em água produzida e não faturada.

No mais, falha prolongada deste único ativo estratégico resultou em um prejuízo mensal estimado de R$ 162.006,00. Este cenário evidencia que o custo da indisponibilidade do ativo supera largamente os custos associados às ações preventivas, evidenciando que a gestão proativa atende rigorosamente ao princípio da economicidade.

Portanto, a disponibilidade de peças para reparo imediato bem como a renovação das VRPs que já superaram a vida útil, tornam-se medidas fundamentais. Essa estratégia é indispensável para evitar gastos extraordinários no sistema e contribui diretamente para a meta estratégica das concessionárias de saneamento de diminuição do índice de perdas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água: posicionamento e contribuições técnicas da ABES. São Paulo: ABES, 2015.

2. ALEGRE, H.; COELHO, S. T.; ALMEIDA, M. C.; VIEIRA, P. Controlo de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição. Lisboa: IRAR; INAG; LNEC, 2005.

3. BEZERRA, S. T. M; CHEUNG, P. B. Perdas de água: tecnologias de controle. João Pessoa: Editora da UFPB, 2013. 220p.

4. DUTRA, R. H. A.; OLIVEIRA, A. L. Utilização de válvulas redutoras de pressão no controle de perdas em redes de abastecimento de água. Revista DAE, São Paulo, v. 65, n. 208, 2017.

5. FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Redução de perdas em sistemas de abastecimento de água. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde/Funasa, 2014. 172 p.