MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DE ESTANQUEIDADE ENTRE SETORES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DA CARGA HIDRÁULICA

Graziele da Silva Mendes[(1)]
Especialista em Sistemas de Abastecimento de Água (IPOS), Engenheira Civil (FACENS)
Evelyn Cristiane Valladares[(2)]
Mestranda em Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais (UNICAMP), Engenheira Civil (ESAMC)
Daniel Manzi[(3))]
Doutor em Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais (UNICAMP), Mestre em Hidráulica e Saneamento (EESC-USP) e Engenheiro Civil (EEP).

Endereço[(1)]**:** Rua Odair Dias de Souza, 71 Jardim - Morumbi 3 - Sorocaba - São Paulo - 18085-510 - Brasil - Tel: +55 (13) 997393697 - e-mail: graziele.mendes@stattus4.com

RESUMO

Propõe-se uma metodologia para monitorar as condições de estanqueidade entre setores de uma rede de distribuição de água, utilizando a análise da carga hidráulica. A técnica baseia-se na comparação dos níveis piezométricos em pontos estrategicamente selecionados, com o objetivo de identificar conexões indevidas, indícios de vazamentos ou falhas no isolamento hidráulico entre zonas que deveriam operar de forma independente. A aplicação do método contribui para tornar a setorização mais eficiente, reduzir perdas reais e aprimorar o controle operacional do sistema de abastecimento. O monitoramento contínuo da carga hidráulica possibilita uma gestão mais precisa da rede e maior confiabilidade no fornecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento, carga hidráulica, setorização

INTRODUÇÃO

A eficiência na operação e gestão de sistemas de distribuição de água é um dos principais desafios enfrentados por companhias de saneamento, especialmente em cenários de crescente demanda e escassez de recursos hídricos. A setorização de redes, por meio da criação de Distritos de Medição e Controle (DMCs) e zonas de pressão, conforme descrito na NBR 12218:2017 (ABNT, 2017), é essencial para garantir um controle preciso de perdas e otimizar o desempenho hidráulico. Este trabalho propõe uma metodologia inovadora de monitoramento contínuo e validação em campo da estanqueidade de setores, superando as limitações das abordagens tradicionais.

A validação da estanqueidade de setores é realizada por meio de testes como o *Step Test*, que consiste no fechamento dos registros de divisa do setor para analisar as pressões nos pontos monitorados. Conforme apontado por Manzi (2020), a realização do teste é fundamental para verificar se o setor está efetivamente isolado, pois a existência de pressões residuais significativas indica misturas entre setores, comprometendo o controle de perdas e os indicadores operacionais. Adicionalmente, Tsutiya (2006) destaca que a eliminação de anomalias em redes de abastecimento não apenas reduz perdas, mas também contribui para uma micromedição comercial mais confiável, resultando em ganhos econômicos e na preservação dos recursos hídricos.

As manobras operacionais em registros desempenham um papel crítico, pois podem ocasionar misturas não planejadas entre setores, dificultando o controle hidráulico e a confiabilidade dos resultados. O monitoramento contínuo de pressão e carga hidráulica, utilizando dispositivos geolocalizados e inteligência artificial, permite identificar rapidamente alterações no comportamento hidráulico e realizar intervenções precisas, otimizando recursos financeiros e operacionais.

Dessa forma, este trabalho busca evidenciar a importância de uma abordagem inovadora para o monitoramento e controle de setores em redes de distribuição de água, demonstrando como o uso de tecnologias avançadas pode otimizar a operação, melhorar os indicadores de desempenho e promover a sustentabilidade no uso dos recursos hídricos.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia inovadora para validar a estanqueidade de setores em redes de distribuição de água, demonstrando sua importância na otimização da operação hidráulica, na redução de perdas e na melhoria dos indicadores de desempenho operacional. Busca-se destacar como o monitoramento contínuo, aliado a tecnologias avançadas, como dispositivos geolocalizados e inteligência artificial, permite identificar anomalias e misturas entre setores, contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável.

Além disso, pretende-se evidenciar os benefícios operacionais, econômicos e ambientais decorrentes da separação adequada entre setores, conforme preconizado por Tsutiya (2006), incluindo a preservação de recursos hídricos, a eficiência energética e uma micromedição comercial mais precisa. Este trabalho também visa reforçar a relevância da integração de práticas sustentáveis no gerenciamento de redes de abastecimento, promovendo soluções alinhadas aos desafios do saneamento básico e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

METODOLOGIA UTILIZADA

Através do monitoramento de pressão e carga hidráulica em diversos pontos da rede de distribuição, com o suporte de inteligência artificial, é possível acompanhar os perfis hidráulicos de um setor e identificar possíveis misturas com setores adjacentes. Essas misturas se manifestam quando regiões de um setor delimitado apresentam cargas superiores ou inferiores ao restante da área. Nesses casos, pode-se tratar de um caso em que o setor não está mais estanque.

Para validar essa suspeita, aplica-se o *step test* do DMC. Esse teste consiste em fechar o registro de abastecimento da entrada do setor por aproximadamente uma hora, até que toda a região atinja a pressão zero. Durante esse período, é realizado o monitoramento para observar o comportamento hidráulico. Caso alguma região mantenha pressão e não atinja o valor zero, identifica-se uma possível mistura de água entre setores.

Por meio deste monitoramento, é possível identificar anomalias em cada setor e eventuais misturas. O perfil de carga hidráulica permite acompanhar, diariamente, as ocorrências e alterações, que geralmente são acompanhadas por mudanças na pressão. Em casos de mistura, é possível detectá-la comparando os dados de carga hidráulica, pressão e vazão, identificando o dia e o horário em que ocorreu a alteração de comportamento.

Como os pontos monitorados são georreferenciados, é viável consultar o cadastro da rede para verificar registros de manobras ou de divisa na região que possam estar permitindo a passagem de fluxo entre setores. Além disso, é possível realizar intervenções diretamente no local identificado.

Uma vez confirmada a ocorrência de mistura, torna-se essencial investigar suas causas e implementar ações corretivas, como ajustes no sistema de abastecimento, com o objetivo de separar os setores e restabelecer a estanqueidade do sistema.

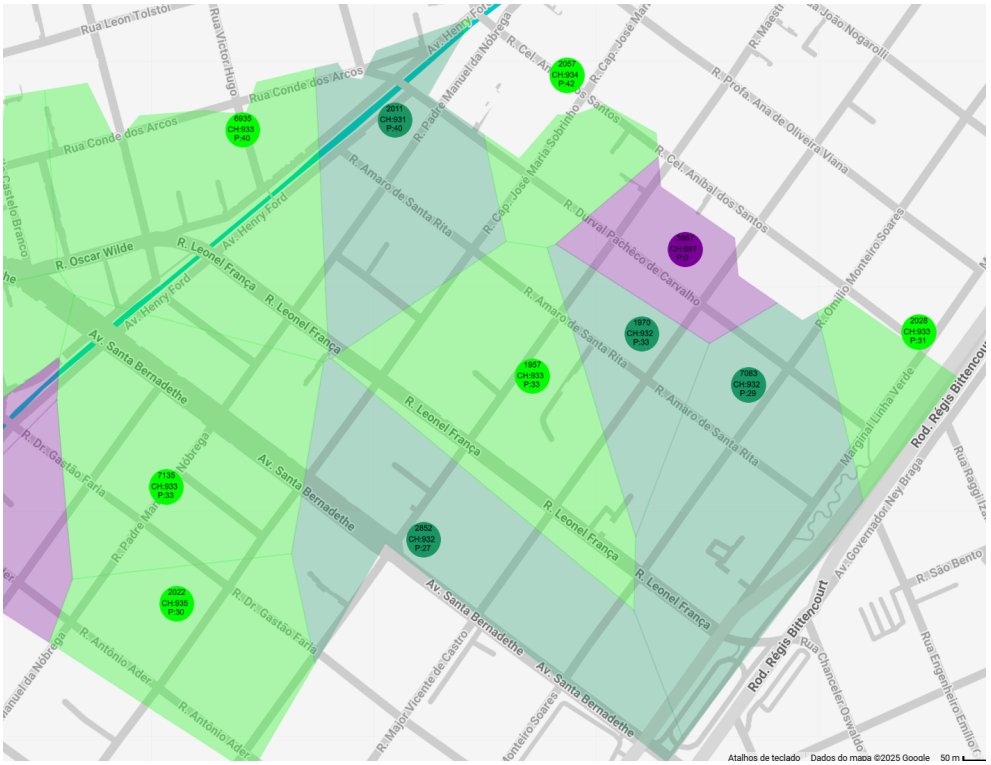


Figura 1: Exemplo de Mapa de calor dos dispositivos de pressão com dados de pressão e carga hidráulica. Fonte: acervo dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foi aplicada a metodologia apresentada em um setor com aproximadamente 190 km de rede, monitorado por dispositivos de pressão instalados em hidrômetros residenciais, posicionados a intervalos médios de 1 km e geolocalizados. Esses dispositivos permitiram a obtenção de dados de pressão e altimetria, possibilitando o monitoramento da carga hidráulica por meio de gráficos que ilustram seu comportamento durante a vazão mínima noturna. Com o suporte de macromedidores, foi possível também visualizar a vazão de entrada do setor.

Adicionalmente, realizou-se o Step Test para avaliar a estanqueidade do setor, confirmando que ele estava corretamente delimitado, conforme o cadastro técnico. Esse resultado é apresentado na Figura 1.

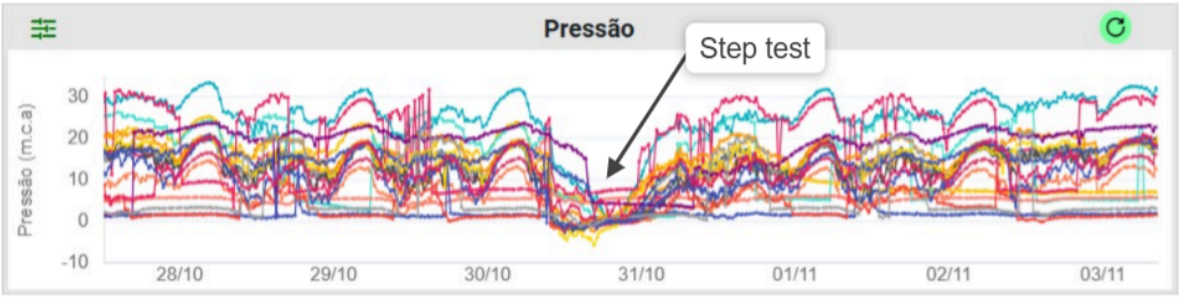


Figura 2: Gráfico de pressão ilustrando o Step Test do setor. Fonte: acervo dos autores

Posteriormente, durante seu monitoramento operacional permanente, foi constatada uma mudança no comportamento da carga hidráulica e da pressão em alguns dispositivos localizados na região de divisa do setor. Observou-se perda de carga, queda de pressão e um aumento significativo da vazão mínima noturna. Esses dados podem ser visualizados na Figura 3.

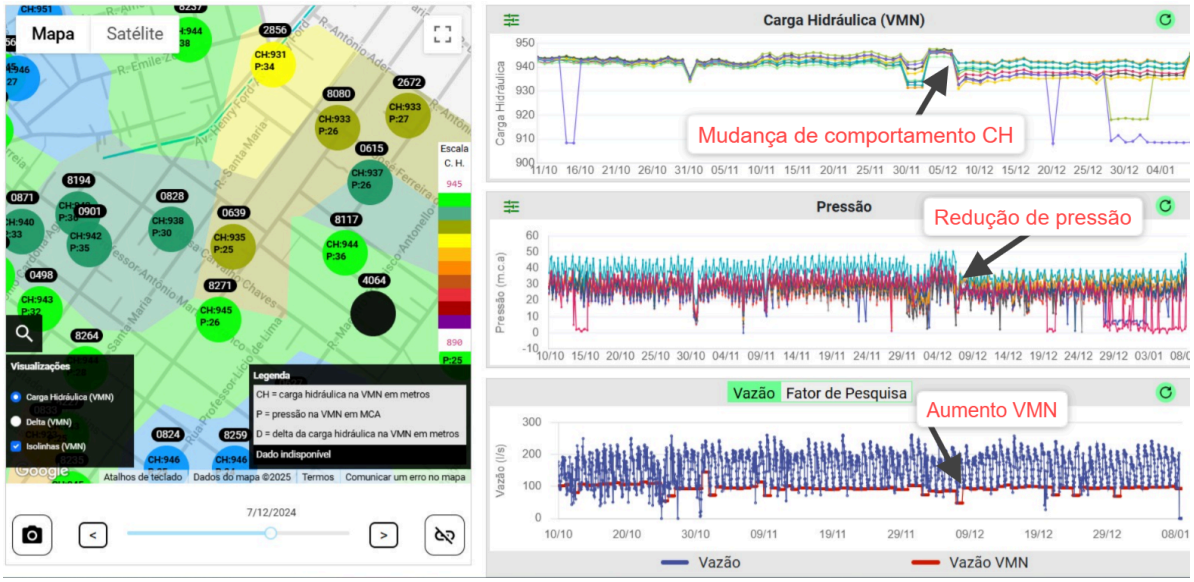


Figura 3: Gráfico de carga hidráulica, pressão e vazão durante a mudança de comportamento hidráulico. Fonte: acervo dos autores

Após a identificação dessa anomalia dos padrões hidráulicos do sistema, foi realizada uma análise no setor vizinho, que apresentou as variações esperadas: aumento da carga hidráulica e da pressão, acompanhado por uma redução na vazão. Todos os dispositivos do setor vizinho sentiram essas alterações, conforme ilustrado na Figura 4.

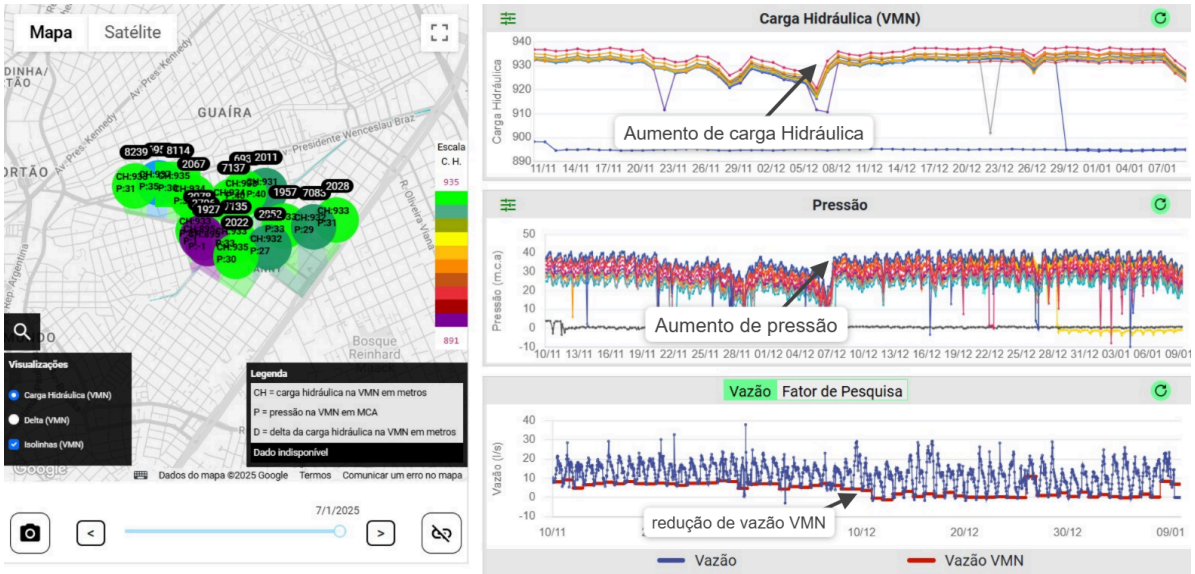


Figura 4: Gráfico de carga hidráulica, pressão e vazão durante a mudança de comportamento hidráulico. Fonte: acervo dos autores.

A concessionária responsável pelo abastecimento analisou o cadastro técnico e, com base no ponto apontado pelo monitoramento, identificou um registro de divisa aberto. Este registro permitia a mistura entre os dois setores, abastecendo o setor vizinho de forma não planejada. Após a inspeção em campo, confirmou-se a abertura do registro de divisa. Com seu fechamento, foi possível restabelecer a separação entre os setores, como demonstrado na Figura 5.

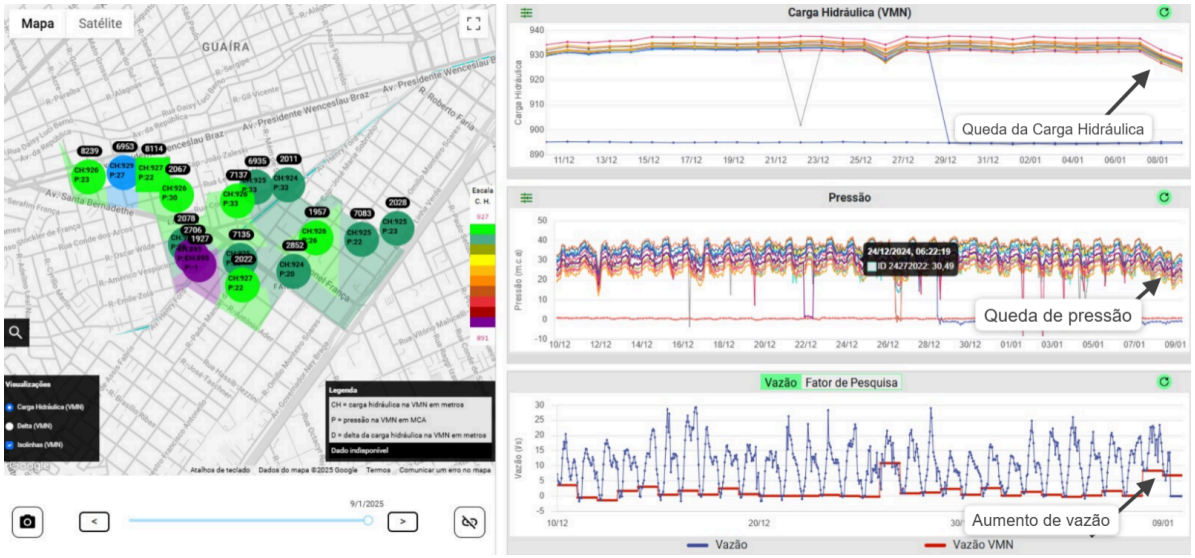


Figura 5: Gráfico de carga hidráulica, pressão e vazão do setor que estava recebendo água do setor vizinho após a separação entre eles. Fonte: acervo dos autores.

O setor que anteriormente abastecia o vizinho retornou às condições normais de operação após a manobra. Isso se refletiu no aumento da carga hidráulica e da pressão, além da redução da vazão, conforme apresentado na Figura 6.



Figura 6: Gráfico de carga hidráulica, pressão e vazão após o fechamento do registro de divisa.

A obtenção de um setor estanque, livre de perdas significativas de carga hidráulica, gera benefícios expressivos para a operação e gestão de sistemas de abastecimento de água. Entre os principais benefícios, destacam-se:

- Melhoria dos indicadores de desempenho: Redução do índice de perdas de água e aumento da eficiência operacional.
- Micromedição comercial mais precisa: Maior confiabilidade nos balanços hídricos, nos registros de consumo e na arrecadação.
- Preservação de recursos hídricos: Redução das perdas, promovendo um uso sustentável da água, especialmente em contextos de escassez.

- Eficiência energética: Menor necessidade de recalques ou bombeamento excessivo, otimizando o consumo de energia e reduzindo os custos operacionais.
- Facilidade na detecção de vazamentos e anomalias: Setores bem delimitados permitem identificar e corrigir problemas de forma mais rápida e precisa, minimizando impactos no fornecimento de água.

Portanto, o estabelecimento de setores estanques é fundamental para aumentar a eficiência operacional, reduzir custos, preservar recursos naturais e proporcionar um serviço de abastecimento mais confiável e sustentável. Esses resultados destacam a importância do monitoramento contínuo e da adoção de tecnologias avançadas para o gerenciamento das redes de distribuição.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A aplicação da metodologia apresentada neste trabalho mostrou-se eficaz para identificar e solucionar problemas de mistura entre setores em redes de distribuição de água, contribuindo significativamente para a redução de perdas, melhoria da eficiência operacional e promoção da sustentabilidade. O monitoramento contínuo de pressão e carga hidráulica, aliado ao uso do Step Test, provou ser uma ferramenta indispensável para garantir a estanqueidade dos setores, permitindo uma gestão mais precisa e eficiente das redes de distribuição.

Entre os principais benefícios obtidos estão a redução do consumo energético, a melhoria da micromedição comercial e a preservação de recursos hídricos, essenciais em um contexto de crescente preocupação com a escassez de água. Além disso, a rápida detecção de vazamentos e anomalias, possibilitada pela separação adequada entre setores, contribui para ações corretivas mais ágeis e efetivas, reduzindo os impactos no abastecimento e elevando a qualidade do serviço prestado.

Este trabalho reforça a importância do uso de tecnologias avançadas, como inteligência artificial e dispositivos geolocalizados, para o monitoramento em tempo real de redes de abastecimento. Essa abordagem não apenas otimiza os recursos financeiros e operacionais das companhias de saneamento, mas também promove um uso mais responsável e sustentável da água, beneficiando tanto as concessionárias quanto a população atendida.

Conclui-se que a implementação de setores estanques, conforme demonstrado neste estudo, representa um avanço significativo para o setor de saneamento, contribuindo para a eficiência energética, a redução de perdas e a gestão sustentável dos recursos hídricos. A adoção dessa prática é crucial para atender às demandas do saneamento básico no Brasil e alinhar-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, promovendo um abastecimento confiável e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12218:2017 – Projeto de Redes de Abastecimento de Água. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION (IWA). Disponível em: https://www.iwa-network.org. Acesso em: 29 nov. 2024.

MANZI, Daniel. A Hidráulica de Todo Dia no Saneamento. Curitiba: Editora Appris, 2020.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de Água. 3ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.