

AVALIAÇÃO DO IMPACTO E IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DOS PROBLEMAS DE INCRUSTAÇÃO EM SISTEMAS PÚBLICOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA

Dália LOUREIRO¹, Paula VIEIRA¹, Elsa MESQUITA¹, Manuel OLIVEIRA¹, Tiago MARTINS¹, José SANTOS², Francisco MARQUES², Maria João ROSA¹

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Brasil 101, Lisboa, Portugal, dloureiro@lnec.pt, pvieira@lnec.pt, emesquita@lnec.pt, moliveira@lnec.pt, tmartins@lnec.pt, mjrosa@lnec.pt

² Tejo Ambiente E.I.M., S.A., Edifício Paço do Conde, R. Dr. Francisco Sá Carneiro, Ourém, jose.santos@tejoambiente.pt, francisco.marques@tejoambiente.pt

RESUMO

A dureza elevada da água pode conduzir à precipitação de carbonato de cálcio nos sistemas de distribuição e subsequente adesão dos precipitados às superfícies das condutas, reservatórios, grupos eletrobomba e elementos acessórios (AWWA, 1999).

A presença de incrustações constitui um problema que pode afetar seriamente a qualidade do serviço, reduzindo a pressão e a quantidade de água disponível em cada ponto de utilização. Acresce que a formação de incrustações é um processo complexo, que depende de vários parâmetros de qualidade da água, além da dureza, e pode ser influenciado por outros fatores como: temperatura, funcionamento hidráulico do sistema, tipo de material e rugosidade das superfícies em contacto com a água e sua condição infraestrutural.

Os problemas causados pela presença de incrustações têm impactos económicos que podem ser consideráveis. A diminuição da pressão disponível pode fazer com que sejam necessários maiores gastos com energia para elevação de água ao longo da rede. A limpeza e desobstrução da rede pode requerer elevados consumos de água que, apesar de autorizados, não são faturados. Os danos causados nos contadores podem traduzir-se na submedição de consumos, ou mesmo ausência de medição em caso de avaria, contribuindo para o aumento das perdas comerciais na entidade gestora. Adicionalmente, pode conduzir a elevados investimentos na substituição de troços e equipamentos quando o grau de obstrução é muito elevado e não resolúvel apenas com procedimentos de desobstrução e limpeza. Em termos de recursos humanos, pode acarretar uma elevada afetação de recursos humanos na localização de obstruções, limpeza e reparação de condutas, válvulas, bombas e contadores e elementos acessórios da rede.

Por se tratar de um processo complexo e com grave impacto na qualidade do serviço prestado, propõe-se neste artigo uma metodologia, aplicável a um sistema, subsistema ou zona de distribuição de água, que considera de forma integrada as seguintes vertentes: (i) estudo hidrogeológico das origens e captações, (ii) avaliação hidráulica e infraestrutural da área de análise, (iii) avaliação da qualidade da água na área de análise; (iv) estudo da natureza das incrustações/precipitados existentes na área de análise, (v) avaliação da qualidade do serviço e (vi) identificação das causas dos problemas na área de análise.

O estudo hidrogeológico tem como objetivo caracterizar a qualidade da água das origens e das captações, compreendendo o meio onde a água subterrânea circula e as interações

possíveis com massas de água superficial. Nos casos em que seja importante verificar se existe diferença na qualidade da água entre as várias origens pode ser relevante realizar uma análise recorrendo a um histórico o mais longo possível.

Em termos hidráulicos, é feita a análise das condições operacionais de captações, estações elevatórias, reservatórios e rede. Em termos infraestruturais, avalia-se a idade, a ocorrência de avarias na rede e a presença de incrustações/sedimentos ao longo da rede e em reservatórios. A análise é complementada com testes de perdas de carga em condutas principais da rede com possíveis problemas de incrustações para estimar a rugosidade atual das condutas. Recorre-se também à modelação hidráulica para avaliar o impacto das incrustações na rede em termos de pressão e identificar zonas de baixa velocidade e nas quais a acumulação de sedimentos pode ser maior.

A avaliação da qualidade da água consiste na análise da estabilidade química, em especial do potencial incrustante. Para o efeito, com base em resultados de campanhas de amostragem em vários locais do sistema de distribuição, é calculado o Índice de Langelier e são avaliados parâmetros de qualidade da água relacionados com o equilíbrio calco-carbónico. Adicionalmente, é estudada a evolução da estabilidade química da água desde a origem até aos pontos de consumo, de modo a identificar os locais da rede críticos e os fatores de risco. A natureza das incrustações é estudada com base na caracterização química e estrutural do material precipitado acumulado na rede. Estas vertentes da metodologia estão descritas com maior detalhe em Vieira et al. (2022).

A metodologia propõe também um sistema de avaliação do desempenho do serviço prestado (Quadro 1) com enfoque em aspetos que se relacionam com a problemática das incrustações. Além dos indicadores formulados de acordo com ERSAR (2021), propõem-se indicadores específicos para avaliação do problema. Os valores de referência adotados foram definidos com base na bibliografia (ERSAR, 2021; Alegre e Covas, 2010), com exceção dos que se referem à condição dos reservatórios e à qualidade da água na rede por falta de histórico na sua aplicação. Por último, as causas dos problemas são tipificadas em termos de características da água, características hidráulicas e modo de operação da rede e reservatórios e condição infraestrutural.

Esta metodologia foi aplicada ao subsistema de distribuição de água da Mendacha (pertencente ao sistema de abastecimento de Tomar), gerido em baixa pela Tejo Ambiente. Este sistema possui 203 km de condutas, maioritariamente em PVC, e 10 reservatórios. Aquando da realização do estudo, recebia água a partir de duas captações (subterrânea e superficial) com características muito distintas em termos de qualidade da água. Subdivide-se em 12 zonas de distribuição de água e serve cerca de 4319 alojamentos.

Os resultados obtidos evidenciam que os problemas de incrustação são motivados pelas características incrustantes da água (de elevada dureza) proveniente da captação subterrânea, sendo agravados por características e condições de funcionamento da rede a jusante. Em particular, a existência de uma rede de captação, transporte e distribuição de água extensa, intercalada por vários reservatórios que transferem água entre si e com entrada de água acima da superfície livre, e a ocorrência de baixas velocidades de escoamento em pontos extremos, onde se verificaram graves obstruções da rede. Os problemas de incrustações revelaram-se de maior gravidade nas zonas abastecidas apenas pela captação subterrânea com características incrustantes e onde a rede é mais antiga. Contudo, em zonas com redes mais recentes e abastecidas apenas durante 5-6 meses/ano pela captação subterrânea surgiram problemas num período de cerca de 10 anos.

O aumento da qualidade de serviço prestado no subsistema analisado deve passar pela correção da dureza da água e das suas características incrustantes para valores de IL entre 0.2-0.3 (por substituição da origem de água ou pelo seu amaciamento prévio à entrada no sistema de adução e distribuição) e por uma reabilitação faseada da rede de distribuição.

Quadro 1 – Indicadores para avaliação do desempenho do serviço prestado com enfoque no impacto das incrustações.

Designação	Formulação	Valores de referência	Fonte
Água não faturada (%)	Água não faturada / Água entrada x 100	● [0; 20], ●]20; 30], ●]30; 100]	ERSAR (2021)
Índice de valor da infraestrutura (-)	Valor atual da rede / Custo de substituição da rede	●]0,6; 1], ● [0,4; 0,6], ● [0; 0,4[Alegre e Covas (2010)
Reabilitação de condutas (%/ano)	Condutas reabilitadas nos últimos 5 anos com idade superior a 10 anos / Comprimento médio de condutas nos 5 anos	● [1; 4], ● [0,8; 1[ou]4; 20[, ● [0; 0,8[ERSAR (2021)
Avárias na rede (n.º/100 km/ano)	Número de avárias / Comprimento total de condutas	● [0; 30], ●]30; 60], ●]60; +∞[ERSAR (2021)
Avárias por roturas (n.º/100 km/ano)	Número de avárias por roturas na rede / Comprimento total de condutas	● [0; 30], ●]30; 60], ●]60; +∞[Definidos neste estudo
Avárias por falta de água ou pressão (n.º/100 km/ano)	Número de avárias por falta de água ou pressão na rede / Comprimento total de condutas	● [0; 30], ●]30; 60], ●]60; +∞[
Avárias que deram origem a reparações ou substituições (n.º/100 km/ano)	Número de avárias que deram origem a reparações ou substituições / Comprimento total de condutas	● [0; 30], ●]30; 60], ●]60; +∞[
Reservatórios com condição insatisfatória no que refere à presença de incrustações ou sedimentos (%)	Número de reservatórios com condição insatisfatória por incrustações ou sedimentos / Número total de reservatórios		
% de resultados de qualidade da água com IL ≥ 0,5	Número de resultados com IL ≥ 0,5 / Número total de resultados	-	
% de resultados de qualidade da água com dureza > 150 mg/L CaCO ₃	Número de resultados com dureza > 150 mg/L CaCO ₃ / Número total de resultados		

Palavras-Chave: dureza da água; incrustações; qualidade do serviço; perda de carga; sistema de abastecimento de água

REFERÊNCIAS

Alegre, H.; Covas, D., 2010 – Gestão patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água – uma abordagem centrada na reabilitação. Guia técnico n.º 16, ERSAR, Lisboa, ISBN 978-989-8360-04-5.

AWWA (1999). Water quality and treatment. 5.ª edição. McGRAW-HILL. Estados Unidos da América. ISBN 0-07-001659-3.

ERSAR (2021) – Guia da avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores. 3ª geração do sistema de avaliação. Guia técnico n.º 22, ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Lisboa.

Vieira, P., Mesquita, E., Santos Silva, A., Martins, I., Loureiro, D., Santos, J., Marques, F., Rosa, M.J. (2022). A qualidade da água e a ocorrência de incrustações em sistemas de abastecimento. 20º Encontro Nacional de Saneamento Básico. Cascais. 24-25 de novembro de 2022.