

## REABILITAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO COM GRANDES ÍNDICES DE PERDA DE ÁGUA EM SEU PERCURSO

Ana Alice Quintans de Araujo <sup>1</sup>  
Amanda Raquel Bezerra de Lima <sup>2</sup>  
Sabrina Holanda Oliveira <sup>3</sup>  
Rui de Oliveira <sup>4</sup>

### RESUMO

Um sistema de distribuição de água é fundamental para que a população consiga receber a água de acordo com os padrões de potabilidade exigidos pelas normas. Proporcionalmente ao tempo de utilização, surgem problemas de operação, manutenção e deterioração da rede, exigindo alguns reparos que dificultam o andamento natural do processo e criando pontos frágeis no percurso. A qualidade do serviço de abastecimento de água é traduzida não apenas com base na confiabilidade do atendimento à demanda, mas também a outros aspectos importantes como: a tarifa cobrada pelo serviço; o grau de utilização e comprometimento dos recursos hídricos disponíveis. Sendo assim, a fim de saber quando se faz necessária a intervenção para solucionar estas questões, é preciso fazer o monitoramento dos indicadores em análise, de forma que representem as condições em operação e, portanto oriente na escolha a ser feita entre reabilitar ou implementar um novo sistema com vistas a uma abordagem mais eficiente do processo. Diante do exposto, o presente trabalho objetiva expor, através de revisão de literatura, o quadro brasileiro sobre a perda hídrica e tecnologias de reabilitação existentes para a solução desta problemática. Finalmente, verificou-se que as perdas são medidas indiretas mas que estão intimamente relacionadas com o volume de água perdido e, portanto, utiliza-se de ferramentas, como a modelagem, que através de modelos conceituais e matemáticos, utilizando diagramas ou softwares, conseguem encontrar as falhas e propor uma melhor alternativa para a reabilitação efetiva do trecho, do bairro, ou do sistema com o melhor custo benefício.

**Palavras-chave:** Modelagem, Perda hídrica, Restauração de sistemas de abastecimento de água, Técnicas de reabilitação de redes de abastecimento de água.

---

<sup>1</sup>Doutoranda em Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, [anaaliceq@gmail.com](mailto:anaaliceq@gmail.com);

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, [amandarblima@hotmail.com](mailto:amandarblima@hotmail.com);

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, [sabrina.holanda.oliveira@hotmail.com](mailto:sabrina.holanda.oliveira@hotmail.com);

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia Civil da Leeds Metropolitan - LEEDS, [ruido@gmail.com](mailto:ruido@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior disponibilidade hídrica do mundo. Da quantidade total deste fluido presente em nosso país 97% são referentes aos oceanos, 2% pertencem às geleiras e apenas 1 % do volume corresponde à água doce (Victorino, 2007).

A partir destes valores pode-se perceber a importância da distribuição eficiente deste recurso que está diretamente ligado com a evolução das cidades e a manutenção da saúde. Entretanto a nação sofre graves problemas com o mau gerenciamento hídrico que é agravado devido aos grandes períodos de estiagens, o crescimento exponencial da população, o uso inadequado da água pelos usuários do sistema de abastecimento, bem como o desperdício no decorrer deste conjunto.

Um sistema de distribuição de água é de fundamental importância para que a população consiga receber a água de acordo com os padrões de potabilidade exigidos pelas normas. Este complexo é formado por um conjunto de tubulações, acessórios, reservatórios, bombas etc., que tem a finalidade de atender, dentro de condições sanitárias, de vazão e pressão convenientes, a cada um dos diversos pontos de consumo de uma cidade ou setor de abastecimento (Porto, 2006).

Além das questões já mencionadas, proporcionalmente ao tempo de utilização, surgem problemas de operação, manutenção e deterioração da rede, exigindo alguns reparos que dificultam o andamento natural do processo e criando pontos frágeis em seu percurso. Logo, simultaneamente ao período de utilização do sistema surgem outras variáveis que corroboram com essa fragilidade como o material utilizado, rugosidade do mesmo, diâmetro das tubulações, pressão nos nós, perda de carga, frequência de reparos entre outros.

A qualidade do serviço de abastecimento de água é traduzida não apenas com base na confiabilidade do atendimento à demanda, mas também a outros aspectos importantes como: a tarifa cobrada pelo serviço; o grau de utilização e comprometimento dos recursos hídricos disponíveis em termos quantitativos e qualitativos; a sustentabilidade dos recursos e serviços a médio e longo prazos; a garantia do atendimento aos requisitos de pressão mínima e máxima na rede e a operação com o mínimo de perdas (Venturine e Barbosa, 2002).

Sendo assim, a fim de saber quando se faz necessária a intervenção para solucionar estas questões, é preciso fazer o monitoramento dos indicadores em análise, de forma que representem as condições em operação e, portanto oriente na escolha a ser feita entre reabilitar o sistema ou implementar um novo com vistas a uma abordagem mais eficiente do processo. Diante do exposto o presente trabalho objetiva expor, através de uma revisão de literatura, o

quadro brasileiro sobre a perda hídrica e as tecnologias de reabilitação existentes para a solução desta problemática.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo que busca conhecer e ratificar a importância da gestão de sistemas de abastecimento de água na sociedade contemporânea. Classifica-se a investigação como descritivo-exploratória, realizada em outubro de 2019. As informações foram obtidas através da utilização de artigos científicos com abordagem da temática investigada.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **1) Perdas de água ao longo de um sistema de abastecimento**

Conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2015), as empresas de abastecimento geralmente operam com índices de perdas que variam, em média, entre 30 e 50%, como observado no Quadro 1, sendo constatado que na região Nordeste as perdas são superiores a 40%.

**Quadro 1** – Índice de perdas na distribuição de água nas regiões brasileiras.

REGIÃO	TOTAL (%)
Norte	46,3
Nordeste	45,7
Sudeste	32,9
Sul	33,7
Centro-Oeste	35,5
Brasil	36,7

Fonte: SNIS (2015).

Coêlho (2001) afirma que perda é a quantidade de água que, em qualquer parte do sistema de abastecimento, não está contabilizada e faturada pela concessionária, ou que chega ilegalmente ao consumidor final, ou seja, toda água que foi produzida e distribuída, mas não chega a seu destino final em sua totalidade é classificada como perda, podendo ser física ou não

física. Morais e Almeida (2002) explicam que as perdas físicas são as causadas por vazamentos visíveis ou não visíveis, aparelhos mal aferidos ou fora de sua vida útil, baixa qualidade dos materiais hidráulicos, extravasamento nos reservatórios, falta de setorização por zonas de pressão, falta de um sistema de controle operacional, dentre outros, que ocorrem nas tubulações, conexões, válvulas e equipamentos de medição que compõem o sistema. Ainda segundo os autores, as perdas não físicas são aquelas em que a água é produzida e chega ao seu destino final por meios ilícitos e sem medição legal.

Tendo em vista as inúmeras variáveis responsáveis pelas perdas físicas ao longo do sistema, entretanto, o processo de desgaste devido ao envelhecimento das redes é o fator potencializador para a perda de água tratada, a qual é um elemento de grande importância para a saúde e bem-estar da população abastecida. Tsutiya (2006) explica que as maiores deficiências observadas em sistemas de abastecimento de água se devem principalmente à deterioração dos sistemas mais antigos, especialmente na parte de distribuição de água, com tubulações antigas apresentando frequentes problemas de rompimentos e de vazamentos de água, ou mesmo a falta de abastecimento de áreas urbanas que apresentam rápido e desordenado crescimento.

Lambert e Himer (2000) indicam que a gestão das perdas físicas pode ocorrer com a execução de quatro atividades complementares:

- Gerenciamento de pressão: procura minimizar os excessos das pressões do sistema e a faixa de duração de pressões máximas, enquanto assegura os padrões mínimos de serviço para os consumidores;
- Controle ativo de vazamentos: é a atividade de reparar os vazamentos apenas quando se tornam visíveis;
- Velocidade e qualidade dos reparos: desde o conhecimento da existência de um vazamento, o tempo gasto para sua efetiva localização e seu estancamento é um ponto chave no gerenciamento das perdas físicas. Entretanto, é importante assegurar que o reparo seja bem realizado. Uma qualidade ruim do serviço irá fazer com que haja uma reincidência do vazamento horas ou dias após a repressurização da rede de distribuição;
- Gerenciamento da infraestrutura: a prática das três atividades mencionadas anteriormente já traz melhorias à infraestrutura. Portanto, a substituição de trechos de rede só deve ser feita quando, após a realização das outras atividades, ainda que forem detectados índices elevados de perdas na área, pois o custo da substituição é muito oneroso.

## 2) Modelagem

Segundo Orellana (2011), vários modelos conceituais e operacionais foram desenvolvidos em universidades e centros de investigação, como os modelos de avaliação da condição estrutural de tubulações baseados em análises estatísticas e de previsão e os modelos para verificação e exploração de estratégias de reabilitação baseados em princípios técnicos e econômicos. Ainda segundo o autor, o primeiro tenta correlacionar o histórico de reparos de vazamentos e rompimentos com características da rede, tipo e idade da tubulação, características químicas da água transportada, tipo de solo e condições de operação, enquanto o segundo requer uma descrição detalhada da rede e da integração de dados econômicos.

Logo, para aperfeiçoar o funcionamento das redes de distribuição e diminuir as perdas ao longo do percurso utiliza-se do recurso da modelagem, ou seja, cenários são simulados e averiguados quanto ao funcionamento das melhorias ou trocas realizadas, tendo como base as fragilidades atuais do sistema na tentativa de solucioná-los ou proporcionar uma melhoria na malha.

Como as redes de distribuição de água são em geral localizam-se abaixo de vias com tráfego intenso, sua inspeção física é limitada e de difícil acesso. Logo, uma solução para o problema é análise do comportamento deste sistema de forma indireta com auxílio de software como o EPANET 2.0, por exemplo, que é um software gratuito.

A partir da entrada de valores, é possível extrair do software dados como vazão das tubulações, pressão nos nós, nível de água dos reservatórios que abastecem o sistema, entre outros, bem como simular todo o transporte e destino de água e estabelecimento de cenários de projeto, o que possibilita uma visão sistêmica do processo de abastecimento e acompanhamento constante dos parâmetros hidráulicos desejados.

## 3) Reabilitação de um sistema de abastecimento

Com o objetivo de promover uma melhoria das redes já existentes, reabilitação é a restauração da rede de distribuição de água, que pode variar de acordo com as necessidades de operação de cada zona, haja vista que os pontos são distribuídos em percursos com cotas topográficas distintas e que, portanto, necessitam atingir diferentes pressões a fim de ser conduzida à seu destino final.

Muitos sistemas de abastecimento existentes atingiram sua vida útil e os investimentos de capital necessários para reabilitá-los são elevados. O desenvolvimento de modelos para o planejamento da reabilitação é necessário, a fim de definir quando e como reabilitar as tubulações de um sistema de distribuição (ORELLANA, 2011). Entretanto, o envelhecimento da rede não é o único motivo que desencadeia a necessidade de reabilitação, como já discutido, mas uma associação de fatores. A partir da identificação destas causas deve ser tomada a decisão com a solução mais adequada ao sistema analisado.

Venturini e Barbosa (2002) explicam algumas técnicas de reabilitação, conforme resumido a seguir:

- **Limpeza das tubulações:** uma higienização periódica é feita nas tubulações com o objetivo de preservar o fluxo e a qualidade da água no sistema. Esta pode se dar por três formas:

Limpeza hidráulica - um limpador provido de lâminas de aço é hidraulicamente impulsionado através da tubulação, pelo bombeamento de água ou do uso de um sistema de pressão. Um reservatório deve estar ao final da tubulação para separar e coletar os detritos de limpeza suspensos.

Método Drag (método de arrastar) - limpador provido de uma série de lâminas raspadoras de aço e rodo de borracha, puxado por um guincho posicionado ao nível da terra, através de um poço de acesso. O limpador é arrastado por um guincho, primeiro em uma direção e depois em outra, até que a tubulação esteja suficientemente limpa.

Método Scraper (método de raspagem) - o raspador é autopropulsor, tem uma cabeça raspadora rotativa equipada por fileiras de lâminas de aço capazes de limpar os arrebites e ao redor deles, permitindo a limpeza de todas as deformações presentes na tubulação. A passagem dessa máquina e a pressão aplicada pela cabeça raspadora à superfície da parede permitem que uma limpeza completa seja obtida em uma única passagem

- **Substituição das tubulações:** consiste na troca das canalizações quando estas já foram rompidas repetidas vezes, estando sua estrutura comprometida. A execução deste serviço pode ser feita pela abertura de valas através de máquina escavadeira ou manualmente.
- **Revestimento não estrutural:** são revestimentos aplicados nas canalizações sem função estrutural, que podem ser:

Revestimento de argamassa de cimento - pode ser aplicado em tubulações de 100 a 200 mm de diâmetro, sendo a cobertura bombeada diretamente de uma máquina

com uma cabeça rotatória da qual é lançada, sob ação da força centrífuga, na parede da tubulação e, por fim, pás rotativas alisam a argamassa aplicada até que o acabamento fique hidraulicamente eficiente.

Revestimento de resina epóxi - com limite de aplicação de 200 metros de uma só vez, seu objetivo é melhorar as características hidráulicas das redes e, ao mesmo tempo, prevenir a formação de tubérculos nas paredes das tubulações. Este método não corrige nenhuma deterioração do encanamento, no entanto reduz as futuras deteriorações em seu interior.

Processo AS - inicialmente é removida a rugosidade proveniente da oxidação e das incrustações existentes nas paredes internas das tubulações através da introdução de abrasivos especificamente dimensionados os quais se movimentam helicoidalmente e posteriormente é realizado o revestimento com resina epóxi, prolongando a sobrevida útil.

- **Método Brusting** (Método de ruptura): primeiramente, um cabo é conectado à cabeça de um fragmentador que, por sua vez, é conectado à nova tubulação. Quando o cabo é puxado para a abertura de tração, a tubulação existente é fragmentada e a nova instalada.
- **Método da perfuratriz direcional:** é um método não-destrutivo que utiliza um equipamento montado sobre uma esteira para o posicionamento da perfuratriz permitindo, desse modo, a perfuração a partir da superfície. Toda a perfuração é monitorada através de rastreadores eletrônicos sendo possível direcionar a perfuração e desviar de obstáculos e interferências existentes ou, ainda, atender às curvas e declividades especificadas em projeto.
- **Método cured-in-place - Slipling** (Método de cura in loco - Deslizamento): o tubo é inserido achatado e enrolado em um grande carretel e puxado para o interior da tubulação, sendo, posteriormente, inflado através de ar ou vapor para formar o revestimento aderente à parede da tubulação.
- **Dosagem química** – Introduzido por Evins et al. (1989) e Selvakumar et al. (2002), esse método é dirigido aos problemas de qualidade da água. Substâncias são adicionadas ao fluxo de água destinando-se a reduzir a taxa de corrosão das tubulações de ferro, ou para manter o produto da corrosão invisível aos consumidores.

Neste sentido, de posse dos dados fornecidos, após análise das múltiplas variáveis, conforme já discutido, a exemplo da pressão, idade da tubulação e rugosidade, que interferem

na qualidade do abastecimento, bem como o estudo das condições disponíveis para revitalização dos trechos, é possível escolher a técnica que possui melhor custo-benefício para atender as exigências da região.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com a disponibilidade de tantas tecnologias na sociedade moderna, é possível constatar através do estudo realizado, que existe um número bastante elevado de água potável perdida ao longo dos sistemas de abastecimento devido às falhas do seu processo. A perda hídrica acontece durante todo o percurso do sistema, desde a captação, adução, reservação e distribuição para a população que são os consumidores finais do processo.

As perdas são medidas indiretas já que são medidas as falhas, ou seja a quantidade de erros, em vez do volume de água perdida. No entanto, esta mensuração nos revela, em outros termos, a atenção que deve ser dada à esta problemática por se tratar de um recurso limitado e escasso, bem como a urgência em procurar solucioná-los.

Para tanto, existem ferramentas, como a modelagem, que através de modelos conceituais e matemáticos, utilizando diagramas ou softwares, conseguem encontrar as falhas e propor uma melhor alternativa para a reabilitação efetiva do trecho, do bairro, ou do sistema com o melhor custo benefício.

## REFERÊNCIAS

COÊLHO, A. C. **Manual de Economia de Água (Conservação de Água)**. Comuigraf, Recife, 2001.

HOOGSTEEEN, K. J. **Basic Distribution System Maintenance**. AWWA (American Water Works Association), Annual Conference and Exposition; Chicago, 1993.

LAMBERT, A.; HIRNER, W. International Water Data Comparisons Ltd. Losses from water supply systems: standard terminology and recommended performance measures. IWA (International Water Association), **The blue pages - The IWA information source on drinking water issues**, 2000.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. de. **Avaliação multicritério para adequação de sistemas de redução de perdas de água**. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba – PR, 2002.



NASCIMENTO, R.S. Modelo conceitual para a gestão da qualidade da água em sistemas de abastecimento de médio porte. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2016.

ORELLANA, Alex. **Contribuição ao estudo do planejamento de reabilitação de redes de distribuição de água**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 2011.

PORTO, R. D. **Hidráulica Básica**. EESC-USP, São Carlos-SP, 2006.

SARZEDAS, G. L. Planejamento para a substituição de tubulações em sistemas de abastecimento de água. Aplicação na rede de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2009.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SINIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Site institucional, 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3ª ed, São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VENTURINI, M. A.; BARBOSA, P. F. **Subsídios à escolha de técnicas de reabilitação de redes de distribuição de água**. Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas-SP, 2002.

VICTORINO, C. J. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.