

## I-077 – REABILITAÇÃO DE REDES E ADUTORAS NA UNIDADE DE NEGÓCIO CENTRO DA SABESP

**Natally Annunciato Siqueira**<sup>(1)</sup>

Engenheira Ambiental e Urbana pela Universidade Federal do ABC. Tecnóloga em Saneamento Ambiental pela Universidade Estadual de Campinas. Atua como tecnóloga na Divisão de Operação de Água na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

**Roberto Abranches**<sup>(2)</sup>

Tecnólogo Em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo – Fatec. Especialista em Saúde Pública e Engenharia Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública – USP e Mestre em Tecnologias Ambientais pelo Centro de Educação Tecnológica Paula Souza – CEETEPS/SP. Atua como Analista de Sistemas de Saneamento na Divisão de Operação de Água na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Dona Antônia de Queirós, 218 - Consolação – São Paulo – São Paulo - CEP: 01307-011 - Brasil - Tel: +55 (11) 3138-3195 - Fax: +55 (11) 3138-5424 - e-mail: [nannunciato@sabesp.com.br](mailto:nannunciato@sabesp.com.br)

**Endereço**<sup>(2)</sup>: Rua Dona Antônia de Queirós, 218 - Consolação – São Paulo – São Paulo - CEP: 01307-011 - Brasil - Tel: +55 (11) 3138-5421 - Fax: +55 (11) 3138-5424 - e-mail: [rabranches@sabespcom.br](mailto:rabranches@sabespcom.br)

### RESUMO

A metodologia empregada no plano de reabilitação de redes e adutoras da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp, especificamente na Unidade de Negócio Centro, é composta por ações específicas que visam identificar as áreas críticas nas redes de abastecimento cuja origem reside no processo de envelhecimento das tubulações, criando um método que prioriza e reabilita as redes de abastecimento utilizando técnicas de engenharia por meio de métodos não destrutivos.

A identificação de pontos críticos no sistema é possível por meio do uso do sistema de informação georreferenciada da Companhia, em conjunto com os sistemas de gestão de serviço, permitindo a espacialização das áreas críticas por meio de mapas temáticos com camadas múltiplas e facilitando análises integradas para a tomada de decisão na priorização da renovação de redes de distribuição de água.

Os métodos não destrutivos permitem a instalação de novas redes sem abrir valas longitudinais, portanto são técnicas-chave empregadas em regiões metropolitanas cujo adensamento demográfico é acentuado, minimizando assim os impactos e custos sociais resultantes pela instalação da obra.

Na fase de execução, propõe-se o monitoramento dos serviços por meio de televisionamento e acompanhamento técnico especializado. A avaliação de resultados se dá por meio de medições em pontos de pressão e vazão tornando mais ágil a operação do sistema de distribuição de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Georreferenciamento, Mapas Temáticos, Reabilitação de Redes de Abastecimento, Reabilitação de Adutoras de Aço e Ferro Fundido, Métodos Não Destrutivos e Tubos de Polietileno.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a Sabesp vem intensificando as práticas que envolvem a força de trabalho em projetos específicos para renovação das redes de distribuição. São formadas equipes multidisciplinares compostas por profissionais que têm por objetivo avaliar e identificar a melhor forma de gerenciar e aplicar os recursos disponíveis em busca de um melhor desempenho operacional de rede de água, que apresenta como benefício à redução de perdas no sistema.

Gerir as infraestruturas de abastecimento de água é uma tarefa complexa pelos múltiplos aspectos a equacionar que requerem o conhecimento detalhado das diversas componentes integrantes no processo e suas inter-relações. Considerando o interesse em saneamento, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) viabilizam a representação espacial de forma integrada representando os itens da infraestrutura como redes e ligações de água e esgoto, interferentes de outras concessionárias, reservatórios e elevatórias, e as áreas urbanas como logradouros, quadras, praças e imagens aéreas.

Devido ao formato de representação dos dados (localizados espacialmente), a gestão baseada em SIG é capaz de aumentar a qualidade dos serviços promovendo melhorias no diagnóstico e na consolidação de análises de problemas advindos da infraestrutura da rede.

O formato desta informação, em termos de qualidade, subsidia o plano de reabilitação das redes de distribuição de água na Unidade de Negócio Centro da Sabesp, que tem como foco minimizar os impactos produzidos por problemas hidráulicos decorrentes do envelhecimento das redes, processos de corrosão e incrustação das tubulações, caracterizados por:

- o aumento da perda de carga e diminuição da vazão aduzida;
- problemas sanitários decorrentes, por exemplo, a liberação para a água de metais constituintes da tubulação;
- problemas organolépticos, originados da alteração da cor e do sabor da água;
- problemas econômicos, advindos, dentre outros, da necessidade de troca das tubulações, aumento do número de intervenções para manutenção e acréscimo do consumo de energia elétrica, para superar a perda de carga adicional causada pelas incrustações e pelo aumento da rugosidade das tubulações (HELLER, 2006).

O plano de reabilitação ainda prevê uma avaliação periódica de resultados e análise crítica por parte da alta direção da empresa.

## METODOLOGIA

A metodologia empregada no plano de reabilitação de redes e adutoras na Região Metropolitana de São Paulo, especificamente na Unidade de Negócio Centro da Sabesp, estabelece ações específicas para identificar as áreas críticas, priorizar e reabilitar as redes de abastecimento utilizando técnicas de engenharia por meio de métodos não destrutivos.

Para mapeamento das áreas críticas a empresa possui o Sistema de Informações Geográficas no Saneamento (SIGNOS) implantado desde 2005, onde se encontram disponibilizados os dados referentes à infraestrutura da companhia em conjunto com o sistema corporativo SIGAO (Sistema de Gestão Operacional) que permite o gerenciamento das solicitações de serviços feitas pelos clientes que geram atividades operacionais.

Considerando identificar a ocorrência dos serviços operacionais, relação entre os tipos de ocorrência e localização, as ferramentas de análise espacial viabilizam a inter-relação de elementos gráficos georreferenciados com os bancos de dados alfanuméricos gerando as camadas, maneira de representar as informações relevantes correspondentes a um determinado tema (serviços operacionais especializados) e que possibilita as manipulações que se querem estudar.

Dessa forma, as análises espaciais são demonstradas pela elaboração de mapas temáticos compostos por camadas múltiplas como ferramenta para tomada de decisão aumentando a qualidade dos serviços prestados de forma a facilitar a compreensão da localização das áreas críticas, regiões com grande incidência de serviços operacionais corretivos onde as intervenções de renovação de infraestrutura são imprescindíveis.

Os mapas são elaborados com o uso do software ArcGis® que permite o cruzamento de informações tabulares extraídas do SIGNOS e SIGAO, sendo gerados no formato digital PDF.

Desta forma não é necessário que o usuário final tenha conhecimentos em SIG para manipulação das diversas camadas que são habilitadas no leitor de PDF pelo aplicativo TerraGo Toolbar®.

Em geral, os dados cadastrais georreferenciados de infraestrutura e cartografia extraídos do SIGAO são: eixo de logradouro, quadras, cota altimétrica, ligações, redes de água além da delimitação da área de estudo. Destacam-se com maior relevância para o estudo, ilustrado na **Figura 1**, as seguintes camadas:

- 1) Troca de ramais: apresenta nos ramais, representados por pontos, aqueles que foram trocados e o número de trocas em um determinado período.
- 2) Pressão estática: apresenta a variação da pressão estática, representada por polígonos, calculada pela diferença entre a cota altimétrica do ponto e do reservatório.
- 3) Idade de rede: apresenta a idade da tubulação, representada por linhas, calculada pela diferença entre a data da instalação e data atual.
- 4) Vazamento de redes e ramal: é apresentado nas quadras, representadas por polígonos, correspondentes ao ramal ou tubo o número de vazamentos ocorridos no período.



**Figura 1: Exemplos das camadas Troca de Ramal, Pressão Estática, Vazamento no Ramal/Rede e Idade de Rede.**

Os mapas elaborados apresentam-se com as diversas camadas que possuem a opção de serem habilitadas/desabilitadas por uma lista, ilustrado na lateral esquerda da **Figura 2**, possibilitando as diversas combinações.

As etapas inicialmente planejadas contemplam ainda hoje as fases de investigação e mapeamento para se preparar os pacotes técnicos para contratação dos serviços de reabilitação.

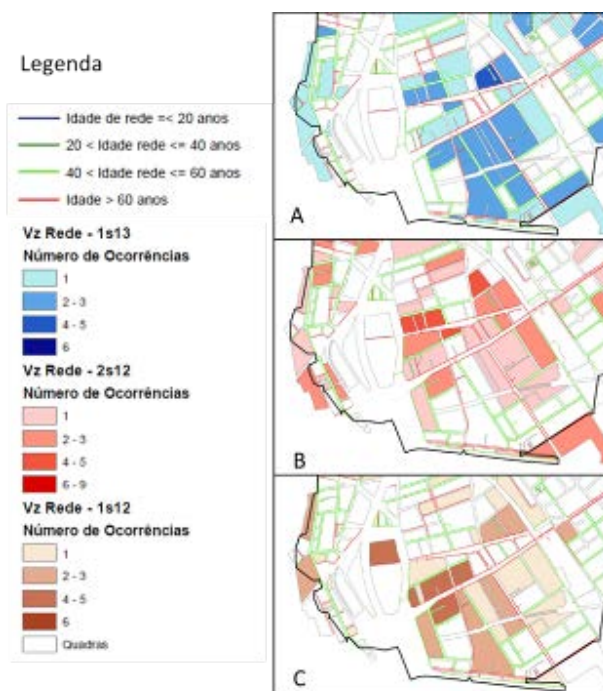
A elaboração de mapas temáticos com camadas múltiplas proporcionou melhorias no planejamento das ações para a priorização de substituição de redes onde foi possível encontrar as localizações pontuais com as piores condições de infraestrutura.

O diferencial dos mapas com camadas múltiplas deve-se à viabilidade de análises de diversos temas com o histórico dos serviços realizados dispostos espacialmente e que podem ser sobrepostos em um único arquivo digital que permite que os temas sejam habilitados/desabilitados para visualização, não requerendo treinamento em programas específicos além de não gerar resíduos com a impressão de papéis.



**Figura 2: Visualização do mapa com camadas múltiplas, a esquerda a lista das camadas geradas para habilitar/desabilitar.**

Analisando-se as diversas combinações disponíveis em um único mapa temático, é possível visualizar áreas com maior criticidade: redes de água onde os serviços corretivos são mais frequentes somadas a fatores de pressões altas e redes com idade elevada por exemplo. A **Figura 3** apresenta algumas combinações disponíveis no mapa da figura anterior.



**Figura 3: Exemplos de combinação de camadas de um mesmo mapa. A) Vazamento de rede no primeiro semestre de 2013, B) Vazamento de rede no segundo semestre de 2012, C) Vazamento de rede no primeiro semestre de 2012, ambos habilitados redes com idade superior a 40 anos.**

Após o mapeamento das áreas críticas, escolhem-se as técnicas de reabilitação, como será visto adiante.

Na fase de execução dos serviços de reabilitação propõe-se monitorar os serviços por meio de televisionamento e acompanhamento técnico especializado.

Tanto o acompanhamento técnico quanto à avaliação de resultados pode ser realizados por meio de retirada de amostras para análise do estado estrutural da tubulação. Geralmente as amostras são avaliadas por comparação, antes e depois dos serviços de reabilitação.

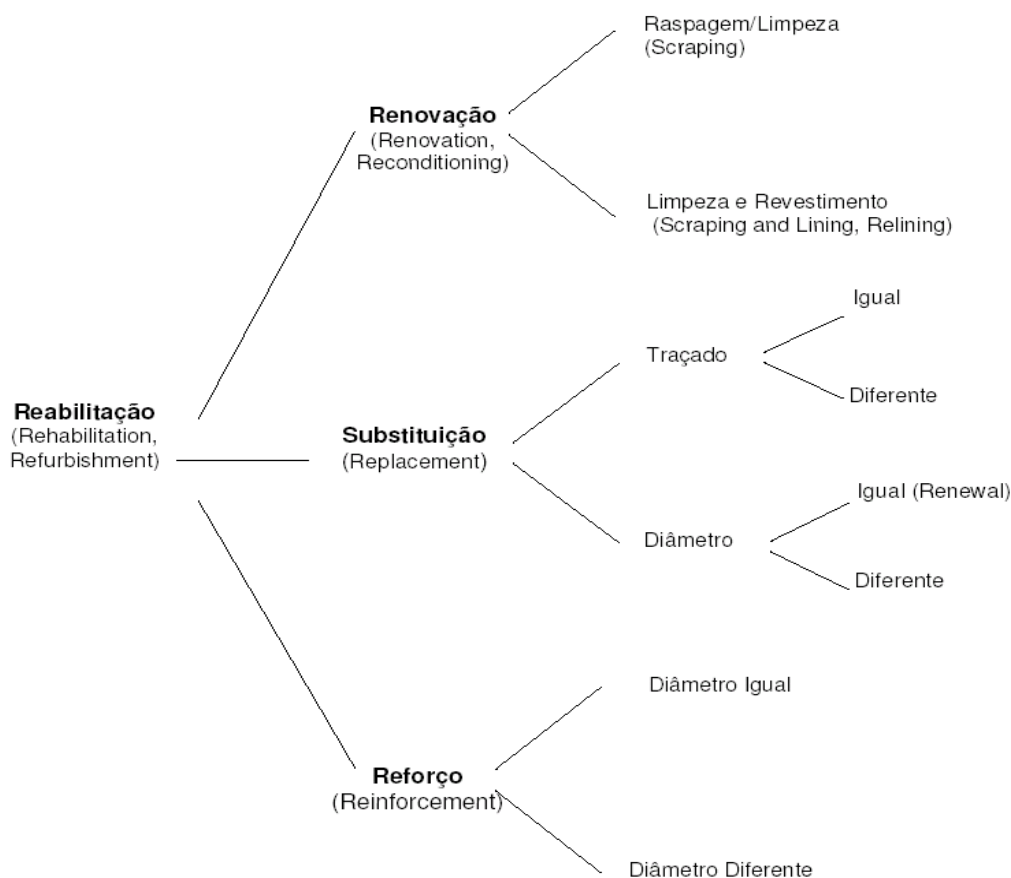
Na etapa de avaliação de resultados, é sugerida uma avaliação criteriosa: a inspeção televisiva por circuito fechado nos trechos reabilitados em conjunto com a retirada de amostras. Esta metodologia propicia benefícios ao melhorar a qualidade dos serviços de fiscalização, como também melhorar a qualidade dos serviços prestados pela empresa contratada.

### AS TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

As técnicas de reabilitação se dividem em técnicas convencionais (com abertura de valas longitudinais) e as não-convencionais, também chamadas de metodologias não destrutivas. Estas últimas, que permitem a intervenção sobre as infraestruturas enterradas sem abertura de valas, ou valas pontuais somente, mitigam os impactos e os custos sociais associados.

As técnicas de reabilitação das redes e adutoras do sistema de distribuição empregadas na Unidade de Negócio Centro priorizam as metodologias não destrutivas, como mostra o **Quadro 1**.

**Quadro 1: Técnicas de Reabilitação**





Os serviços de limpeza e revestimento das redes (*Scraping and Lining*) são constituídos por um conjunto de equipamentos e ferramentas projetados para remover as incrustações internas e aspergir o revestimento interno oferecendo à tubulação um acabamento liso.

Tais procedimentos são realizados quando não há comprometimento estrutural das paredes da tubulação, cabendo apenas a limpeza e o revestimento interno com aplicação de argamassas e polímeros como resinas tipo epóxi. Esta técnica é usualmente aplicada para se resolver problemas relacionados à qualidade da água, presença de água vermelha, problemas no abastecimento, pressão ou vazão.

Na **Figura 4** observa-se uma tubulação incrustada onde a parede se encontra preservada, cabendo apenas neste caso a remoção das incrustações e revestimento interno do tubo.



**Figura 4: Tubulação incrustada.**

**Fonte:** MCEA, Sabesp.

Os serviços de substituição de redes por método não destrutivo são constituídos por um conjunto de equipamentos e ferramentas projetadas para romper a rede existente (*Pipebursting*), sem causar interferências significativas nas vias urbanas.

O objetivo é substituir as redes que apresentam alto índice de problemas estruturais por motivo de fissuras nas paredes, como mostra a **Figura 5**.



**Figura 5: Parede com fissuras.**

**Fonte:** MCEA, Sabesp.

Para esses casos são aplicadas técnicas não destrutivas, com processos de rompimento da tubulação, que utiliza uma cabeça cortante por acionamento hidráulico ou pneumático para romper a rede existente, instalando-se simultaneamente uma nova tubulação.

Em alguns países, o arrebentamento de tubos é chamado de “fragmentação de tubos” (*Pipecracking*).

Os fragmentos da tubulação existente são comprimidos radialmente para o exterior e uma nova tubulação é puxada logo atrás conforme mostra na **Figura 6**.



**Figura 6: Substituição da tubulação por Pipebursting.**

Fonte: [www.abratt.org.br/tecnologia\\_txt.htm](http://www.abratt.org.br/tecnologia_txt.htm), 03/2011.

## NOVAS TECNOLOGIAS PARA REABILITAÇÃO DE ADUTORAS

Ao longo do tempo novas tecnologias de substituição e instalação de redes de maior diâmetro foram identificadas e incorporadas, aplicadas preferencialmente à recuperação de adutoras, onde são propostos os seguintes métodos:

- Inserção simples de tubos de aço e/ou polietileno na adutora existente (SLIPLINING);
- Revestimento estrutural da tubulação por meio do Cured-in-Place Pipe (CIPP);
- Inserção por meio de técnicas tipo Close-Fit Lining, entre elas o método “Estampado por Rolamento” (ROOL DOWN ou SWAGELINING), onde o diâmetro da tubulação a ser inserida é reduzido por extrusão através de guias (trafilas).

Em face do aparecimento no mercado de novas tecnologias de reabilitação, a atualização é sempre necessária para a busca por novas soluções: a escolha da melhor técnica passa então pelas fases de benchmarking<sup>1</sup> e disseminação, ou seja, a aquisição de conhecimento e aprendizado por meio da participação em congressos, palestras e feiras técnicas. A seguir descrevemos algumas destas tecnologias.

### INSERÇÃO DE UM TUBO NOVO (SLIPLINING)

Essa técnica consiste na inserção de uma nova tubulação, de aço ou polietileno no interior do tubo existente a ser recuperado, cuja espessura atenda aos requisitos e parâmetros operacionais como diâmetro interno mínimo, vazões e pressões mínimas de trabalho. Para preenchimento do vazio, espaço anular, é possível aplicar cimento injetado ao longo da tubulação.

Na **Figura 7** pode ser verificado o processo de inserção na Adutora Jd. América-Lapa, de Ø1000mm, onde foram inseridas redes de polietileno em seu interior.

<sup>1</sup> *Benchmarking*: coleta de informações para implantar novos processos ou aprimorar os existentes podendo ser relacionadas às visitas técnicas em outras unidades e/ou empresas.



Figura 7: inserção de tubos ou slippilining, na Adutora Jd. América-Lapa.

### REVESTIMENTO CURADO IN SITU - CIPP (CURED-IN-PLACE PIPE)

O CIPP é um método não destrutivo realizado por meio de inserção de uma manga de poliéster impregnada por uma resina termo-estável éster-vinílica ou à base de epóxi, recoberta por um filme de poliuretano no interior da tubulação a ser recuperada, impermeável, proporcionando à mesma um acabamento liso e protetor contra corrosões.

A manga é introduzida no interior da rede por uma vala, caixa ou outro acesso existente à tubulação. Uma coluna de água formada por tubo de inversão impulsiona a manga ao longo da tubulação, invertendo-a e pressionando-a fortemente contra as paredes dos tubos. A seguir a água utilizada na inversão da manga é circulada através de uma caldeira. A água aquecida promove a cura da resina criando uma nova tubulação dentro da anteriormente existente.

A tecnologia de reabilitação proposta garante a firme aderência do revestimento à tubulação existente, sem permitir vazios entre o revestimento e a parede interior da adutora.

Para esta técnica em especial, recomenda-se que as empresas de saneamento acompanhem o processo de aplicação passo a passo, chamando a atenção da empresa contratada para possíveis efeitos adversos provocados na aplicação de resinas, instalação de polímeros ou revestimentos em não conformidade com os parâmetros estabelecidos pela Portaria 2.914 de Novembro de 2011 do Ministério da Saúde.

### CLOSE-FIT LINING OU LINING CLOSE FIT PIPES

Trata-se de um grupo de metodologias não destrutivas específicas de inserção, que permitem uma acomodação com ajuste fino entre a parede da nova tubulação ou novo revestimento e a parede interna da tubulação existente a ser recuperada.

Este método proporciona uma redução mínima do diâmetro interno da tubulação existente atendendo à condição operacional mínima requerida de pressão e vazão.



Para este grupo, ilustramos alguns métodos existentes no mercado, que diferem no modo de como a tubulação é inserida, são eles: *compact pipe*, *roll down* e *swagelining*.

### FOLD AND FORM - DOBRA E FORMA, COMPACT PIPE ou U-LINER

Neste método, o revestimento ou a nova tubulação a ser inserida é dobrada em forma de U, aquecido antes da instalação, como mostra a **Figura 8**. Em seguida ele é embutido no lugar e, uma vez instalado, é aquecido com vapor ou água sob pressão para retomar a forma original. Possui um ajuste preciso com redução mínima de diâmetro da tubulação existente. O diâmetro varia de 150 a 1500 mm e pode chegar a uma extensão de 1000 m.

A tecnologia de reabilitação proposta garante a firme aderência do revestimento à tubulação existente, sem permitir vazios entre o revestimento e a parede interior da adutora.



**Figura 8: Inserção por Compact Pipe ou U-Liner.**

Fonte: [www.zrug.pl/pl/226.php](http://www.zrug.pl/pl/226.php), 03/2011.

### ESTAMPADO POR ROLAMENTO ou ROLL DOWN

Esta técnica tem como diferencial a inserção de um tubo de polietileno. O diâmetro do tubo a ser inserido neste caso pode ser similar ou superior em tamanho à tubulação existente. O diâmetro é reduzido por rolamento por meio de guias, como ilustrado na **Figura 9**, e em forma de cone o tubo é empurrado. Depois de inserido, o tubo é aquecido ou pressurizado com água, voltando à forma original.

A tecnologia de reabilitação proposta garante a firme aderência do revestimento à tubulação existente, sem nenhum tipo de adesivo, solvente e/ou sistema de pressão interna ou a vácuo, durante a operação de instalação, ou mesmo posterior à instalação do revestimento. No caso, não há folga entre o revestimento e a parede interior da adutora.



**Figura 9: Inserção por Roll Down.**

Fonte: [www.abratt.org.br/tecnologia\\_txt.htm](http://www.abratt.org.br/tecnologia_txt.htm), 03/2011.

### SWAGELINING

Neste método o diâmetro do tubo é reduzido por extrusão por meio de guias (trafilas) e empurrado para o interior da rede, como mostra a **Figura 10**. O tubo volta à forma original sem necessidade de aquecimento ou pressurização.



Figura 10: Inserção por Swagelining.

Fonte: MCEA, Sabesp.

A tecnologia de reabilitação proposta garante a firme aderência do revestimento à tubulação existente, sem permitir vazios entre o revestimento e a parede interior da adutora.

É importante ressaltar que os materiais a serem aplicados provenham de fornecedores qualificados e sejam submetidos à inspeção em fábrica. A equipe de fiscalização poderá, a cada trecho executado, a seu critério, realizar inspeção na nova tubulação a fim de determinar as condições de desempenho e qualidade dos serviços executados.

### A ESCOLHA DA TÉCNICA NA RECUPERAÇÃO DE ADUTORAS

As condições estruturais da adutora a ser recuperada praticamente definem a escolha da metodologia adotada para sua reabilitação. Além de investigar as técnicas possíveis, é preciso ter bom senso ao priorizar métodos eficientes e ao mesmo tempo de baixo custo, com embasamento técnico, bem fundamentado. Tomemos por exemplo, um caso real.

Uma adutora a ser recuperada, de 800 mm, de ferro fundido, requer uma metodologia que dê à nova tubulação (tubo existente + revestimento interno), uma conformação estrutural, ou seja, deve-se suprir as falhas de estrutura existentes que provocaram um número significativo de vazamentos e rompimentos, totalizando neste caso 28 ocorrências no período de julho de 1997 à agosto de 2009.

Ao se escolher a técnica para a sua recuperação, pode-se eleger uma entre várias existentes atualmente em evidência no mercado: *CIPP*, *Sliplining*, *Compact Pipe (U-liner)*, *Roll Down* e *Saweglining*.

A princípio, escolhe-se a técnica priorizando as condições de vazão e pressão que a nova tubulação será submetida, atendendo-se a uma futura demanda, tudo isso aliado à nova condição estrutural que se deve imprimir à tubulação, prevendo-se os casos infortúnios de sobre pressão, por motivo de golpes, transientes, etc.

Num primeiro momento, chega-se aos requisitos operacionais a seguir:

- Vazão mínima exigida: 700 L/s (previsão de consumo futura no horário de maior consumo);
- Pressão mínima de trabalho: 65 mH<sub>2</sub>O (+20% para prevenção de transientes);
- Rugosidade de 150, coeficiente de Hazen-Williams;
- Diâmetro interno mínimo da nova tubulação: 760 mm;
- Integridade estrutural.

Caso a opção seja a inserção de um novo tubo dentro do existente, por exemplo, devemos em primeiro lugar descobrir se não haverá uma redução excessiva de diâmetro a ponto de comprometer a vazão inicialmente estabelecida, de 700 L/s no caso, nem se permitir vazios entre a nova tubulação e a parede existente da adutora.

Inicialmente propõe-se a técnica do CIPP, uma alternativa viável para restabelecimento das condições operacionais da adutora, que ao revestir a tubulação, garantirá a vazão mínima exigida, 700 L/s, pois o diâmetro interno mínimo do CIPP, no caso, beira os 760mm, bem como sua a proteção estrutural necessária, de 65 mH<sub>2</sub>O (+20% para prevenção de transientes);

Mas com esta escolha, poderíamos fortuitamente, descartar rapidamente outras técnicas existentes no mercado e também viáveis, como por exemplo, a inserção de uma nova tubulação, seja de polietileno ou aço, no interior da adutora, satisfazendo é claro, às condições impostas, com a garantia da firme aderência do revestimento à tubulação existente, sem permitir vazios entre o revestimento e a parede interior da adutora, desde que devidamente embasadas tecnicamente.

A maneira de resolver este problema foi cruzar os parâmetros operacionais exigidos com as especificações das tubulações existentes no mercado, seja de aço ou polietileno.

Como exemplo prático, usou-se a seguinte planilha, desenvolvida para o cálculo do diâmetro interno mínimo requerido da nova tubulação a ser inserida, numa primeira etapa, e comparando o resultado às especificações de catálogo dos tubos existentes no mercado, numa segunda etapa, como os de polietileno, por exemplo:

### 1ª etapa, cálculo do diâmetro interno possível de acordo com a demanda:

**Entre com a Vazão (L/s):**

**Cálculo do diâmetro interno Di (mm)**

<b>Q</b>	<b>700</b>	L/s
		0,7 m³
<b>4 x Q</b>		2,8
<b>v *</b>	<b>1,935</b>	m/s
<b>¶ x v (m/s)</b>	<b>6,07898178</b>	

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

<b>Di (mm)</b>	<b>0,679</b>	m	* adota-se a velocid. não superior a 1,94 m/s
	<b>679</b>	mm	

Nesse ponto, tem-se o diâmetro interno calculado Di (mm): **679 mm**.

### 2ª etapa, comparação com o diâmetro comercial disponível:

Com as informações do catálogo, compara-se o Di (mm) calculado, com o Øi (mm), no caso, calculado na planilha pela diferença do DE (MM) do dobro da espessura da tubulação e(mm), fornecidos no catálogo do fabricante:

**Tabela 1 – Comparação dos diâmetros internos mínimos Di (mm) x Øi (mm)**

**Tubulações de polietileno: DE e Øi (mm) - ver tabela do catálogo do fabricante**

DE mm	e mm	2 x emm	Øi (mm)	SDR	PN exigido (ver catálogo)	D <= Øi (mm)
500	23,9	47,8	452,2	21	PN 8	NÃO ATENDE!
710	33,9	67,8	642,2	21	PN 8	NÃO ATENDE!
800	38,1	76,2	723,8	21	PN 8 - PE 100	ATENDE!
800	47,5	95	705	17	PN 8-PE 80 / PN 10-PE 100	ATENDE!



Na **Tabela 1** vemos que o  $\varnothing_i$  (mm), iguais a 723,8 mm e 705 mm atendem à condição imposta, pois o  $\varnothing_e$  (mm), de 679 mm, é menor que  $\varnothing_i$  (mm) nos dois casos, condição esta que garante a vazão exigida, de 700 L/s.

Adotamos no caso o maior diâmetro,  $\varnothing_i$  (mm) igual a 723,8 mm.

Ou seja, por meio das informações fornecidas no catálogo de PE do fabricante, pode-se especificar a seguir a técnica de inserção como um possível método de recuperação da adutora, uma vez que a nova tubulação a ser inserida nessa condição passa a atender aos parâmetros operacionais requeridos, ou seja, uma simples inserção de um tubo **PE 100, SDR 21 - PN 8 (Kgf/cm<sup>2</sup>)**, atende a pressão mínima de trabalho exigida, de **65 mH<sub>2</sub>O (+20% para prevenção de transientes)** e vazão mínima de **700 L/s, desde que solicitemos numa concorrência futura, por exemplo, um diâmetro interno mínimo de 720 mm, e não apenas 760 mm**, pois descartaríamos a técnica de inserção simples como uma alternativa viável para atender as condições operacionais exigidas.

Logo, os parâmetros operacionais exigidos serão:

- Diâmetro interno mínimo da nova tubulação: 720 mm; **(condição calculada e atendida)**
- Pressão mínima de trabalho: 65 mH<sub>2</sub>O (+20% para prevenção de transientes);
- Vazão mínima exigida: 700 L/s;
- Rugosidade de 150, conforme Coeficiente de Hazen-Williams;
- Integridade estrutural.

## ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DOS SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO

Ressaltamos aqui a importância do acompanhamento técnico dos serviços de reabilitação, especificamente os de limpeza e revestimento das redes de ferro fundido, onde é realizado por meio do acompanhamento dos indicadores citados anteriormente, mas também é realizado por meio da retirada pontual de amostras da tubulação, procurando avaliar os resultados pós-obra.

Neste caso, sondagens periódicas para retirada de amostras são recomendadas durante a execução dos serviços, logo após o término da limpeza da tubulação, para avaliar o grau de remoção das incrustações, e logo após a aplicação do revestimento na rede, para avaliação de sua espessura, que pode variar de acordo com o tipo de revestimento nela aplicado.

A **Figura 11** ilustra o processo de retirada e avaliação de amostras da rede.



**Figura 11: Inspeção da amostra da rede.**

**Fonte:** MCEA, Sabesp.

É recomendada a retirada de duas amostras a cada 300 metros de tubulação revestida. Caso uma delas não atenda às especificações, espessura mínima, por exemplo, tem-se de identificar o trecho revestido e solicitar à empresa contratada refazer o serviço de limpeza, aplicando-se um novo revestimento no trecho.



As condições estruturais da rede podem ser comparadas, antes e depois dos serviços executados, como ilustra a **Figura 12**.



**Figura 12: Comparação do estado estrutural da rede, antes e depois dos serviços.**

Fonte: MCEA, Sabesp.

Deve-se alertar que o incremento do número de amostras retiradas proporciona um custo adicional aos serviços: deslocamento de equipes, abertura de valas, corte da tubulação, etc., custo que deve ser repassado aos recursos alocados para a contratação.

Recomenda-se, também, a inspeção televisiva da rede, cujo serviço deve ser feito imediatamente após a conclusão dos serviços de limpeza da tubulação e aplicação do revestimento.

Numa experiência recente, foram utilizados equipamentos para inspeção televisiva da rede durante os serviços de limpeza e revestimento, em duas etapas: imediatamente após o término dos serviços de limpeza da rede e após a cura do revestimento aplicado. As etapas dos serviços de inspeção e os resultados após a limpeza podem ser vistos nas **Figuras 13 e 14**.



**Figura 13: Inspeção televisiva da rede o término da limpeza da tubulação.**

Fonte: MCEA, Sabesp.



Figura 14: Imagens da tubulação após o término da limpeza.

Fonte: MCEA, Sabesp.

Ao término das inspeções, por meio das imagens gravadas, constatarem-se falhas, tanto no processo de limpeza quanto no processo de revestimento da tubulação. Um relatório técnico detalhado dos resultados da inspeção foi entregue à empresa contratada na época.

A experiência permitiu constatar a importância do acompanhamento técnico por meio da inspeção televisiva. Os problemas foram detectados em tempo hábil para se corrigir as falhas e evitar problemas futuros.

A avaliação de resultados também ocorre por meio da constatação de permanência, queda ou aumento dos índices do número de ocorrências nos setores de abastecimento, bem como por meio de registro de depoimentos dos integrantes das equipes e análise crítica do plano por parte da alta direção da empresa.

## RESULTADOS OBTIDOS

Como resultado dos serviços de **substituição de redes**, por exemplo, podemos citar algumas quadras situadas no Bairro Jd. da Glória, **Figura 15**, cuja região pertence ao Setor de Abastecimento Cambuci, que em 2006 teve **4.130 metros** de rede de Ferro Fundido substituídas por redes de polietileno com aumento de diâmetro, pelo método do **Pipebursting**. Nesta obra específica, obteve-se uma redução de perda real por meio da redução média da vazão mínima noturna de **2,16m<sup>3</sup>/h (entre 03:00 e 04:00hs da madrugada)**, equivalente a **440L/km**.

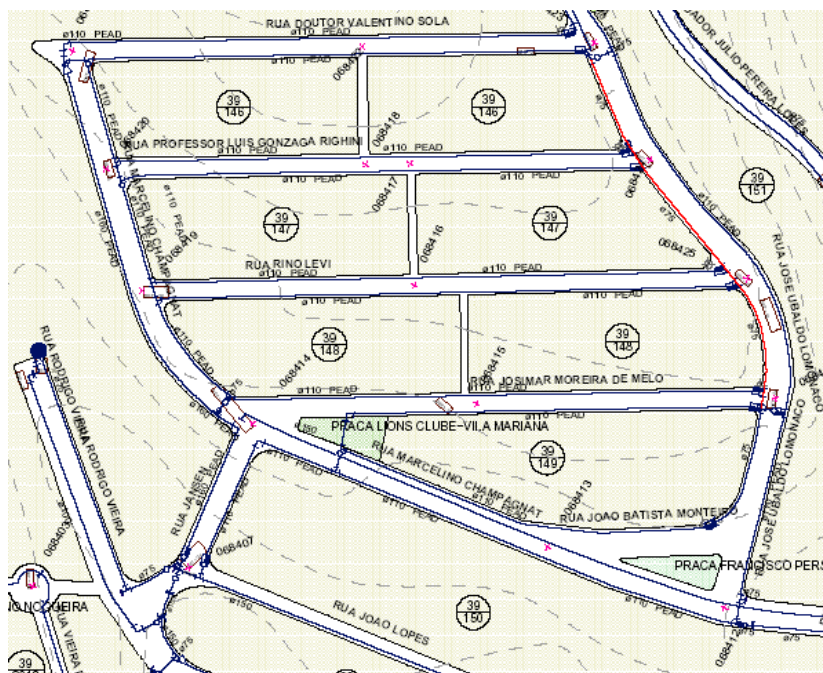


Figura 15: Substituição de rede na região do Jardim da Glória, Setor de Abastecimento Cambuci.

## **BENEFÍCIOS**

A proposta do emprego de técnicas não destrutivas para a reabilitação de redes e adutoras proporciona agilidade na execução dos serviços, menor impacto social tendo em vista a minimização de interferências com a malha viária, por não ser necessária a escavação de valas convencionais, apenas valas pontuais.

### **Impacto na Imagem da Empresa**

Impacto no relacionamento com os fornecedores: a atual demanda tem incentivado os tradicionais fornecedores a adaptarem-se aos novos requisitos, buscando, portanto, alternativas para aplicação de novas tecnologias para a reabilitação de redes.

### **Melhoria do Processo**

- Redução de perdas.
- Minimização de impactos na malha viária, e consequentemente, na sociedade.
- Aumento da longevidade das tubulações.

### **Melhoria do Atendimento e Satisfação dos Clientes**

Ao minimizar o impacto na malha viária e consequentemente, na sociedade, a ação faz com que se eleve o nível de satisfação do cliente externo.

## **CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES**

Os serviços de reabilitação de redes exigem um plano de ação específico e detalhado com bases na investigação, mapeamento e aplicação de soluções técnicas viáveis, além de um monitoramento contínuo para avaliação dos resultados.

A elaboração de mapas temáticos com camadas múltiplas proporcionou melhorias no planejamento das ações para a priorização de substituição de redes onde foi possível encontrar as localizações pontuais com as piores condições de infraestrutura.

O diferencial dos mapas com camadas múltiplas deve-se à viabilidade de análises de diversos temas com o histórico dos serviços realizados dispostos espacialmente e que podem ser sobrepostos em um único arquivo digital que permite que os temas sejam habilitados/desabilitados para visualização, não requerendo treinamento em programas específicos além de não gerar resíduos com a impressão de papéis.

Para a elaboração dos mapas temáticos ressalta-se a importância da estruturação dos bancos de dados georreferenciados e alfanuméricos disponibilizando o histórico das infraestruturas de saneamento e serviços realizados trazendo maior confiabilidade aos resultados apresentados.

O emprego de novas tecnologias para a recuperação das adutoras traduz-se na melhoria de seu desempenho operacional, com redução de vazamentos em juntas, e consequentemente, das perdas; aumento da longevidade das tubulações devido à aplicação de materiais não metálicos de elevada resistência estrutural (ex: polietileno, mantas de epóxi, poliuretanos, etc).

Ao se propor técnicas de reabilitação de adutoras, o bom senso é bem vindo ao escolher técnicas eficientes e de menor custo, além disso, ressalta-se o aprendizado e o aperfeiçoamento profissional adquirido pelos colaboradores ao lidar com tecnologias de ponta, utilizadas na reabilitação de adutoras nos mercados europeu e norte-americano.

Com o uso da inspeção televisiva no acompanhamento técnico dos serviços de reabilitação das redes, obtém-se como resultado uma avaliação técnica precisa e eficiente.

A análise crítica do plano de reabilitação é recomendada, sempre alinhada às reclamações dos clientes referente à qualidade da água, intermitências e baixas pressões de abastecimento e os resultados obtidos nos últimos anos com relação a estes parâmetros têm sido satisfatórios.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRANCHES, R. Reabilitação de redes de distribuição de água para abastecimento público: avaliação e controle. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2009. 146 f.
2. BORDA D'ÁGUA ET AL. Proposta de Metodologia para Elaboração de um Plano de Reabilitação de Sistemas de Abastecimento de Água: O Caso de Estudo de Vila Franca de Xira. In: Ramos, H. M. et al. Alterações Climáticas e Gestão da Água e Energia em Sistemas de Abastecimento e Drenagem. 1ª ed. Lisboa: IST - CEHIDRO, 2008. p. 210-222.
3. COVAS, D.; RAMOS, H. Minimização de perdas em sistemas de abastecimento. In: Gomes, H. P., García, R. P., Rey, P.L.I., organizadores. Abastecimento de água: o estado da arte, e técnicas avançadas. 1ª ed. João Pessoa: UFPB, Editora Universitária, 2007. p.47-66.
4. EVINS et al. Planning the rehabilitation of water distribution systems. Swindon: Water Research Centre; 1989. 272 p.
5. FARLEY, M; TROW, S. Losses in Water Distribution Networks: a practioner's guide to assessment, monitoring and control. 1ª ed. London: IWA Publishing, 2003.
6. GENTIL, V. Corrosão. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
7. GRILO, T. V; Covas D. I. C. Técnicas de reabilitação de sistemas de abastecimento de água – modelo operacional e aplicação a casos de estudo. In: Ramos, H. M. et al. Alterações Climáticas e Gestão da Água e Energia em Sistemas de Abastecimento e Drenagem. 1ª ed. Lisboa: IST - CEHIDRO, 2008. p. 197-209.
8. HELLER, L.; PÁDULA, V. L., organizadores. Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.
9. JESUS MORA R., J. et al. Estudio sobre la modelación de defectos en Tuberías. In: Ramos, H. M. et al. Alterações Climáticas e Gestão da Água e Energia em Sistemas de Abastecimento e Drenagem. 1ª ed. Lisboa: IST - CEHIDRO, 2008. p. 313-323.
10. MARTINS, G.; Sobrinho, P. A. Abastecimento de água. In: 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. p.47-66.
11. ONOFRE, R. M. S. et al. Corrosão interna em tubulações de abastecimento de água da RMSP. 15º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Pará: Belém, 17-23 Set 1989.
12. SABESP. Programa de Reabilitação de Redes - A Experiência da Unidade de Negócio Centro da Sabesp. SEREA 2008 - VIII Seminário Ibero-americano sobre sistemas de abastecimento urbano de água. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 16-19 Jul 2008.