A REABILITAÇÃO DE REDES E ADUTORAS NA UNIDADE DE NEGÓCIO CENTRO DA SABESP

Roberto Abranches
Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela Fatec – Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo. Especialista em Saúde Pública e Engenharia Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da USP e Mestre em Tecnologias Ambientais pelo CEETEPS – Centro de Educação Tecnológica Paula Souza. Analista de Sistemas de Saneamento da Sabesp.

Endereço: Rua Dona Antonia de Queiroz, 218 - Consolação – São Paulo - SP - CEP: 01307-010 - Brasil - Tel: +55 (11) 3138-5421 - Fax: +55 (11) 3138-5424 - e-mail: rabranches@sabesp.com.br.

RESUMO

O plano para reabilitação de redes de distribuição de água na Unidade de Negócio Centro propõe estabelecer uma metodologia que procura viabilizar tecnicamente os recursos empregados visando aperfeiçoar a capacidade de suporte hidráulico das redes de distribuição, reduzir as perdas no sistema e principalmente, melhorar a qualidade da água distribuída, que ao longo das últimas décadas tem se mostrado comprometida.
Uma equipe de trabalho foi estruturada para identificar os setores alvos, objetos de incrustação das redes de abastecimento de ferro fundido, investigar suas causas e priorizar áreas críticas para execução de obras de reabilitação.
O acompanhamento técnico dos serviços de reabilitação vem sendo realizado por meio de retirada de amostras da tubulação que permitem avaliar o estado estrutural da mesma. Usualmente as amostras são avaliadas por comparação do estado estrutural antes do processo de remoção das incrustações, limpeza da tubulação, e depois do serviço acabado, após a aplicação do revestimento.
No entanto, o presente relato sugere uma investigação mais criteriosa: a inspeção televisiva da tubulação nos trechos reabilitados, imediatamente após a limpeza e antes da aplicação do revestimento, em conjunto com a retirada de amostras. Essa metodologia procura qualificar os serviços de fiscalização, como também melhorar os resultados e a qualidade dos serviços prestados pela empresa contratada.

PALAVRAS-CHAVE: *Reabilitação de Redes, Ferro Fundido, Incrustação.*

ABSTRACT

The plan for rehabilitation of water networks in the Center Business Unit purposes to establish a methodology that intends to apply the existing resources in a technical and feasible manner to improve the hydraulic support capacity of the water distribution system, reduce the system losses and especially enhance the water quality which has been compromised over the last decades.
A work team has been set up to identify target sectors where cast iron distribution pipes presented incrustations, investigate its causes and prioritize critical areas for the performance of rehabilitation works.
Technical monitoring of rehabilitation services has been carried out by the collection of samples from the pipes to assess their structural conditions. Typically, the samples are assessed through a comparison of the pipe structural conditions before the removal of incrustations and cleanout, and after coating, when the service is completed.
However, this paper recommends a more thorough investigation by means of video pipeline inspection services in the sections subject to rehabilitation, immediately after cleaning and before coating, with a simultaneous collection of samples. This methodology intends to evaluate the inspection activities and improve the results and quality of the services rendered by subcontractors.

KEY-WORDS: *Network Rehabilitation, Cast Iron, Incrustation.*

INTRODUÇÃO

O planejamento operacional de empresas públicas passou a adotar programas e planos de ação voltados não apenas para gerenciar seu negócio, mas também os impactos ambientais a eles associados, principalmente os que afetam diretamente a saúde das pessoas, como a qualidade da água para consumo humano.

No caso das empresas de saneamento, os programas passam pelas fases de diagnóstico, planejamento e concepção onde geralmente são constituídas equipes multidisciplinares para implementá-los, e assim melhor monitorarem para minimizar os problemas decorrentes das operações dos sistemas, inclusive o da distribuição.

O plano de reabilitação das redes de distribuição de água na Unidade de Negócio Centro tem por objetivo minimizar os problemas hidráulicos causados pela corrosão e pela incrustação das redes de ferro fundido, como:

- 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)

A Sabesp vem adotando práticas que envolvem a força de trabalho em projetos específicos para dar conta de suas demandas. São formadas equipes multidisciplinares por profissionais que têm por objetivo avaliar e descobrir a melhor forma de gerenciar e aplicando os recursos disponíveis na otimização dos sistemas.

O plano de reabilitação das redes de distribuição de água da Unidade de Negócio Centro incorpora esta mesma metodologia, fazendo parte do planejamento operacional da unidade cujo objetivo estratégico é: “Buscar a Excelência na Distribuição de Água”.

Trata-se de uma ação específica que procura avaliar e tratar dos problemas hidráulicos das redes em conjunto, como a qualidade da água distribuída, pressões de abastecimento e perdas no sistema, e não somente o envelhecimento das redes, como acontecia no passado.

OBJETIVOS

As redes de ferro fundido assentadas no período anterior à década de 60 não contavam com revestimento interno. Esses condutos apresentam, hoje, incrustações e deposições que comprometem a eficiência dessas linhas em aspectos hidráulicos e sanitários.

O objetivo do plano é recuperar as redes e adutoras existentes do sistema de distribuição onde são realizadas, por setor de abastecimento, avaliações periódicas dos indicadores: n° de reclamações da qualidade da água, n° de vazamentos, índice de perdas, intermitência no abastecimento e o estado estrutural das redes.

A metodologia do plano de reabilitação[1] tem por finalidade estabelecer ações para melhor identificar, reparar e monitorar os impactos ambientais decorrentes da operação e envelhecimento das redes do sistema de distribuição de água.

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

[1] Entendemos por reabilitar uma rede de abastecimento ações que promovam uma intervenção física resultando uma melhora das condições operacionais da mesma.

A METODOLOGIA DO PLANO DE REABILITAÇÃO DE REDES

Fundamentado teoricamente num estudo científico publicado por Evins (1989), e adaptando-o às restrições e recursos disponíveis da empresa, foi composta na Unidade de Negócio Centro uma equipe de trabalho formada por representantes das áreas de engenharia e operacionais, como o Controle Sanitário (MCEC), Divisão de Operação Água Centro (MCEA), Divisão de Perdas (MCEP), Cadastro (MCED.2), Planejamento (MCI) e Pólos de Manutenção (MCC).

Em abril de 2006 iniciaram-se as etapas do projeto e após algumas reuniões de grupo foram definidos fluxogramas específicos para desenvolvimento do plano.

Conforme o andamento das ações, a metodologia foi amplamente discutida até chegar-se à formatação atual: uma etapa inicial foi planejada e contempla as fases de investigação, mapeamento e preparação de pacotes técnicos para execução das obras de reabilitação; e uma segunda etapa contempla a avaliação de resultados.

Na primeira fase do plano são estabelecidos os aspectos a serem estudados e critérios para priorização das obras nos Setores de Abastecimento (os setores mais críticos serão prioritariamente escolhidos como objeto das obras). Para tanto, mapas temáticos dos setores são analisados, como por exemplo, manchas do n° de ocorrências de reclamações da qualidade da água distribuída, Figura 1.

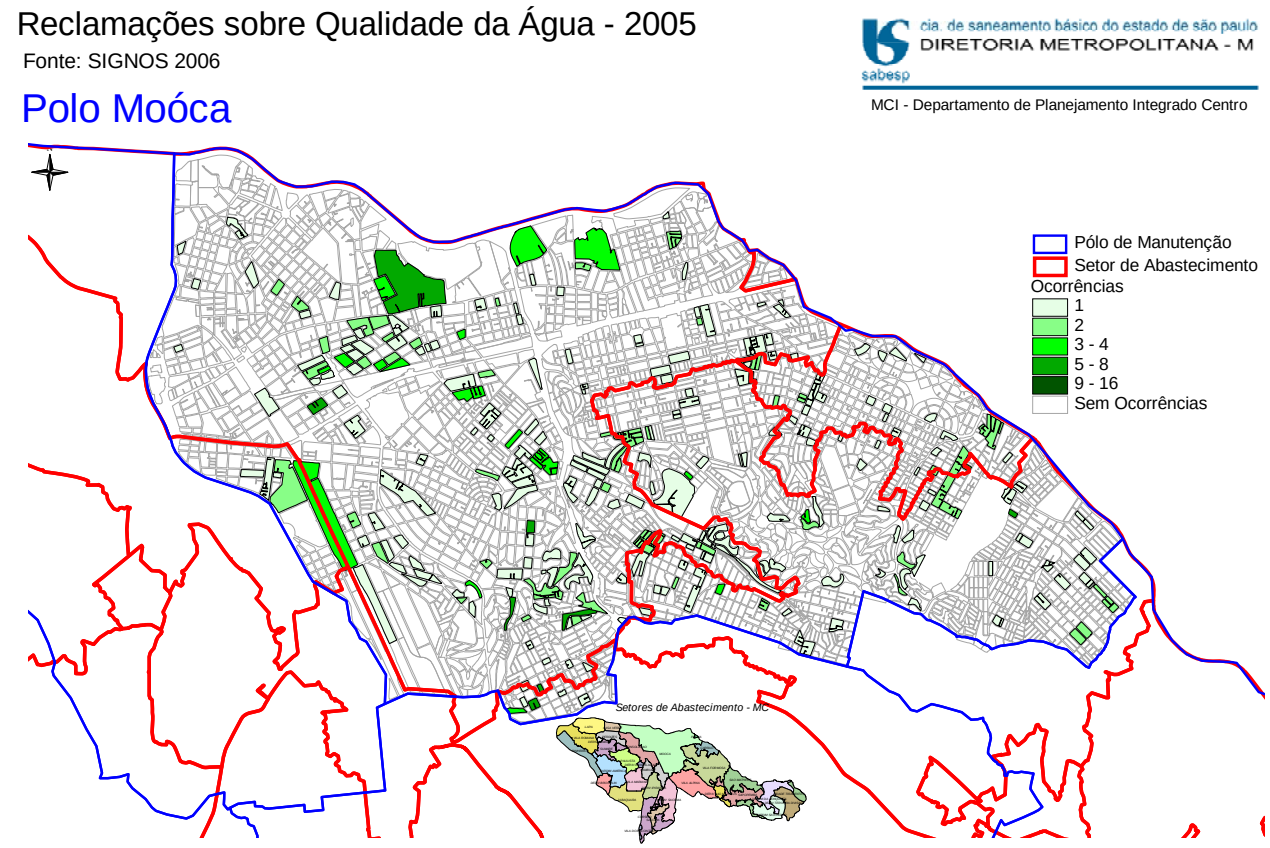


Figura 1: Mapa temático da Qualidade da Água.

Fonte: Sabesp, 2008.

Após a análise dos mapas, a equipe atribui pesos aos aspectos analisados, passando a classificar os setores, dos mais críticos aos menos críticos, sempre associados ao tipo do impacto ambiental e à saúde observados:

- Vazamentos – Peso 3;
- Qualidade de Água – Peso 2;
- Pouca Pressão e Intermitências – Peso 1.

Depois de multiplicar os pontos obtidos devido ao maior número de ocorrências do setor selecionado pelo peso correspondente, chega-se ao mapa de setores prioritários, como mostra o Quadro 1, que serve de base para análise e aplicação dos recursos disponíveis ao longo de um período pré-estabelecido:

Quadro 1: Setores Prioritários_ciclo 2010-2012

SETORES PRIORITÁRIOS PARA OBRAS DE REABILITAÇÃO POR SETOR DE ABASTECIMENTO - 2010-2012

Ciclo_2010-2012

Setor	Vazamentos Peso 3		Qualidade da água Peso 2		Falta d'água Peso 1		Total	Setor
Vila Alpina	5,00	15,00	5,00	10,00	2,00	2,00	27,00	Vila Alpina
Consolação	5,00	15,00	3,00	6,00	5,00	5,00	26,00	Consolação
Mooca	4,00	12,00	5,00	10,00	3,00	3,00	25,00	Mooca
Deriv. Ipiranga	5,00	15,00	4,00	8,00	1,00	1,00	24,00	Deriv. Ipiranga
Vila Formosa	3,00	9,00	5,00	10,00	4,00	4,00	23,00	Vila Formosa
Deriv. Brooklin	5,00	15,00	1,00	2,00	5,00	5,00	22,00	Deriv. Brooklin
Vila Romana	3,00	9,00	4,00	8,00	4,00	4,00	21,00	Vila Romana
Cambuci	4,00	12,00	2,00	4,00	5,00	5,00	21,00	Cambuci
Paulista	4,00	12,00	2,00	4,00	5,00	5,00	21,00	Paulista
Sumaré	3,00	9,00	3,00	6,00	4,00	4,00	19,00	Sumaré
Perdizes	4,00	12,00	2,00	4,00	3,00	3,00	19,00	Perdizes
Vila Mariana	3,00	9,00	3,00	6,00	4,00	4,00	19,00	Vila Mariana
Pinheiros	4,00	12,00	2,00	4,00	3,00	3,00	19,00	Pinheiros
Jabaquara	1,00	3,00	5,00	10,00	3,00	3,00	16,00	Jabaquara
Carrão	3,00	9,00	2,00	4,00	3,00	3,00	16,00	Carrão
Jd. América	1,00	3,00	3,00	6,00	5,00	5,00	14,00	Jd. América
Sapopemba	0,00	0,00	5,00	10,00	4,00	4,00	14,00	Sapopemba
Jd. Da Conquista	0,00	0,00	5,00	10,00	2,00	2,00	12,00	Jd. Da Conquista
Cursino	0,00	0,00	4,00	8,00	3,00	3,00	11,00	Cursino
Jd. S. Pedro	0,00	0,00	4,00	8,00	3,00	3,00	11,00	Jd. S. Pedro
Sacomã	1,00	3,00	1,00	2,00	5,00	5,00	10,00	Sacomã
Lapa	0,00	0,00	3,00	6,00	4,00	4,00	10,00	Lapa
Deriv. Sacomã	1,00	3,00	2,00	4,00	2,00	2,00	9,00	Deriv. Sacomã
São Mateus	0,00	0,00	2,00	4,00	3,00	3,00	7,00	São Mateus
Deriv. São Mateus	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	5,00	Deriv. São Mateus
Deriv. Brás	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00	4,00	Deriv. Brás
Cid. Tiradentes	0,00	0,00	1,00	2,00	2,00	2,00	4,00	Cid. Tiradentes
Casa Verde	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	Casa Verde MC

LEGENDA

Vazamentos - Peso 3
- 5 pontos
- 4 pontos
- 3 pontos
- 2 pontos
- 1 ponto

Qualidade da Água - Peso 2
- 5 pontos
- 4 pontos
- 3 pontos
- 2 pontos
- 1 ponto

Falta d'água ou pouca pressão - Peso 1
- 5 pontos
- 4 pontos
- 3 pontos
- 2 pontos
- 1 ponto

Prioridade:
- 1 (30 a 25 pontos)
- 2 (24 a 20 pontos)
- 3 (< de 20 pontos)

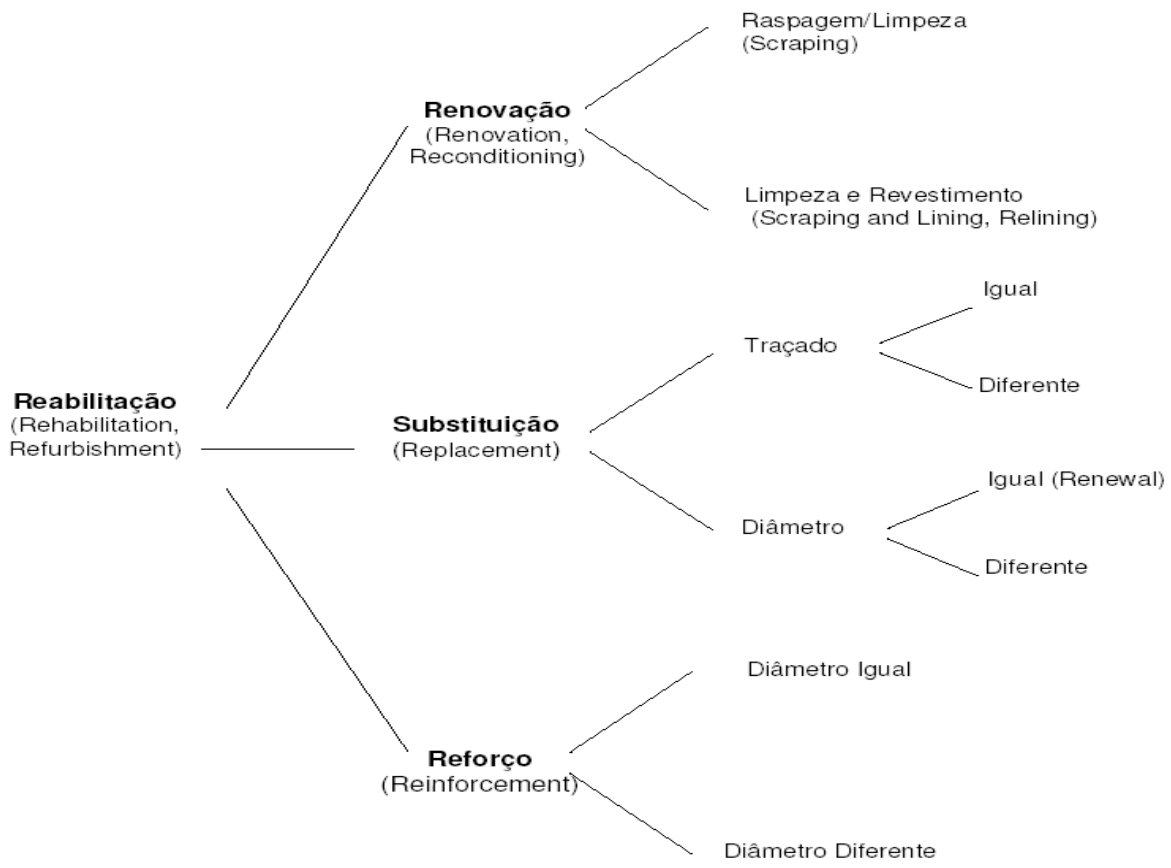
Fonte: MCEA, Sabesp.

A segunda fase do plano contempla a avaliação de resultados que se dá por meio da medição destes mesmos indicadores, após é claro a realização das obras de reabilitação do sistema.

AS TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

As técnicas de reabilitação, vão desde medidas convencionais (assentamento com abertura de valas) como as não-convencionais em sua maioria que permitem a intervenção sobre as infra-estruturas enterradas sem abertura de valas, ou abertura de valas pontuais, minimizando os custos sociais, também chamados de métodos não-destrutivos, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Técnicas de Reabilitação



Fonte: MP, Sabesp.

As técnicas de reabilitação das redes e adutoras do sistema de distribuição empregadas na Unidade de Negócio Centro priorizam as metodologias não destrutivas, como veremos a seguir.

Os serviços de limpeza e revestimento das redes são constituídos por um conjunto de equipamentos e ferramentas projetados para remover as incrustações e aspersão de revestimento interno oferecendo à tubulação um acabamento liso.

Eles são realizados quando não há comprometimento estrutural das paredes dos tubos cabendo apenas a limpeza e o revestimento interno com aplicação de argamassas e polímeros como resinas tipo epóxi.

Na Figura 2 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 2:Tubulação incrustada.

Fonte: MCEA, Sabesp.

Já 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 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 3, acarretando perdas no sistema.



Figura 3: Parede com fissuras.

Fonte: MCEA, Sabesp.

Para estes casos são aplicadas técnicas não destrutivas para substituição utilizando processos de rompimento da tubulação, como o pipebursting, por exemplo, que emprega uma cabeça cortante de acionamento hidráulico ou pneumático para romper a rede existente, instalando simultaneamente uma nova tubulação final.

Em alguns países, o arrebentamento de tubos (pipebursting) 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 4.



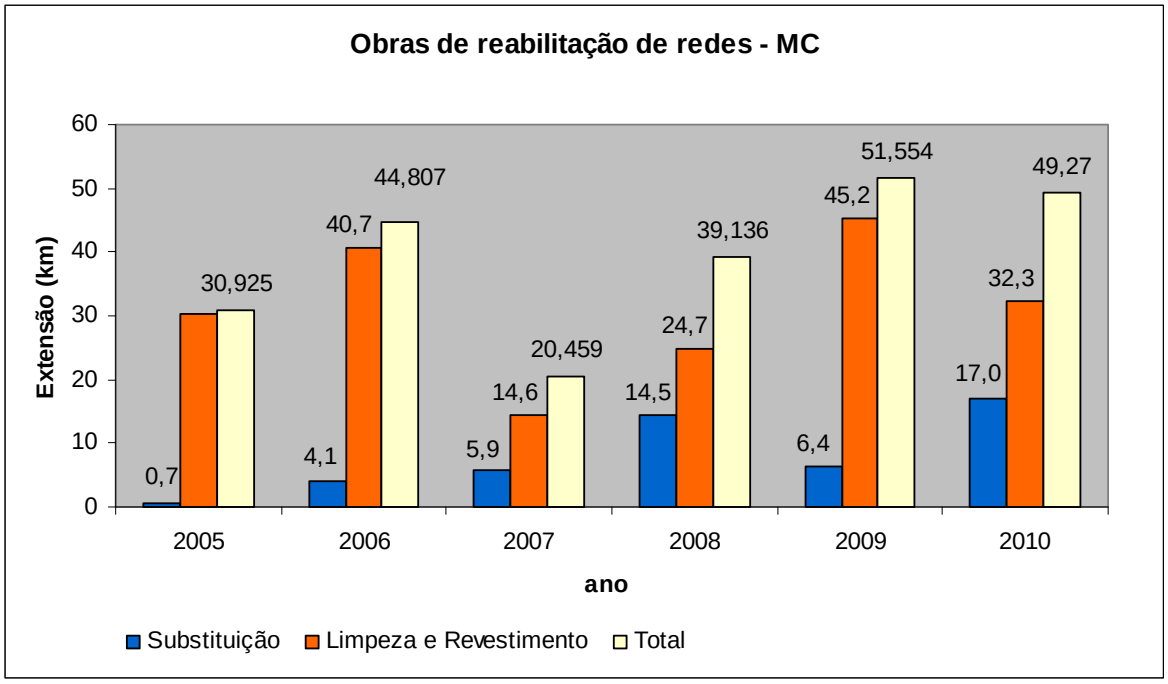
Figura 4: Substituição da tubulação por *Pipebursting*.

Fonte: www.abratt.org.br/tecnologia_txt.htm, 03/2011.

A EVOLUÇÃO DOS SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO NA UNIDADE DE NEGÓCIO CENTRO

Os serviços de reabilitação de redes na Unidade de Negócio Centro da Sabesp têm por meta a realização de 50km ao ano, pouco menos de um por cento da extensão total da rede existente. O Gráfico 1 mostra a evolução dos serviços de reabilitação na unidade no período de 2005 a 2010.

Gráfico1: Evolução dos serviços de reabilitação na UN Centro



Fonte: MCEA, Sabesp.

NOVAS TECNOLOGIAS

Em face do aparecimento no mercado de novas tecnologias de reabilitação, a atualização é necessária para a busca por novas soluções: a escolha da melhor técnica passa então pelas fases de *benchmarking* [2] e disseminação, ou seja, a aquisição de conhecimento e aprendizado por meio da participação em congressos, palestras e feiras técnicas.

No período de desenvolvimento do plano de reabilitação das redes e adutoras na Unidade de Negócio Centro foram identificadas e incorporadas novas tecnologias de reabilitação, aplicadas preferencialmente à recuperação de adutoras. A seguir descrevemos algumas destas tecnologias.

INSERÇÃO DE UM TUBO NOVO (SLIPLINING)

Esta técnica consiste na inserção de uma nova tubulação no interior do tubo existente a ser recuperado, onde a nova tubulação pode de aço ou polietileno desde que espessura atenda os parâmetros operacionais requisitados como diâmetro interno mínimo, vazões e pressões mínimas de trabalho. Para preenchimento do vazio, deve-se prever o uso de cimento utilizando injetores e válvulas apropriados que serão instaladas ao longo da tubulação inserida. Nas fotos a seguir verifica-se o processo de inserção por meio de tubos de polietileno e aço respectivamente.

[2] *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 5: Exemplos de inserção de tubos.

Fonte: MCEA, Sabesp.

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 518 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 das paredes da nova tubulação ou novo revestimento junto às paredes da tubulação existente a ser recuperada.

Este método proporciona uma redução mínima do diâmetro interno da tubulação existente, restringindo-se somente à espessura máxima da tubulação a ser inserida que atendam às condições operacionais mínimas requisitadas 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 6. 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 6: Inserção por Compact Pipe ou U-Liner.

Fonte: 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 7, 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.

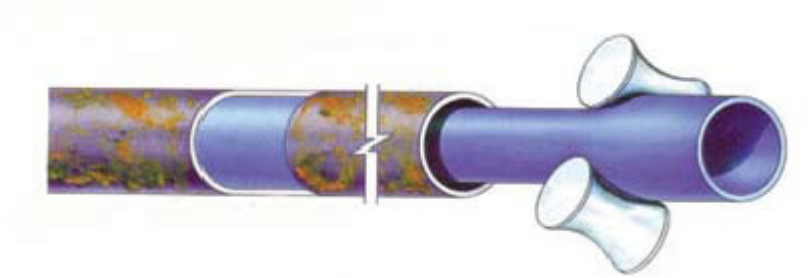


Figura 7: Inserção por Roll Down.

Fonte: 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 8. O tubo volta à forma original sem necessidade de aquecimento ou pressurização.



Figura 8: 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, mas 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 escolhermos a técnica para a sua recuperação, poderíamos eleger uma dentre muitas existentes atualmente em evidência no mercado: *CIPP, Sliplining, Compact Pipe (U-liner), Roll Down e Saweglining.*

A princípio parece fácil, se escolhe 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 mH2O (+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_2O (+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:

Entre com a Vazão (L/s):

Cálculo do diâmetro interno Di (mm)

Q	**700**	L/s
	0,7	m³
4 x Q	2,8	
v *	**1,935**	m/s
¶ x v (m/s)	6,07898178	
Di (mm)	**0,679**	m
	679	mm

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

* adota-se a velocid. não superior a 1,94 m/s

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

2ª etapa:

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 do 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 Øi (mm), iguais a 723,8 mm e 705 mm atendem à condição imposta, pois o Di (mm), de 679 mm, é menor que Øi (mm) nos dois casos, condição esta que garante a vazão exigida, de 700 L/s.

Adotamos no caso o maior diâmetro, Øi (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/cm²),** atende a pressão mínima de trabalho exigida, de **65 mH2O (+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.

Verificação da perda de carga unitária:

Cálculo da Perda de Carga J(m/m)		
	$Q^{1,85}$	0,520298
	0,2785xC	41,775
	$(0,2785xC)^{1,85}$	997,0007
	$D^{4,87}$	0,15177
J (m/m)	0,00344	m/m
	3,44	m/km

Logo, os parâmetros operacionais exigidos serão:

- Diâmetro interno mínimo da nova tubulação: 720 mm; (condição calculada e atendida)
- Pressão mínima de trabalho: 65 mH2O (+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

De forma geral o acompanhamento técnico dos serviços de reabilitação, especificamente os de limpeza e revestimento das redes de ferro fundido, 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 9 ilustra o processo de retirada e avaliação de amostras da rede.



Figura 9: Inspeção da amostra da rede.

Fonte: MCEA, Sabesp.

É recomendada a retirada de duas amostras a cada 300 metros de tubulação revestida. Caso alguma delas não atenda às especificações, tem-se de identificar o trecho revestido e rejeitá–lo, devendo ser solicitado à empresa contratada refazer o serviço limpando e aplicando no trecho um novo revestimento.

As condições estruturais da rede podem ser comparadas, antes e depois dos serviços, como ilustra a Figura 10.



Figura 10: 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., devendo ser repassado aos recursos alocados para a contratação.

Outra recomendação interessante é quanto à realização de inspeção televisiva da rede, que deve ser efetuada imediatamente após a conclusão dos serviços de limpeza da tubulação e aplicação do revestimento.

Numa experiência recente, utilizamos 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 11 e 12.



Figura 11: Inspeção televisa da rede o término da limpeza da tubulação.

Fonte: MCEA, Sabesp.



Figura 12: Imagens da tubulação após o término da limpeza da tubulação.

Fonte: MCEA, Sabesp.

A Figura 13 ilustra a inspeção televisiva após o término do processo de revestimento da tubulação.

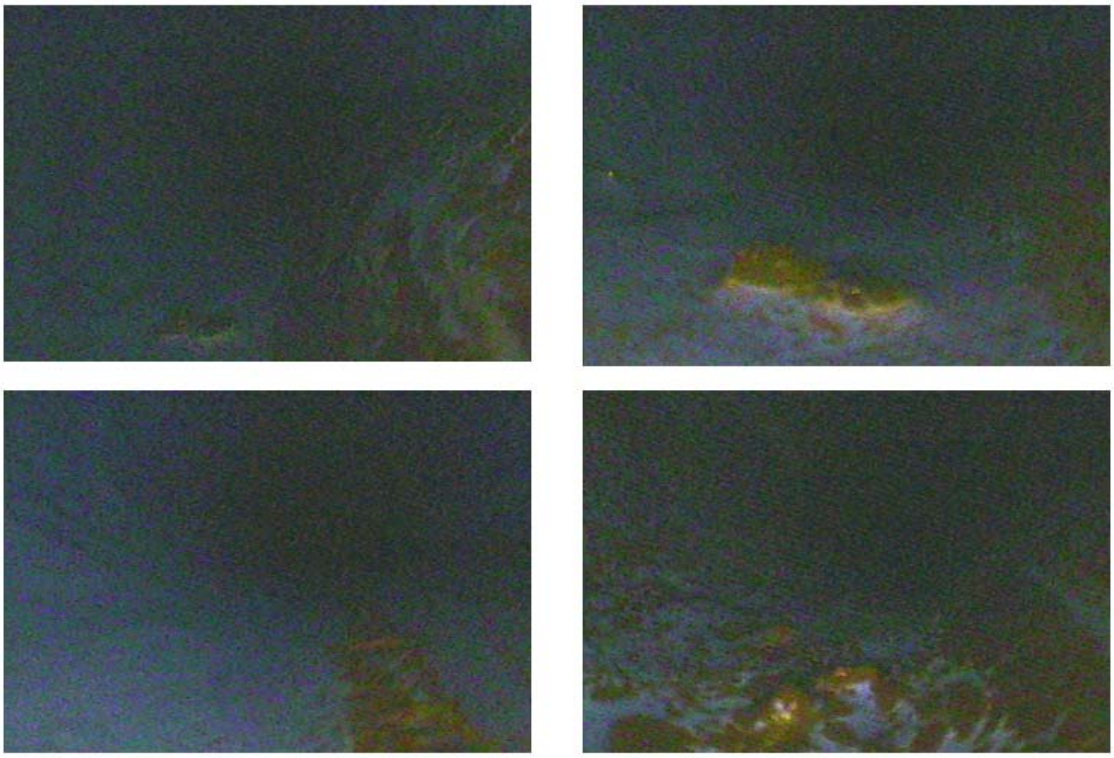


Figura 13: Imagens da tubulação após o término da limpeza da tubulação.

Fonte: MCEA, Sabesp.

Ao término das inspeções, por meio das imagens gravadas, constatou-se que houve falhas, tanto no processo de limpeza quanto no processo de revestimento da tubulação. Um relatório técnico detalhado dos resultados da inspeção foi entregue na época à empresa contratada.
Esta experiência permitiu constatar a importância do acompanhamento técnico por meio da inspeção televisiva. Verificaram-se os problemas em tempo de se corrigir as falhas no processo, e com isso 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.

CONCLUSÃO

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.

Ao propor técnicas de reabilitação de adutoras, além de fazer uso de cálculos hidráulicos para a escolha da melhor opção, deve-se usar o bom senso ao escolher as técnicas mais eficientes e de menor custo.

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.

Os resultados obtidos nos últimos anos com relação a estes parâmetros têm sido satisfatórios.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível com o apoio das equipes do Projeto Eficaz da Sabesp, da Jica - Agência de Cooperação Internacional do Japão.

Um agradecimento especial às equipes dos Pólos de Manutenção da Sabesp e à Divisão de Operação Água Centro da Sabesp.

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.