

I-153 – CONSTRUÇÃO DE REDES SUBTERRÂNEAS POR MÉTODO NÃO DESTRUTIVO – ESTUDOS DE CASO

Roberto Abranches⁽¹⁾

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.

Nataly Annunziato Siqueira⁽²⁾

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

Endereço⁽¹⁾: Rua Dona Antônia de Queirós, 218 - Consolação – São Paulo – São Paulo - CEP: 01307-011 - Brasil - Tel: +55 (11) 3138-5421 - e-mail: rabranches@sabesp.com.br

Endereço⁽²⁾: Rua Paramú, 716 – Vila Alpina – São Paulo – São Paulo - CEP: 03147-100 - Brasil - Tel: +55 (11) 2347 8601- e-mail: nannunziato@sabesp.com.br

RESUMO

O plano de reabilitação de redes e adutoras da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp, é composto por ações específicas que visam identificar áreas críticas, criando um método que prioriza e reabilita as redes de abastecimento utilizando técnicas de engenharia por meio de métodos não destrutivos.

O sistema de informação georreferenciada permite a espacialização dessas áreas por meio de mapas temáticos com camadas múltiplas, facilitando análises integradas para priorização e tomada de decisão no processo de renovação das redes.

Em áreas urbanas, a construção de novas redes torna-se desafiadora pois cada vez mais há uma disputa por espaço e os métodos não destrutivos tornam-se técnicas-chave prevalecendo como solução técnica ante os métodos convencionais.

Na área de esgoto, a reabilitação de redes coletoras por CIPP por exemplo, cresce à medida que as empresas precisam dar respostas imediatas ao prejuízo ambiental devido às inúmeras infiltrações no lençol freático, consequência diretamente relacionada ao envelhecimento das tubulações.

Ao longo do processo, é imprescindível o monitoramento dos serviços por meio de televisionamento e acompanhamento técnico especializado.

PALAVRAS-CHAVE: Georreferenciamento, Mapas Temáticos, Renovação da Infraestrutura, Reabilitação de Redes, Execução de Travessias e Métodos Não Destrutivos.

INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias não destrutivas para a construção de redes subterrâneas tem crescido nos últimos anos. Sobretudo nas regiões metropolitanas, opta-se pelo menor impacto possível às interferências existentes, sejam de superfície, equipamentos de sinalização viária por exemplo, ou mesmo equipamentos e estruturas enterradas, como redes de telefonia, cabos energizados ou galerias. Cada vez mais se busca soluções que proporcionam maior flexibilidade e agilidade executiva, o que nem sempre resulta somente numa economia de custo, mas sim uma alternativa tecnicamente viável quando comparada às técnicas convencionais de assentamento.

OBJETIVO

O presente trabalho resgata a fase de planejamento e apresenta as principais técnicas não destrutivas utilizadas na reabilitação e/ou construção de redes trazendo à tona experiências recentes da Sabesp com a finalidade de promover um debate amplo e saudável, propor alternativas viáveis e servir de base para a escolha da melhor

metodologia a ser aplicada em obras futuras, a fim de minimizar custos e reduzir a complexidade executiva, principalmente em se tratando de travessias em linhas férreas, rios e avenidas de tráfego pesado.

É muito comum em centros urbanos densamente ocupados a escolha pelo uso de métodos não destrutivos para a construção de redes subterrâneas.

Os métodos não destrutivos permitem a instalação de novas redes sem abrir valas convencionais, muito aplicados em regiões metropolitanas cujo adensamento demográfico é acentuado, minimizando os impactos e custos sociais resultantes pela instalação da obra.

Na fase de planejamento dos serviços são estabelecidas as etapas construtivas do processo. Cada situação é analisada de forma particular, como as condições ambientais locais existentes, condições de tráfego, equipamentos urbanos de superfície e interferências subterrâneas existentes.

Antes, porém, deve-se estabelecer o objetivo proposto da obra: reabilitar ou recuperar a tubulação existente ou instalar redes novas?

Esta diferenciação, a de reabilitar ou instalar novas redes é fundamental para se estabelecer as etapas construtivas da técnica, o que dará consistência à proposta, bem como os elementos necessários para o planejamento da obra.

Definido o objetivo, traça-se um plano, procurando descobrir a viabilidade técnica-econômica das técnicas usualmente as ser aplicadas decidindo-se pela melhor alternativa.

PROPOSTA DE REABILITAÇÃO DE REDES E ADUTORAS

Em geral, os problemas hidráulicos devido à corrosão e incrustação das redes de ferro fundido, tais como:

- o aumento de perda de carga nos trechos incrustados e problemas sanitários decorrentes, por exemplo, liberação de metais da tubulação na água;
- problemas organolépticos, originados da alteração da cor e do sabor da água; e
- problemas econômicos, advindos 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.

Segundo Tardelli (2005), a proposta de melhoria das condições da infraestrutura do sistema de abastecimento perpassa por duas ações básicas: a renovação ou substituição de trechos críticos da rede com elevada incidência de incrustações, o que ocasiona perda de carga elevada no sistema, ou a substituição de trechos com elevado número de vazamentos, o que constitui numa das principais ações, senão a principal ação para controle e redução das perdas reais nos sistemas de abastecimento.

Logo, a Reabilitação de Redes e Adutoras, ou tem por foco principal:

- a diminuição de perdas reais no sistema de distribuição, considerando o número de vazamentos por km de rede e a quantidade de rompimentos por desgaste, principalmente aqueles provocados pelo envelhecimento por corrosão nas tubulações ao longo dos anos.
- a melhoria operacional do sistema, uma vez que a reabilitação recupera a condição hidráulica da tubulação, fornecendo pressões mais adequadas nas redes; e
- a melhoria na qualidade da água fornecida.

Num estudo recente, Sarzedas (2011) lembra que o indicador mais utilizado para quantificar a frequência das falhas nas tubulações para um sistema em particular é a relação entre a quantidade de quebras por extensão de rede num intervalo de tempo, em geral utiliza-se o número anual de quebras por cem quilômetros de tubulação, e em seguida nos proporciona as seguintes análises:

- após análise do número de reparos no período de 2002 a 2007, verificou-se que ocorrência de vazamentos nas redes é maior nos meses de inverno, principalmente nas tubulações de Ferro Fundido e PE;

- verificou-se que o número de ocorrências é bem mais elevado em tubulações de menor diâmetro, até 100 mm;
- levando-se em conta o ano de instalação, a taxa média de quebras no período de 2002 a 2007, embora haja uma tendência de queda na taxa de quebra de tubulações mais novas, chama à atenção a pequena taxa de quebra para tubulações assentadas na década de 70, o qual, segundo o autor, teve por principal razão a mudança ocorrida na fabricação dos tubos de ferro fundido, que recebeu uma proteção interna contra a corrosão, sendo aplicados no sistema de distribuição da RMSP a partir de 1973.
- finalmente, para tubulações assentadas na década de 90, foi verificado um aumento de reparos acima do esperado, cuja razão difícil de explicar segundo o autor, mas sugeriu que a partir da década de 70 houve um período de adaptação ao emprego de novos materiais, cimento amianto por exemplo, e sobretudo o PVC.

Esses dados podem facilmente ser mapeados, servindo para identificar áreas críticas no sistema, instrumento importante de gerenciamento e controle das perdas.

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS

Isso posto, é de senso comum que o planejamento para renovação da infraestrutura, tenha por premissa a identificação e reabilitação de redes e adutoras em particular.

Podemos relacionar as áreas críticas às tubulações compostas por número elevado de vazamentos por extensão, aquelas que dispõem de material fragilizado, resultando num número o elevado de falhas (reparos), material em desuso ou não adequado, ou mesmo aquelas que em operação resultam em pressões abaixo da mínima requerida (redes incrustadas), ou de qualidade da água alterada, de produto não conforme, portanto não satisfatória aos clientes.

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

Em geral, as ferramentas aplicadas para elaboração destes mapas são o software ArcGis®, que permite o cruzamento de informações tabulares extraídas do SIGNOS (Sistema de Informações Geográficas no Saneamento) e o SIGAO (Sistema de Gestão Operacional), sistema que permite o gerenciamento das solicitações de serviços feitas pelos clientes que geram atividades operacionais.

Os mapas são gerados no formato digital PDF. A elaboração de mapas temáticos com camadas múltiplas proporciona melhorias no planejamento das ações para a priorização de substituição de redes onde é possível encontrar as localizações pontuais com as piores condições de infraestrutura, como ilustra a **Figura 1**.

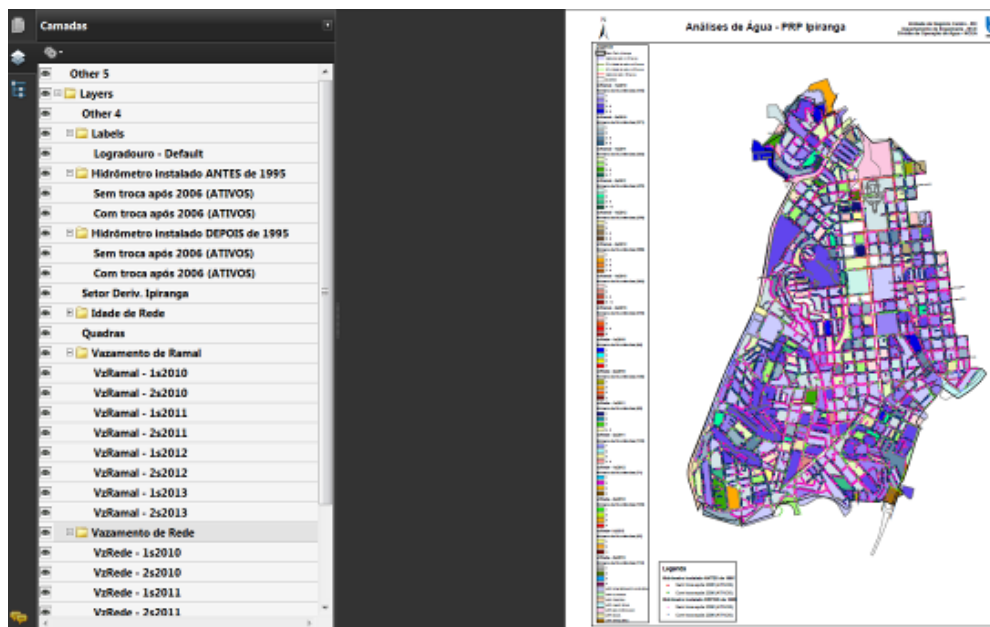


Figura 1: visualização do mapa com camadas múltiplas.

(Fonte: Sabesp/MCEA)

Depois de identificadas as áreas críticas, estuda-se a melhor técnica para recuperação do setor e a partir daí elabora-se o pacote técnico para execução das obras e/ou serviços de reabilitação necessários.

Novas metodologias estão em andamento na Sabesp, na Diretoria Metropolitana e no Interior, onde podemos destacar a do AHP.

AVALIAÇÃO DO ESTADO ESTRUTURAL DAS REDES

Um importante passo ao restabelecer as condições operacionais das redes de abastecimento é avaliar periodicamente o estado estrutural das mesmas em cada trecho a ser reabilitado.

Por meio de uma inspeção visual de amostras retiradas em campo é possível escolher o processo de reabilitação adequado: limpar a tubulação removendo a incrustação existente e revestindo-a de forma a recuperar as condições operacionais da mesma, ou substituir de vez a tubulação, com possíveis alterações de material ou aumento do diâmetro original, dependendo dos recursos disponíveis para aquisição de insumos e contratação dos serviços, seja de reabilitação ou renovação respectivamente.

LIMPEZA E REVESTIMENTO DE REDES

A incrustação presente numa tubulação de ferro fundido pode ser diagnosticada pelo número de reclamações dos clientes com relação à qualidade da água, cujo efeito na maioria das vezes é observado por uma alteração da cor e sabor; em alguns casos, adquire uma coloração vermelha castanho-alaranjada, pela presença de óxidos de ferro e sólidos suspensos presentes na água. O indício de incrustação presente na tubulação pode ser confirmado posteriormente em campo por meio de retirada de amostras da tubulação, pequenos trechos de 20 a 30 cm, onde é possível verificar a condição estrutural pelo estado da parede e tamanho da espessura do tubo. Caso a tubulação esteja livre de fissuras, pequenos furos e/ou sinais de corrosão gráfica na parede, ou seja, preservada estruturalmente, a técnica recomendada para reabilitação da mesma é a remoção das incrustações internas e em seguida a aplicação de um revestimento interno.

A Limpeza e Revestimento de Redes, portanto, constitui um conjunto de equipamentos, ferramentas e serviços especialmente projetados para remover as incrustações internas para em seguida aplicar-lhe um revestimento interno, oferecendo à mesma um acabamento liso, cujos tipos variam, dependendo da condição e objetivo proposto: argamassa de cimento e areia, argamassa acrílica ou de resina epóxi.

A técnica mostra-se vantajosa quando não há muito recursos disponíveis, pois os preços são menores, dependendo das técnicas e do tipo de revestimento aplicado, quando comparada em geral aos serviços de substituição.

Uma amostra retirada da Rua Lourenço de Almeida, no bairro da Vila Nova Conceição, em 2006, ilustra um exemplo de tubulação incrustada, **Figura 2**. No caso havia pouca pressão na rede de abastecimento, abaixo da dinâmica mínima permitida pela norma ABNT NBR 12218:2017, de 100Kpa, mas cuja parede ainda encontrava-se preservada. Naquele caso a simples remoção das incrustações com posterior aplicação de revestimento interno à base de resina epóxi, foi a solução encontrada, dando até hoje uma *sobrevida* às redes naquele setor.



Figura 2: tubulação incrustada.
(Fonte: Sabesp/MCEA)

SUBSTITUIÇÃO DA TUBULAÇÃO EXISTENTE OU PIPEBURSTING

A técnica de substituição de redes denominado de *Pipebursting*, constitui o conjunto de equipamentos e ferramentas especialmente projetados para instalar novas redes pelo mesmo caminhamento sem causar impactos ou danos significativos às interferências subterrâneas. Esta técnica de substituição, também denominada Substituição de Rede pelo Mesmo Caminhamento da Rede Existente, deverá ser indicada no caso onde a rede existente apresente fissuras e fragmentos presentes na tubulação no caso ilustrado a seguir.



Figura 3 - Fissuras e furos pontuais na parede da tubulação.
(Fonte: Sabesp/MCEA)

De acordo uma amostra retirada da Avenida República do Líbano em São Paulo, **Figura 3**, uma tubulação de ferro fundido de Ø100mm com sinais de rupturas por motivo de falha estrutural pode ser observada, nota-se a parede fragilizada, provocada possivelmente por processo de corrosão e que ao longo de sua vida útil foi objeto de inúmeros reparos. Neste caso, a Substituição de Rede por Método Não Destrutivo foi a técnica recomendada, a tubulação foi substituída por outra de polietileno de diâmetro externo superior ao existente.

INSTALAÇÃO DE REDES SUBTERRÂNEAS POR MÉTODO NÃO DESTRUTIVO

O uso de novas tecnologias para recuperação das redes e adutoras de ferro fundido é uma das alternativas para minimizar as perdas do sistema de distribuição de água potável na Região Metropolitana de São Paulo.

A instalação de novas redes por método não destrutivo por diferente traçado do original é aplicado quando há necessidade de se fazer um reforço no sistema de distribuição, seja instalando novas tubulações em paralelo às redes existentes, ou quando há necessidade de se executar travessias subterrâneas sob interferências, linhas férreas, avenidas, rios ou córregos, por exemplo.

PERFURAÇÃO DIRECIONADA (HDD)

A técnica usual para instalação de novas travessias por método não destrutivo é o Furo Direcional ou Perfuração Direcionada Horizontal (*Horizontal Directional Drilling, HDD*).

Nesta técnica, inicialmente um furo piloto é escavado com o objetivo de atingir o lado oposto perfazendo a extensão total do trecho com inserção de hastes metálicas. Numa segunda etapa, duas valas são escavadas em cada extremidade do trecho com dimensões suficientes para introdução dos equipamentos necessários para o emboque e desemboque da tubulação.

O Furo Direcional é executado utilizando-se uma **perfuratriz rotativa** que, por meio de sistema direcional, executa um furo guia com uma broca em forma de pá, geralmente com inclinação de 10° a 30° ou horizontal, que escava o solo através de jato de lama bentonítica em alta pressão. Ou seja, a perfuração se processa por jateamento onde o fluido de perfuração é bombeado pelo interior de **hastes metálicas**, atravessando os jatos situados na ferramenta de perfuração e erodindo as diferentes formações do solo.

Na **Figura 4** observam-se as duas etapas do processo, a de escavação do furo piloto e depois a puxada da nova tubulação da travessia proposta.

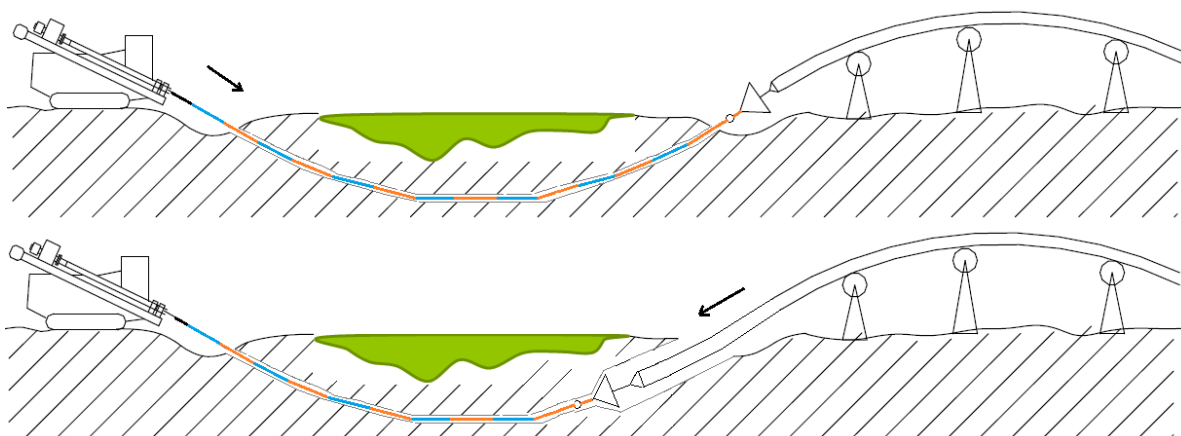


Figura 4: representação de uma travessia em sob um córrego numa instalação urbana.
Fonte: desenho adaptado de ABRATT, Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva.

Em 2009, tal método foi utilizado na prática para se instalar uma nova rede na Rua Sumidouro, Pinheiros. Naquele local pôde-se observar a instalação de uma nova tubulação pelo método do HDD, uma tubulação de polietileno resina PE100 e DE450, **Figura 5**.



Figura 5: furo piloto, máquina perfuratriz com hastes metálicas e tubulação de PE.
(Fonte: Sabesp/MCEA)

TRAVESSIA SOB O VIADUTO NOVE DE JULHO

A adutora Consolação - Paulista é uma adutora de recalque de ferro fundido, de diâmetro nominal de 800 mm, e abastece o sistema distribuidor primário do Setor Paulista. Ela deriva da elevatória do Reservatório Consolação e chega ao Setor Paulista, importante setor da capital que abastece diversos hospitais.

O trecho da adutora a ser recuperada atravessa a Avenida Nove de Julho que possui tráfego intenso: veículos de passeio, caminhões e ônibus, o que dificulta a abertura de valas de grandes dimensões, **Figura 6**.

Para os serviços de recuperação da adutora naquela região é preciso estudar tecnicamente a melhor alternativa, ou seja, aquela com menor impacto possível aos equipamentos locais.

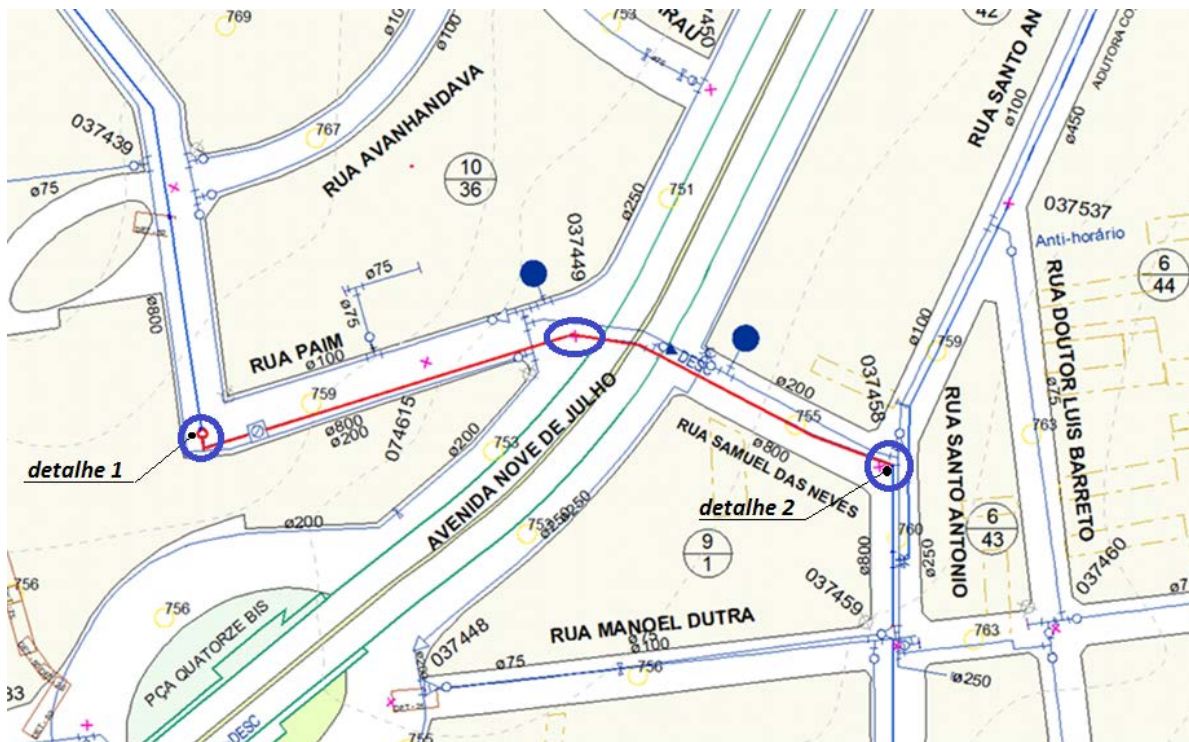


Figura 6: localização da adutora Consolação-Paulista, trecho a ser remanejado.
(Fonte: Sabesp/MCEA)

Para tanto, a proposta de reabilitação da adutora existente prevê a substituição do trecho especificado pelo método não destrutivo, seja por meio de instalação de tubos de aço soldados de Ø800MM, pelo método de Perfuração Direcionada (**HDD**), ou pelo método de tubos cravados (*Pipe Jacking*), ambos de modo a proporcionar à mesma uma maior longevidade.

O **furo piloto** normalmente é lançado a partir da superfície num ângulo entre 8 e 20 graus em relação à horizontal, e à medida que a profundidade necessária é atingida, são realizados desvios horizontais. Caso a alternativa do HDD seja escolhida, a máquina perfuratriz deverá ser mergulhada com a tubulação e demais equipamentos até a cota da instalação da nova rede, lembrando que neste caso, é prevista a travessia sob o antigo córrego Saracura.

No caso específico, com a máquina perfuratriz colocada na posição horizontal, a profundidade deverá ser igual à tubulação existente ou não inferior a cinco vezes o diâmetro da tubulação, o que for maior (**Figura 7**).

VALAS DE EMBOQUE E DESEMBOQUE DA TUBULAÇÃO - HDD

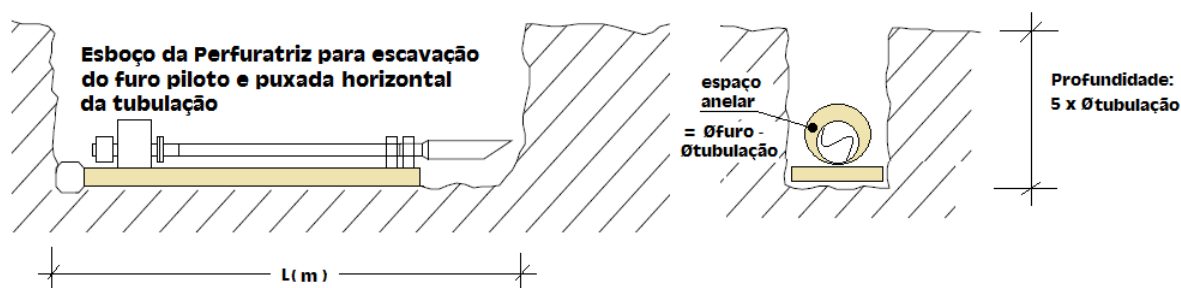


Figura 7: proposta de dimensões de valas acesso - HDD

No caso da escolha da alternativa pelo método dos Tubos Cravados, ou *Pipe Jacking*, é previsto que a adutora seja cravada diretamente no solo, a partir de poços de ataque. Neste caso, a adutora será montada em trechos de cerca de 6 m de comprimento, em tubos de aço soldados, sendo que os revestimentos internos e externos deverão ser recompostos antes de prosseguir com a cravação (**Figura 8**).

VALAS DE EMBOQUE E DESEMBOQUE DA TUBULAÇÃO – TUBOS CRAVADOS

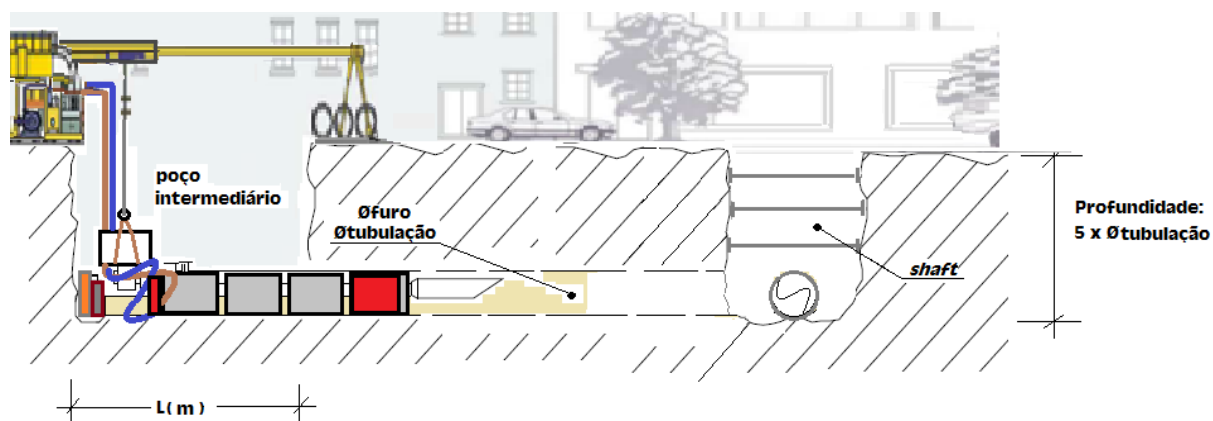


Figura 8: proposta de dimensões de valas acesso – Tubos Cravados

SEQUÊNCIA EXECUTIVA

- Demarcação da obra em campo;
- Pesquisa e mapeamento de interferências;
- Parecer geotécnico detalhado no trecho;

- Remanejamento das interferências, em especial as redes de gás da Comgas e as redes de distribuição de água da Sabesp;
- Rompimento da pavimentação, escavação e escoramento das valas, com as dimensões indicadas em planta, onde serão feitas as conexões de montante e de jusante com a tubulação de ferro fundido existente;
- Execução de poços de emboque e desemboque (*shafts*), com dimensões e profundidade necessária para introdução de materiais e equipamentos permitindo a instalação da nova tubulação e execução de soldas, na metodologia de reabilitação adotada e de acordo com as condições geotécnicas. Recomenda-se para solos estabilizados que a profundidade seja no mínimo cinco vezes o diâmetro do túnel escavado onde será instalada a nova tubulação;
- Os poços intermediários poderão ser executados pelo método **N.A.T.M.**, com concreto projetado, sendo executado de cima para baixo, em forma de elipse, com espessura de dimensões e profundidade necessária para introdução de materiais e equipamentos permitindo a instalação da nova tubulação e execução de soldas, na metodologia de reabilitação adotada.
- Execução de escoramento especial;
- Instalação de tubos de aço Ø32” para solda, espessura 1/2”, com revestimento especial para cravação direta;
- Montagem da tubulação de aço Ø32”, inclusive de conexões de montante e de jusante com válvula de descarga;
- Teste de Estanqueidade;
- Reaterro das valas e recomposição da pavimentação.

RESULTADOS ESPERADOS

- Recuperar a integridade estrutural do trecho da adutora, remanejando o trecho antigo, de modo a evitar futuras falhas, rompimentos e novos vazamentos.
- Melhorar o desempenho hidráulico e sanitário da tubulação.
- Prolongar a vida útil da rede atualmente em operação.

REABILITAÇÃO DO TRECHO DA ADUTORA FRANÇA PINTO

A adutora de recalque da EEA França Pinto é uma importante adutora de Ø1000mm que abastece parte dos Setores Vila Mariana e Setor Paulista, foi implantada na década de 60 e é responsável pelo abastecimento do Reservatório Vila Mariana a partir da ETA ABV, do Sistema Guarapiranga.

Segundo a Divisão de Adução da UN Centro da Sabesp, com o passar dos anos, o desgaste estrutural da adutora ocasionou diversos incidentes operacionais, com nove vazamentos no trecho de maior incidência, portanto a necessidade de uma intervenção emergencial.

O método utilizado para recuperação foi a Inserção Simples. Por este método não destrutivo, também denominado de *Sliplining*, uma tubulação é inserida dentro da tubulação existente, portanto, o diâmetro externo da nova tubulação é alguns centímetros inferiores ao diâmetro interno da tubulação existente, e o espaço anular entre a nova tubulação e a antiga é preenchido por um betume cimentício (*grouting*). No caso específico, foi introduzida uma tubulação de PE-100 DE900 SDR17, dentro da adutora de FºFº de Ø1000mm existente. Além disso, a reabilitação da adutora contemplou as seguintes ações:

- Planejamento e estudo de opção de manobra para viabilizar a reabilitação de um trecho da adutora;
- Propiciou a oportunidade de se realizar a troca da válvula de descarga;
- Interligação entre as linhas 1 e 2 da ETA ABV- EEA Franca Pinto, por meio de *by-pass* conferindo ao sistema o fornecimento ininterrupto de água;

- Instalação de válvula de bloqueio e ventosa.
- O Serviço de inserção foi executado com mão-de-obra própria.

ETAPAS DO PROCESSO

- Demarcação da obra em campo;
- Pesquisa e mapeamento de interferências;
- Execução de poços de emboque e desemboque (*shafts*), com dimensões e profundidade necessária para introdução de materiais e equipamentos permitindo a instalação da nova tubulação por meio de guincho por arraste e execução de soldas, na metodologia de reabilitação adotada.
- Corte da tubulação existente, limpeza das incrustações internas por raspagem mecânica, arraste de raspador dotado de escovas metálicas.
- Introdução da nova tubulação por meio de força de tração no trecho especificado. (guincho e cabo de aço).
- Corte e soldagem dos trechos da tubulação de polietileno.
- Fechamento e aterro das valas de emboque e desemboque.
- Repavimentação asfáltica do trecho especificado.

A reabilitação da adutora é representada pelas **Figuras 9, 10, e 11**:



Figura 9: limpeza da tubulação por meio de raspagem da rede.



Figura 10: inserção da tubulação dentro da adutora.

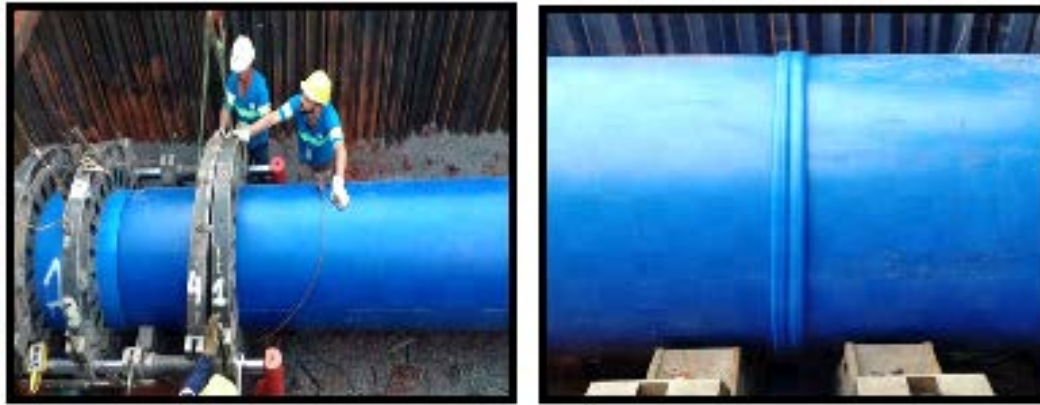


Figura 11: alinhamento, faceamento e soldagem da tubulação.
(Fonte: Sabesp/MCER)

Nesta obra, a experiência adquirida pela equipe da adução da UN Centro da Sabesp foi relevante. Uma região de tráfego intenso, junto ao acesso à Avenida Ibirapuera. Pela primeira vez a unidade não contratou serviços de terceiros para a execução da obra, apenas o serviço de soldagem da tubulação de polietileno foi terceirizado, o que diminuiu os custos.

EXECUÇÃO DE TRAVESSIAS SOB LINHAS FÉRREAS POR MND

A técnica do *Pipe Jacking* mostra-se viável em travessias sob as linhas férreas, atendendo principalmente aos requisitos do cliente, com profundidade de instalação superior a 5 metros, por exemplo. A escavação é feita mecanicamente através da máquina *shield*, dotada de cabeça giratória, em que na parte posterior são colocados os tubos de aço, que são cravados sucessivamente, formando uma fileira horizontal através de conjunto de macacos hidráulicos.

Esta técnica impacta minimamente na superfície na execução de obras subterrâneas, sem interrupção do trânsito, sem necessidade de rebaixamento do lençol freático, sem necessidade de revestimento, além de possuir um prazo de execução muito inferior, quando comparada aos métodos tradicionais. A desvantagem do método é o custo elevado, quando comparado a outras técnicas de reabilitação.

Om *Pipe Jacking* também pode ser aplicado na construção de redes de esgoto ou para revestir rede de gás e de água, oleodutos, eletricidade e instalações de telecomunicações, bueiros e metrô, como ilustrado na proposta para atravessar as linhas da CPTM, no Bairro da Barra Funda na Cidade de São Paulo em quatro pontos distintos (Figuras 12 e 13).



Figura 12: proposta de travessia sob trilhos da CPTM – Rua Carijós, São Paulo.
(Fonte: Sabesp/MCEA)



Figura 13: técnica de tubos cravados, alternativa para travessias sob as linhas férreas.
(Fonte: Sergio A. Palazzo/ABRATT, Associação Brasileira de Tecnologia não Destrutiva)

REABILITAÇÃO DE REDES COLETORAS - O MÉTODO DO CIPP

O CIPP (Cured in Place Pipe) é uma técnica que busca recuperar ou reabilitar tubulações de água potável, pluvial, sanitária e industrial, sem a necessidade de fazer escavações. Visa eliminar infiltração e vazamentos de água, perdas de pressão, e possível corrosão interna de redes de água.

Conforme NAJAFI (2016), a tubulação curada *in loco* (CIPP), é um tubo de tecido impregnado de resina inserido em uma tubulação existente com auxílio de um guindaste ou inversão por água ou ar. Esse tecido é um material de feltro de poliéster, reforçado com fibra de vidro ou semelhante. Devido à característica maleável do tecido saturado, é capaz de preencher trincas, fechar lacunas. O CIPP pode ser usado para fins estruturais e não estruturais, e o feltro impregnado de resina é excelente para resistência à corrosão.

Nas redes de esgoto ou sistemas de drenagem de águas pluviais, a solução de recuperação por CIPP é um dos métodos mais utilizados, uma vez que o custo para instalação de novas redes é elevado. Como exemplo, podemos citar as instalações de uma obra finalizada recentemente do sistema de drenagem de uma indústria situada na região metropolitana de São Paulo.

O processo se deu por inversão de uma manga de poliéster confeccionada sob medida recoberta por um filme impermeável impregnado de resina termoestável inserida num trecho de 15 metros de tubulação de concreto de Ø1500 mm. Após a inserção, a rápida cura da resina permitiu a formação de um novo tubo dentro do existente, como mostra as etapas a seguir.



Figura 14: etapas do método CIPP: inserção da manta, injeção de vapor e término da cura.
(Fonte: Diniz M. Barbosa /Re-pipe Sistemas Não Destrutivos)

RESULTADOS ESPERADOS

- Recuperar a integridade estrutural dos trechos de modo a evitar futuras falhas, rompimentos e infiltrações melhorando o desempenho hidráulico e sanitário das tubulações.
- Prolongar a vida útil das redes em operação.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DOS SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO

A avaliação de resultados dos serviços de reabilitação pode ser feita por meio de mapas temáticos antes e depois da execução dos serviços; seja pelo levantamento de número de reclamações dos clientes quanto a número de vazamentos por quadra, ocorrências de falta d'água e/ou pouca pressão, ou alterações da qualidade da água entregue, como mostra a **Figura 15**.



Figura 15: Reclamações de qualidade da água antes e depois da reabilitação de rede – Setor Sacomã.
(Fonte: Sabesp/MCEA)

Para avaliação das redes de distribuição, pode-se medir a vazão mínima noturna por um certo período antes e depois da conclusão dos serviços de renovação.

CONCLUSÃO

Os métodos não destrutivos permitem a instalação de novas redes sem abrir valas convencionais, e nas regiões metropolitanas principalmente, minimizam os impactos e custos sociais quando comparados ao método convencional, por abertura de valas longitudinais.

Quanto às travessias subterrâneas o MND é recomendável, principalmente devido à complexidade envolvida, interferências e profundidade da tubulação.

A Divisão de Adução (MCER) da Unidade de Negócio Centro da Sabesp demonstra que a experiência aprendida nos últimos anos com relação aos serviços de reabilitação contribuiu muito para a qualificação da mão-de-obra própria, dispensando no caso da Adutora França-Pinto, a contratação de serviços terceirizados para o método de inserção simples (*Slipling*).

A reabilitação de redes coletoras ou sistemas de drenagem o CIPP tem se mostrado uma alternativa técnica e econômica viável.

São etapas fundamentais no processo de reabilitação o acompanhamento técnico durante a execução dos serviços assim como a avaliação de resultados.

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. ABRATT, Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva. Sergio A. Palazzo. Curso de MND, Valinhos, 2009.
3. 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
4. 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.
5. NAJAFI, Mohammad .Tecnologia Não destrutiva. 1ª ed. São Paulo: Editora Bookman, 2016.
6. 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.
7. TARDELLI J. F. Controle e redução de perdas. In: Tsutiya, M. T. Abastecimento de água. 2º Ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. p. 496.
8. SARZEDAS, G. L. Avaliação da deterioração estrutural de tubulações da rede de distribuição de água na Região Metropolitana de São Paulo. Revista DAE. Mai 2011.