

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas



ISSN: 2316-2317

Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR

Jocelito Gabardo Riboski¹
Ronaldo Adriano Pessaia¹
Valdecir Taborda Cordeiro¹
João Vannier Teixeira Alvares²

¹Acadêmicos da Faculdade Educacional Araucária

²Msc. em Ciência da Saúde e Meio Ambiente – Faculdade Educacional Araucária

RESUMO

Este trabalho traz a problemática de realizar reparos e/ou substituição de redes em obras subterrâneas através do método convencional de abertura de valas, pois se trata de um serviço muito invasivo ao seu entorno devido às escavações em vias onde existe um considerável fluxo de veículos e pedestres. Deste modo, serão apresentadas opções de execução para a realização de reparos e instalações em redes subterrâneas, propondo métodos não destrutivos, abordando principalmente o CIPP (Tubo Curado no Local), visto que este método vem de encontro à necessidade de soluções rápidas e que tenham menor impacto tanto social, ambiental, quanto econômico, causando assim a mínima interferência no tráfego, no comércio e em outras atividades locais. Com o propósito de demonstrar a viabilidade econômica na utilização do método não destrutivo CIPP, bem como as vantagens na redução de custos totais pagos pela sociedade, os quais na maioria das vezes são negligenciados e/ou até mesmo ignorados, será apresentado um estudo comparativo com o método convencional de escavações. Desta forma a metodologia utilizada será a criação de um cenário de uma rede hipotética em um cruzamento de vias na região central de uma importante metrópole, possibilitando evidenciar resultados que possam desvelar a relação custo/benefício na utilização desta tecnologia.

Palavras chave: Método Não Destrutivo, Redes Subterrâneas, CIPP.

ABSTRACT

This paper presents the problem of carrying out repairs and / or replacements of networks in underground works through the conventional method of trenching, because it is a very invasive service to its surroundings due to excavations in roads where there is a considerable flow of vehicles and pedestrians. Thus, executions options for carrying out repairs and installations underground networks will be presented, proposing nondestructive methods mainly addressing the

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

CIPP (Self Cure in Place Pipe), since this method comes against the need for quick solutions and have much less social, environmental, and economical impact, thus causing minimal interference with traffic, commerce and other local activities. With the purpose of demonstrating the economic feasibility in using nondestructive CIPP, as well as the advantages in the reduction of total costs paid by the company, which most often are overlooked and / or even ignored, a comparative study will be presented with the conventional method of excavation. Thus the methodology is the creation of a hypothetical scenario of a network of roads at an intersection in the central region of a major metropolis, enabling results show that they can reveal the cost / benefit ratio in the use of this technology.

Key words: Non Destructive Method, Underground Networks, CIPP.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente nas obras de construção de infraestrutura, buscam-se alternativas e soluções a fim de minimizar impactos financeiros, sociais e ambientais, aperfeiçoando recursos e demandas. Diante deste quadro, desenvolveram-se sistemas construtivos através de Métodos Não Destrutivos (MND). Este método é uma opção de execução de obras ligadas à instalação, reparação e reforma de tubos, dutos e cabos subterrâneos, pois se utiliza de técnicas que eliminam a necessidade de escavações.

A demanda por métodos que minimizam a interferência no tráfego e a destruição da superfície tem aumentado, e algumas dessas tecnologias não destrutivas têm sido utilizadas há décadas. Como exemplo, a perfuração horizontal com rosca sem fim, tem sido utilizada desde a década de 40 e a cravação de tubos desde 1900 (ABRAHAM *et. al*, 2002).

Em grandes cidades, a infraestrutura urbana de serviços públicos tende a ser caótica do ponto de vista de sua proteção, principalmente quando não há planejamento e controle sobre ela. Curitiba, a exemplo de outras metrópoles, tem uma ocupação de seu subsolo e do espaço aéreo muito congestionado e beirando o limite da capacidade (CEC, 2005).

Desta forma, a aplicação de tecnologias não destrutivas viabiliza também a redução de custos indiretos e sociais, pois reduzem satisfatoriamente a abertura de valas a céu aberto, pois a principal característica deste método é a mínima ou nenhuma escavação e também mínima interferência no tráfego, no comércio e em outras atividades locais. Neste sentido a pergunta que norteará a pesquisa é quais as vantagens de se utilizar os métodos para instalação, reparo, substituição de redes em obras subterrâneas?

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

O objetivo geral é apresentar métodos não destrutivos como opção aos sistemas convencionais, demonstrando a viabilidade de custo, prazo, vantagens e desvantagens do MND.

Tendo como objetivos:

- Investigar o método não destrutivo CIPP (*Cured in Place Pipe*) e sua utilização em reabilitação de redes;
- Realizar um estudo comparativo entre o método não destrutivo CIPP (*Cured in Place Pipe*) para reabilitação de redes e o método convencional.

2. MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS

O método não destrutivo (MND) é um sistema referente à instalação, reparação e reforma de tubos, dutos e cabos subterrâneos utilizando técnicas que minimizam ou eliminam a necessidade de escavações (ABRATT, 2010).

De acordo com Dezotti (2008, p.15):

Os métodos não destrutivos podem ser utilizados para instalação e recuperação de utilidades subterrâneas sob rodovias, ferrovias, pistas de aeroporto, rios, canais e edificações. Podem ser empregados também, nos casos em que se queira ou se necessite minimizar a perturbação do espaço superficial, que geralmente ocorre quando se empregam métodos tradicionais de abertura de vala em áreas urbanas. Atualmente, as principais utilidades subterrâneas que vêm sendo instaladas e reabilitadas através de métodos não destrutivos, são: tubulações de esgoto, adutoras de água potável, sistema de drenagem, oleodutos, canalização de gás, cabos elétricos e de telecomunicações.

Os métodos não destrutivos podem ser divididos em duas categorias: métodos de construção não destrutivos e métodos de recuperação não destrutivos. Os métodos de construção não destrutivos incluem todos os métodos para instalação de novas tubulações e utilidades. Os métodos de recuperação incluem todos os métodos de reparo, reabilitação e ou substituição de um sistema de tubulação existente. (DEZOTTI, 2008).

Os custos sociais englobam os desconfortos gerais ao público e danos ao meio e estruturas existentes. A busca de soluções que representem menos margens de risco técnico e econômico, juntamente com a necessidade de preservar o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida, tornou essencial a determinação e consideração dos custos sociais na instalação de utilidades enterradas (DEZOTTI, 2008).

Em relação aos impactos ambientais as instalações de tubulações enterradas geram congestionamentos, principalmente quando se utiliza métodos tradicionais de

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

abertura de vala. Estes congestionamentos contribuem significativamente para o aumento da poluição do ar, visto que, segundo Azuaga (2000), os veículos são os principais responsáveis pela poluição atmosférica. Desta forma os métodos construtivos tradicionais são muitos mais agressivos ao meio ambiente que os não destrutivos, pois além de provocarem mais congestionamentos, utilizam maquinários pesados, que contribuem para a poluição atmosférica e sonora.

Drosemeyer (2004), Gangavarapu (2003) e Najafi (2004), corroboram afirmando que os métodos não destrutivos apresentam muitas vantagens, tais como:

- Reduz a perturbação no tráfego, área de trabalho e áreas congestionadas;
- Possibilitam o uso de caminhos predeterminados providos pela tubulação existente;
- Requerem menos espaços subterrâneos, minimizando a possibilidade de interferir em tubulações existentes e abandonadas;
- Possibilitam a oportunidade de aumentar o diâmetro da tubulação sem abertura de trincheira;
- Requerem uma área de trabalho menos exposta e, conseqüentemente, apresentam maior segurança para os trabalhadores locais e usuários da via;
- Eliminam a necessidade de remoção de despejo e minimizam os danos ao pavimento e a outras tubulações.

2.1 VIABILIDADE DO MND NAS ZONAS URBANAS

As redes de infraestrutura urbana sofrem interferências, através de: deterioração do material de que são feitas, do tempo de uso ou má utilização, da expansão das construções, do congestionamento das cidades e novas construções subterrâneas, além da manutenção periódica da rede ou necessidade de substituição devido a algum dano à tubulação. Esses acontecimentos implicam em novas escavações, que através de métodos tradicionais geram grandes interferências durante a implantação como corte de pavimentos, escavação e eventual rebaixamento do lençol freático, bota-fora, importação de solo de reposição, transporte para ambas as atividades anteriores, compactação, reposição do pavimento, controle de tráfego, além de perdas sociais e impacto ambiental (ABRATT, 2010).

O uso dos métodos não destrutivos (MND) na implantação, manutenção e expansão de redes subterrâneas são indicados principalmente para as áreas urbanizadas, pois favorece para que o processo de construção das redes de

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

infraestrutura avance com diminuição dos impactos ambientais e caminhe na direção da sustentabilidade (CAMPOS *et. al*, 2006).

A figura 1 apresenta utilidades subterrâneas que podem ser implantadas pelos métodos não destrutivos.

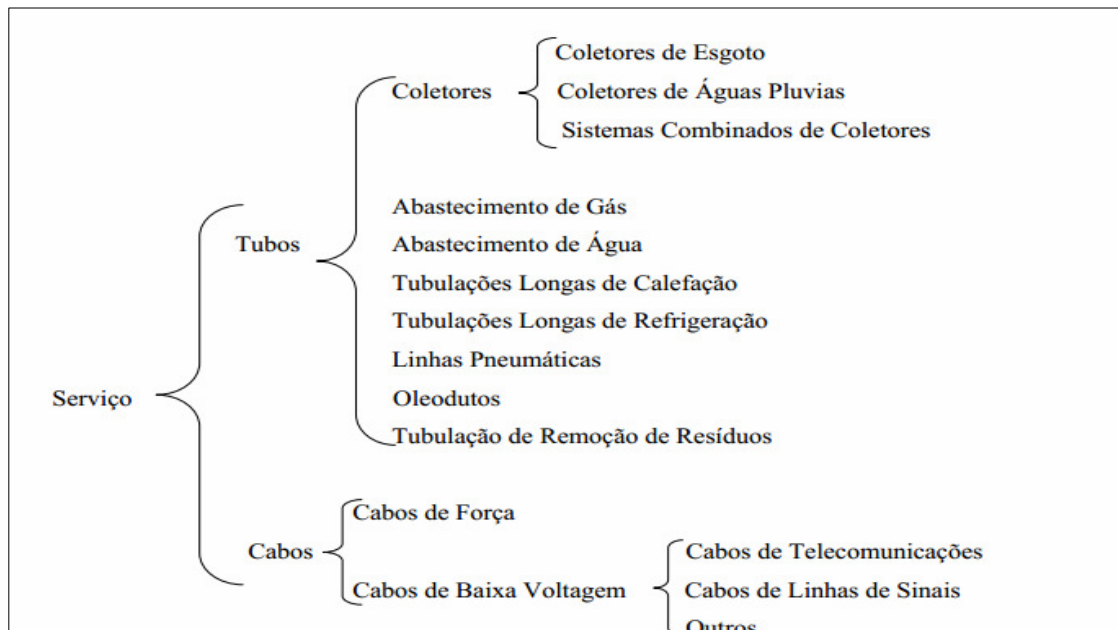


FIGURA 1: TIPOS DE UTILIDADES SUBTERRÂNEAS
 FONTE: STEIN *et. al*, (1989).

2.1.1 DIVISÃO DOS MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS

Os métodos não destrutivos podem ser divididos em três grandes categorias, conforme demonstrado na tabela 1 (ABRATT, 2010).

TABELA 1 – CATEGORIAS DOS MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS

Reabilitação e Recuperação	Substituição por Arrebatamento pelo Mesmo Caminhamento	Construção de Redes Novas
- Inserção de novo tubo (<i>sliplining</i>)	- Substituição por Arrebatamento pelo mesmo caminhamento (<i>pipebursting</i>)	- Perfuração por percussão e Cravação
- Inserção de tubulação deformada (<i>close-fit lining</i>)		- Perfuração Horizontal Direcional (HDD)
- Revestimento por aspersão (<i>spray lining</i>)		- Cravação de Tubos e Micro-túneis
- Revestimento de Cura no local (CIPP: <i>cured in place pipe</i>)		
- Reparos pontuais e vedações localizadas		

FONTE: ABRATT (2010)

2.2 DETALHAMENTO DO MÉTODO CIPP (Tubo Curado no Local)

Este método envolve a inserção de uma manga de feltro de fibras de poliéster, confeccionada sob medida e impregnada com uma resina termo-estável, no interior de uma tubulação existente. A inserção é realizada por meio de inversão com água ou ar, ou através de um guincho. A figura 2 apresenta, respectivamente, o método de inserção por inversão com água e a inserção através de guincho. Depois de inserido, o tubo de tecido é pressionado contra a parede da tubulação existente, através da injeção de água ou ar. A natureza flexível do tecido pré-saturado de resina permite a instalação através de tubulações curvas e desalinhadas e possibilitam preenchimento de trincas e vazios (DEZOTTI, 2008).

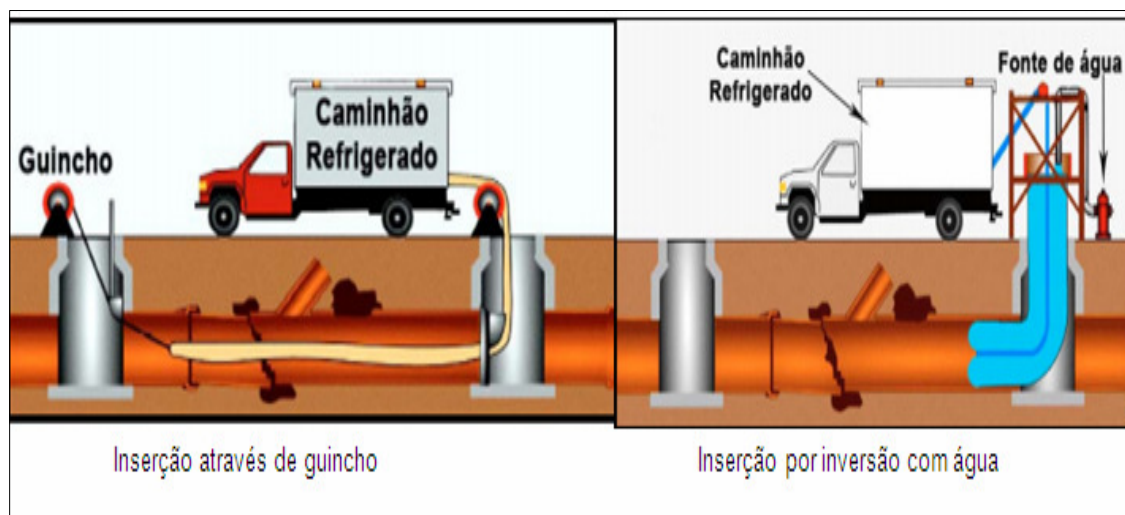


FIGURA 2: INVERSÃO POR ÁGUA E POR GUINCHO
FONTE: DEZOTTI (2008)

O processo de cura pode ser feito através de água quente, vapor ou raio ultravioleta. Concluída a cura, os ramais de tubulação são reabertos utilizando-se um robô de corte e uma câmera com circuito fechado de televisão, para tubos de pequenos diâmetros, ou através da entrada de pessoal, para tubos de grandes diâmetros. (DEZOTTI, 2008).

Ressalta Najafi (2004) em aplicações típicas do CIPP, a resina é o principal componente estrutural do sistema. Os tipos de resinas geralmente utilizados no CIPP são poliésteres insaturados, vinil éster e epóxi. Todas estas resinas apresentam resistência química e propriedades estruturais distintas. Devido a esta resistência química aos esgotos residenciais e a sua viabilidade econômica, os poliésteres insaturados são as

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

resinas mais comumente utilizadas para reabilitação de tubulações de esgoto. As resinas epóxi e vinil éster são utilizados em tubulações sob pressão e industriais, onde é necessária uma resistência contra solventes e contra corrosão.

É importante ressaltar que a tecnologia CIPP foi padronizada pela indústria americana através da norma ASTM F1216, que utiliza as amostras de teste paralelo como o eixo orientado de tubo, enquanto que a França utiliza a norma EN ISO 11296, com espécimes de teste orientado na direção do arco. A investigação demonstrou que os resultados de teste de flexão a partir do mesmo material do revestimento interior são geralmente inferiores quando a determinação é feita utilizando a norma EN ISO 11296, em comparação com a ASTM F1216 (NAJAFI, 2004).

2.3 PATOLOGIAS

Nas redes de drenagem de águas residuais as patologias dividem-se em dois tipos que são:

a) Patologias Pontuais

São patologias limitadas em extensão e com baixa repetição.

b) Patologias Contínuas

Patologias com elevada extensão ou com alta repetição.

2.4 ENCAMISAMENTO PONTUAL

O processo de encamisamento pontual permite reparar defeitos localizados em redes coletoras e emissários de águas residuais ou pluviais, repondo as condições de estanqueidade e as capacidades estruturais e hidráulicas das tubulações.

A execução integral dos trabalhos de reparação pontual em redes de drenagem inclui:

- Inspeção de vídeo preliminar para identificação dos defeitos ou danos;
- Verificação estrutural do coletor;
- Projeto de detalhe das reparações a efetuar;
- Limpeza do coletor;
- Montagem e manutenção de sistemas de “*by-pass*” durante a execução da reparação;
- Reparação pontual;
- Inspeção de vídeo final e emissão de relatório das reparações;

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

- Controle de qualidade, segurança e proteção (MANVIA, 2009).

2.4.1 CAMPOS DE APLICAÇÃO

Reparação de coletores em diversos materiais entre DN100 e DN 600 para os seguintes defeitos:

- Rupturas localizadas com ou sem entrada de água freática;
- Fissuras longitudinais, transversais ou mistas;
- Desfragmentação parcial;
- Desalinhamento em juntas;
- Penetração de raízes;
- Penetração de objetos;
- Corrosão localizada.

2.4.2 TÉCNICA

O método consiste em introduzir e curar um pedaço de tubo em materiais compósito de fibras de vidro sobre a zona danificada.

A reparação dos danos faz-se de forma localizada e descontínua em pontos selecionados da rede. Previamente à aplicação da reparação, a tubulação deverá ser convenientemente limpa por jato de água em alta pressão e inspecionada. A análise das filmagens deverá permitir decidir quais os locais que serão os alvos de reparação (MANVIA, 2009).

A manta de fibra de vidro é então cortada na medida prevista para o diâmetro a reparar, e impregnada com resina apropriada.

O material impregnado é colocado em torno de um dispositivo insuflável que o transportará até a zona do defeito (uma câmera de vídeo inspeção poderá ser necessária para obter a posição correta).

O dispositivo insuflável é expandido por ação de ar comprimido, pressionando o material contra a zona danificada. Após cura de 45 minutos, é retirado o ar do dispositivo, deixando sobre a zona danificada um pedaço curado de tubo de material compósito.

2.5 ENCAMISAMENTO CONTÍNUO

O processo de encamisamento contínuo permite reabilitar de forma integral condutos de redes coletoras e emissárias de águas residuais ou pluviais, repondo o comportamento estático e hidráulico das tubulações (MANVIA, 2009).

A execução dos trabalhos de renovação de redes de drenagem inclui sempre:

- Inspeção de vídeo preliminar e análise estrutural;
- Projeto de detalhe e seleção dos materiais;
- Limpeza dos coletores;
- Encamisamento;
- Abertura robotizada de ramais ou ligações diretas à tubulação;
- Ensaio de estanqueidade;
- Inspeção vídeo fina;
- Controle de qualidade, segurança e proteção do meio ambiente.

2.5.1 CAMPOS DE APLICAÇÃO DO ENCAMISAMENTO CONTÍNUO

Esta técnica aplica-se a:

- Tubulações com escoamento sob pressão em qualquer diâmetro, espessura ou classe de pressão, onde se incluem:
 - Condutos elevatórios;
 - Condutos de escoamento de outros fluídos (e.g.gás, águas industriais, etc.);
- Tubulações com escoamento por gravidade em qualquer diâmetro;
- Coletores de águas residuais domésticas;
- Coletores de águas pluviais;
- Passagens hidráulicas tubulares.

2.5.2 TÉCNICA

O método consiste simplesmente em introduzir uma nova tubulação no interior da tubulação existente transferindo para esta as suas características hidráulicas e mecânicas. É por este fato a técnica mais utilizada na renovação de condutos sob pressão (elevatórios ou por gravidade).

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

Na renovação de condutos com escoamento sob pressão ou por gravidade, a obra de reabilitação executa-se com a abertura de alguns poços para inserção de tubulações convencionais de polietileno. Minimizam-se de forma muito significativa os trabalhos de remoção de pavimentos e escavações.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada será um estudo comparativo entre o método convencional e o método não destrutivo CIPP (*cured in place pipe*) pontual para reparação de uma rede hipotética de esgoto.

Desta forma optou-se por uma abordagem quantitativa para análise dos dados através de uma tabela orçamentária de levantamento de custo nas duas situações estudadas. Procurando através dos dados estatísticos desvelarem qual método é mais viável para este caso.

4. CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIPOTÉTICA

Para análise do método comparativo MND e convencional foi criada uma situação hipotética em uma rua no centro de Curitiba, sendo a Avenida Visconde de Guarapuava esquina com a Rua 24 de Maio.

Foram coletados junto ao IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba) dados de um controle de fluxo de veículos, com o objetivo de analisar a movimentação das vias em vários horários, para realizar a identificação do furo no esgoto e realizar o reparo.

4.1 PATOLOGIA HIPOTÉTICA ENCONTRADA NO REPARO

- reparação de uma junta incorretamente executada em tubulação em material cerâmico com visível perda de estanqueidade.

4.2 MÉTODO CIPP PONTUAL POR ENCAMISAMENTO

O método escolhido para comparar os dois métodos foi o CIPP (*Cured in Place Pipe*) pontual, utilizando-se da técnica de Encamisamento Pontual, visto que esta técnica repara os danos de forma localizada em pontos selecionados na rede.

4.3 SIMULAÇÃO DE LEVANTAMENTO ORÇAMENTÁRIO PARA O MÉTODO CONVENCIONAL

Para levantamento orçamentário foram relacionados todos os custos diretos a serem gastos na rede hipotética para reparo de furação na rede de esgoto DN 150 num trecho de 0,60m de comprimento com profundidade de 2,00 m, utilizando-se o método tradicional. O valor estimado da obra é de R\$ 17.629,39.

Ao utilizar este método seria necessário fazer abertura de vala, escavação, interrupção contínua de tráfego e instalação da nova tubulação.

4.4 SIMULAÇÃO DA REDE HIPOTÉTICA UTILIZANDO-SE O MÉTODO NÃO DESTRUTIVO CIPP (PONTUAL)

O valor estimado da obra utilizando o método Não Destrutivo CIPP na rede hipotética é de R\$8.460,00 conforme orçamento adquirido.

Ao utilizar este método de reparo pontual conserta-se somente o ponto danificado, sem desperdícios e com alta redução de custo.

Após a reparação com encamisamento pontual, a junta recupera a estanqueidade requerida.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo comparativo permitiu analisar a realização do reparo nas duas situações, no método não destrutivo CIPP e no método convencional, com os seguintes resultados:

- **MÉTODO CONVENCIONAL:**

De acordo com a análise do custo do reparo através do método convencional na rede hipotética, desvelou-se que o valor final do reparo ficou 108,39 % maior que no método não destrutivo CIPP.

- **VIABILIDADE DO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO CIPP:**

Ao verificar o custo deste reparo na rede hipotética utilizando o método CIPP, este se demonstra extremamente viável através da relação custo-benefício, além de apresentar menor duração no tempo de execução do reparo e causar valorização dos custos sociais envolvidos e expressiva diminuição de impactos ambientais.

Sabe-se que um dado fundamental para realizar a estimativa adequada dos custos sociais, é a determinação de duração do projeto. Neste caso, visto que é um

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

reparo de pequeno porte, o método CIPP pontual nesta rede hipotética apresenta uma maior produtividade e conseqüentemente menor duração de projeto, menos de cinco horas, comparado ao método convencional que para este caso contabiliza uma duração de cinco dias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, este trabalho buscou apresentar a importância dos métodos não destrutivos em obras de recuperação e substituição de redes subterrâneas, utilizando o método não destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para reparo pontual.

Através de um estudo comparativo de custo-benefício foi possível compreender as principais vantagens na utilização do método não destrutivo, o qual demonstrou enorme vantagem e viabilidade econômica na sua utilização.

Conclui-se desta forma que os custos sociais e impactos ambientais para a execução do reparo da rede hipotética pelo método convencional com abertura de vala são significativamente maiores, pois obras de reparos, em áreas urbanas, através do método não destrutivo, apresentam menor duração e causam menor interferência no tráfego de veículos, e a redução expressiva de impactos ambientais.

7. REFERÊNCIAS

ABNT Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. NBR 12266/92, Rio de Janeiro, 1992.

ABRAHAM, D. M.; BAIK H. S. GOKHALE S. (2002) **Development of decision support system for selection of trenchless technologies to minimize impact of utility construction on roadway.** Springfield, VA: National Technical Information Service, 2002.

ABRATT; ISTT, **Um Guia dos Métodos Não Destrutivos (MND) para instalação, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de escavação,** SP, 2010.

ASTM F1216 (2009) seção 5.1 **Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the inversion and Curing of a Resin-impregnated Tube.** ASTM International Standards.

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

CAMPOS, G. C.; YOMASA, W. S. SANTOS. A. J. G. MARTINS, J. R. MENEZES, M. O. **“invisível” espaço subterrâneo urbano**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, Fundação Seade, v. 20. N. 2. P. 147-157, abr/jun. 2006 disponível em: <http://www.scielo.br>, acesso em julho de 2014.

DEZOTTI, M. C. **Tese de USP, Análise da utilização de métodos não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas**, SP, 2008.

DROSEMEYER A. (2004). **A Contribuição ao estudo da execução de túneis em “pipe jacking”**. 173 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

GANGAVARAPU, B. S. (2003). **Analysis and comparison of traffic disruption using open-cut and trenchless methods of pipe installation**. 108 p. Master's Thesis - Department of Construction Management, Michigan State University, Michigan, 2003.

IPUCC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. – **Supervisão de Informações. Setor de Pesquisa Contagem de Tráfego, 2014.**

MANVIA (2009). **Reabilitação de Redes de Drenagem Doméstica e Pluvial 1ª Parte**. Porto.

MANVIA CONDUTAS (2007) **Encamisamento Pontual** <short liner> Reparação localizada de tubagens sem abertura de vala. Catálogo.

NAJAFI, M. **Trenchless technology: pipeline and utility design, construction, and renewal**, 1ª ed. New York: MCGraw-Hill Professional, 2004.

PFEIFFER **MANVIA** (2010) disponível em <http://www.ludwigpfeiffer.com>, acesso em agosto de 2014.

SÃO PAULO (cidade) - **Departamento de controle de uso de vias públicas**. Ações do CONVIAS. São Paulo, CONVIAS, 2005, 25p. (slides).

Método Não Destrutivo CIPP (*Cured In Place Pipe*) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas

SÃO PAULO (CIDADE) – SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA URBANA E OBRAS. **Comissão de Entendimentos com Concessionárias-CEC**. SÃO PAULO, SMIEU, 2005, 27P (slides).

STEIN. D. (1989) **Rehabilitation and maintenance of drains and sewers Ernst & Sohn**. ISBN 3-433-01316-0.

TCPO. **Tabela de Composições de Preços para Orçamentos**. São Paulo: PINI, 2003.