



TRABALHO DE GRADUAÇÃO

ENGENHARIAS 2020

MÉTODO NÃO DESTRUTIVO DE INSTALAÇÃO DE TUBULAÇÕES COMPARADO AO MÉTODO CONVENCIONAL – UM ESTUDO DE CASO

Bruno Stanzani¹
Ma. Cândida Maria da Costa Baptista²
Universidade São Francisco
bruno_stanzani@hotmail.com

¹ Aluno do curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco, Campus Bragança Paulista

² Professora Orientadora de Trabalho de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Campus Bragança Paulista.

Resumo. Com o aumento da demanda por instalações de tubulações subterrâneas e o desenvolvimento de novas tecnologias de redes de distribuição, a utilização de métodos não destrutivos (MND) para instalação das tubulações, têm a premissa de diminuir o tempo de interdição das vias de tráfego, o tempo de execução dos serviços e a quebra e recuperação de grandes extensões de vias. Para definir qual o método a ser executado deve-se observar algumas condições de projeto como: comprimento da rede a ser executada; tipo de solo para instalação da rede; o prazo de execução, custos, dentre outros.

Palavras-chave: Tubulações industriais, Método não destrutivo, Perfuração.

Introdução

A construção de infraestruturas por Métodos Não Destrutivos (MND) está presente em nossas vidas e comprova-se isso, observando a construção de um túnel rodoviário, o qual é uma construção por MND, pois evita-se a destruição de áreas de conservação, permitindo a transposição de obstáculos, naturais ou não. Com o advento de instalações e reabilitações de redes (água, esgotos, gás, comunicação etc.) nas últimas duas ou três décadas, esses serviços encontraram um ambiente no subsolo, totalmente ocupado por instalações dos mais diversos serviços (ABRATT, 2013).

As construtoras responsáveis por obras de saneamento discutem atualmente sobre os custos de implantação de obras em Métodos Não Destrutivos (MND) por Perfuração Horizontal Direcional (HDD) e Vala a Céu Aberto (VCA), envolvendo material, mão de obra e execução de serviços para linhas sob pressão (CAMPOS et al., 2006).

Os materiais escolhidos são os de uso corriqueiro nas obras com esta finalidade, e as variáveis condicionantes, de mesma forma, buscam cobrir os aspectos mais gerais dos projetos. O método com abertura de valas a céu aberto (VCA), destrutivo e mais convencional, envolve escavações ao longo de toda extensão para a qual a rede foi projetada, a fim de realizar a implantação de tubulações, sendo necessário, posteriormente, o aterro e recomposição do piso ou pavimento. Para execução desse método devem ser seguidas as condições exigidas pela NBR

12.266 e as normas municipais de ocupação das faixas da via pública do local onde será feita a execução da obra (CAMPOS et al., 2006).

Os métodos de construção não destrutivos (MND) abrangem todos os métodos de instalações de novas redes subterrâneas, sem a necessidade de abertura de valas ao longo de toda extensão da nova rede. Uma das práticas de MND, é o Pipe Bursting, método de substituição de redes antigas, danificadas ou subdimensionadas por outra de diâmetro igual ou superior, usando a rede antiga como caminho. Já a Perfuração Horizontal Direcional (HDD) pode ser definida como método de perfuração dirigível para instalação de tubulações e cabos. Nesse método é possível o monitoramento da localização da cabeça de perfuração, bem como seu direcionamento durante o processo de perfuração (ABRATT, 2013).

Este artigo tem como objetivo comparar, em um estudo de caso, os métodos não destrutivos e convencionais de perfuração para instalação de tubulações, em duas situações distintas e individuais, apresentadas em artigos publicados sobre o referido assunto. A primeira situação se dá em uma instalação de tubulação de gás, em Criciúma, Santa Catarina e a outra situação se dá em uma instalação de água tratada, em Palmas, Tocantins.

Os métodos não destrutivos podem reduzir os danos ambientais e os custos sociais e, ao mesmo tempo, representam uma alternativa econômica para os métodos de instalação, reforma e reparo com vala a céu aberto. Esses métodos vêm sendo vistos, cada vez mais, como uma atividade de aplicação geral e não como uma especialidade (ABRATT, 2013).

Atualmente, além dos usos tradicionais do subsolo urbano, tem-se buscado novas alternativas que promovam a organização desse espaço no sentido da criação de modelos sustentáveis. Algumas pesquisas visam o melhor aproveitamento do subsolo urbano e a melhoria da qualidade da vida urbana, porém, as limitações tecnológicas e ausência de legislação que regulamente esse espaço dificultam o avanço desses projetos (CAMPOS, 2006) (CAMPOS et al., 2006).

Para a execução de redes subterrâneas existem vários métodos construtivos e suas aplicações, sendo divididos em dois grandes grupos: métodos destrutivos tradicionais, que são por aberturas de valas e os métodos não destrutivos, por meio de furos direcionais (CAMPOS et al., 2006):

O Método Destrutivo consiste em escavações ao longo de todo o trecho determinado no projeto, sendo que a vala deverá atender todas as especificações do projeto executivo onde, contém diversas interferências, como linhas de água, telefone, energia, etc. (ABRATT, 2013). Para garantir o levantamento e cadastramento das interferências no local da implantação da rede subterrânea, algumas ações e procedimentos preliminares devem ser seguidos: deverá ser analisada e demarcada a existência de outros tipos de interferências; ser utilizado um localizador de cabos, para assim confirmar posição das redes subterrâneas e atentar-se a verificação no local quanto a existência de galerias, dutos de drenagem, instalações elétricas, redes de esgotos, fibra ótica etc. (ABRATT, 2013).

Todo o trecho onde será executado pelo método de vala, deverá estar isolado de pessoas não autorizadas e com a sinalização de segurança exigida. O tráfego próximo a execução da obra deverá ser desviado, ou se houver a impossibilidade, mesmo terá que estar orientado e bem sinalizado, adequando a velocidade do trânsito no local. Se houver risco de instabilidade da estrutura das paredes da vala, em profundidades maiores, a mesma deverá ser rigidamente escorada a fim de garantir a segurança dos operários dentro da vala (ABRATT, 2013).

Durante a escavação alguns cuidados deverão ser tomados, como: determinar o local de armazenamento ou bota fora do material retirado da vala, tomando cuidado para que o mesmo não prejudique ou obstrua as vias de tráfego; levar o material descartado a um local onde satisfaça a exigência da fiscalização da obra e da prefeitura; depositar o material que será reaproveitado no reaterro da vala, ao longo da vala escavada, desde que o mesmo não atrapalhe a execução dos trabalhos.

A largura da vala a ser aberta deverá ser definida no projeto executivo com a aprovação da fiscalização, levando-se em conta as condições do local e os equipamentos disponíveis (ABRATT, 2013).

O método destrutivo de abertura de vala apresentou pouco desenvolvimento nos últimos 50 anos onde, apesar de ser considerado um método confiável, não é o método com a melhor relação custo/benefício. Esse método apresenta como desvantagem principal a interferência na rotina urbana, causando problemas como impactos ambientais, danos ao pavimento em todo trecho escavado e congestionamentos do tráfego da região (ABRATT, 2013).

Já o Método Não Destrutivo conhecido como furo direcional é uma forma de instalação de dutos, que visa a não escavação da superfície. Sua aplicabilidade é destinada para serviços em tubulações em PEAD ou em aço. O custo direto em muitos casos já é equivalente ao método destrutivo, apresentando vantagens como (ABRATT, 2013): redução do prazo de execução e entrega da obra; grande precisão na execução; não interrupção de trânsito; redução do custo social com pouco impacto visual da execução.

Segundo Campos et al. (2006) os métodos não destrutivos visam à redução de abertura de valas e tem como características:

- Trabalhar independentemente da meteorologia;
- Dar mais segurança ao entorno e à obra;
- A redução de danos ao ambiente;
- A mínima interferência no comércio local (custo social);
- O aumento da produtividade;
- O acesso a pontos não acessíveis a outros métodos;
- Estaqueidade;
- Prazo de execução inferior às técnicas tradicionais;
- Trabalho sem a necessidade de rebaixamento do lençol freático.

Os Métodos não Destrutivos (MND) podem reduzir os danos ambientais e os custos sociais e, ao mesmo tempo, representam uma alternativa econômica para os métodos de instalação, reforma e reparo com vala a céu aberto (CAMPOS et al., 2006).

O método cada vez mais vem sendo visto como uma atividade de aplicação geral do que como uma especialidade, e muitas empresas de instalação de redes têm uma tendência a aplicar os Métodos Não Destrutivos (MND) sempre que possível, em função dos custos e dos aspectos ambientais e sociais. Trata-se de uma tecnologia de travessias subterrâneas, onde se dá início na superfície e se direciona uma navegação por entre as interferências existentes. É um método de execução rápida e com viabilidade econômica (ABRATT, 2013).

Métodos

Esse artigo é um estudo de caso de trabalhos já publicados, onde os artigos se propõem a apresentar vantagens do método não destrutivo comparado ao método convencional de perfuração.

1. Método não destrutivo de instalação de rede de gás natural – Criciúma – SC (Coral e Steiner, 2015):

A execução da obra pelo método não destrutivo durou 2 (dois) dias, incluindo a mobilização e desmobilização de todo o equipamento utilizado.

Como ponto inicial, efetuou-se o estaqueamento, localizando as interferências e as aberturas das trincheiras, que são os poços de saída e entrada da rede. A tubulação de PEAD com diâmetro de 125 mm, em barras 12 metros, foi toda depositada na rua conforme seria seu uso. A figura 1 apresenta a disposição da tubulação de PEAD ao longo do local de deposição.



Figura 1 – Disposição da tubulação no local de uso, em Criciúma/SC (Fonte: Coral e Steiner, 2015).

O equipamento utilizado para a execução dos furos direcionais é o modelo JT1720 ano 2000, como mostra a figura 2, o qual tem capacidade de 8 toneladas de força de tração e executa furos com distâncias máximas de 180 metros e diâmetros máximos de até 450mm.



Figura 2 – Equipamento utilizado para perfuração, em Criciúma/SC (Fonte: Coral e Steiner, 2015).

Foi utilizado, também, um alargador de furo, de 8” de diâmetro, e o processo se faz no sentido inverso a perfuração, de forma conjunta com puxamento da tubulação a ser implantada. A figura 3 mostra o detalhe do alargador utilizado na obra.



Figura 3 – Alargador de furo utilizado de forma conjunta ao puxamento da tubulação, em Criciúma/SC (Fonte: Coral e Steiner, 2015).

Após a execução dos furos, instalação e soldagem da tubulação nos pontos de trincheira é feito a recomposição dos poços de entrada e saída da rede. Inicialmente foi efetuada a recomposição dos poços com solo compactado até próximo a superfície; em seguida a cavidade é completada com paralelepípedos até ao nível de pavimentação, permitindo o tráfego imediato antes da restauração definitiva do pavimento com o revestimento existente na via. Após finalização da rede faz - se a instalação de dispositivos de sinalização, alertando sobre a existência da rede de gás natural. Ao longo da via, a cada 30 metros é feita a fixação de placas de sinalização contendo informações da concessionária, advertência para não escavar e telefone de contato para qualquer eventualidade.

2. Método destrutivo de instalação de rede de gás natural – Criciúma – SC (Coral e Steiner, 2015):

É o método por abertura de valas, podendo variar amplamente a duração de execução da obra, pois depende de números de trabalhadores, das características apresentadas na topografia, da urbanização do entorno, do projeto e das condições climáticas. Para a execução da rede de gás por abertura de valas, tem-se um planejamento e programação total da obra, visualizando seu desenvolvimento e buscando-se afetar o mínimo possível a rotina da população.

Inicialmente, a obra efetuada por valas consiste na preparação do trajeto, do estaqueamento da obra seguindo o mesmo trajeto do método não destrutivo. A vala tem 0,50m de largura em toda sua extensão e profundidade de 1,50m, definido pela fiscalização e pelos órgãos envolvidos. Na figura 4 é apresentado um corte da secção transversal da vala, com a disposição e elementos de proteção da tubulação de gás (berço com areia, placa de concreto e fita de sinalização).

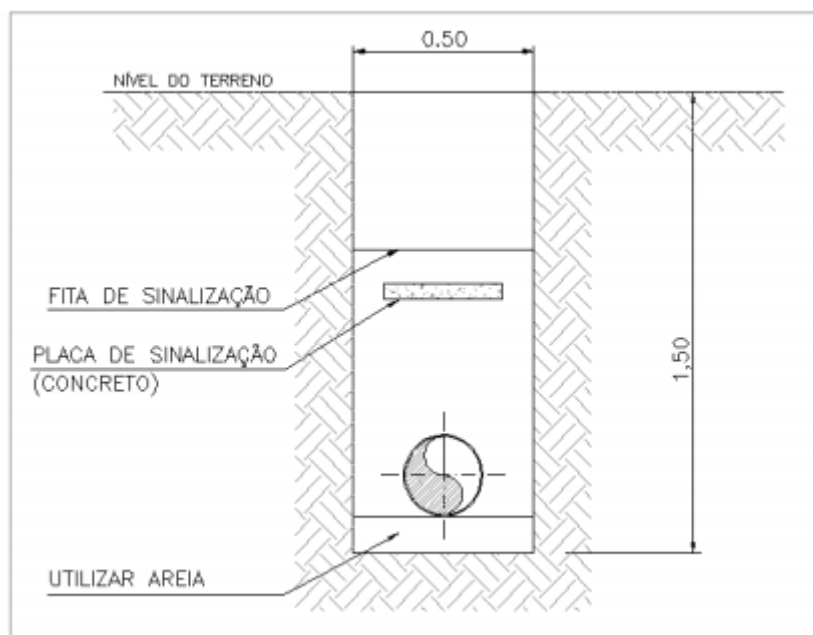


Figura 4 - Seção transversal da vala e seus elementos (Fonte: Coral e Steiner, 2015)

Os tubos são alocados ao longo da via, onde é feita a soldagem e em seguida o abaixamento de toda a tubulação dentro da vala sendo que a mesma ficará sobre um berço de areia de 0,10m de altura. No reaterro da vala é inserida, em todo o trecho, uma tela de segurança com fita de aviso e placas de concreto com a finalidade de proteção e alerta sobre a existência de rede de gás natural.

Para finalizar faz se recomposição total da vala e a reconstrução do revestimento de acordo com o pavimento existente. O tempo previsto de execução da obra pelo método destrutivo é de 4 dias consecutivos, em condições climáticas favoráveis.

Coral e Steiner (2015) apresentaram os resultados baseados na planilha de medição da concessionária de gás – SCGAS, onde os procedimentos para determinação dos custos são relativos para cada método de construção adotado.

No caso do Método Não Destrutivo (MND) a tabela 1 mostra o orçamento discriminado dos serviços pagos pela concessionária para instalação de rede de gás pelo método não destrutivo com tubulação de PEAD de 125mm de diâmetro.

Tabela 1 - Custos dos serviços de instalação de rede pelo método não destrutivo.

Item	Serviços	Unid.	Valor unitário (R\$)	Qntd.	Total (R\$)
1	Furo direcional – 125mm	m	187,24	206,0	38.571,44
2	Fornecimento de material	m	60,35	9,02	544,36
3	Asfalto (CBUQ) e=5cm	m ²	49,20	9,02	443,78
4	Tachão de sinalização	un	42,54	7	297,78
Total					39.857,36

Fonte: Coral e Steiner, 2015.

A execução da rede de gás natural pelo método não destrutivo, furo direcional, é medida por metro linear e seu custo total foi de R\$39.857,36. Neste item são englobados os tubos, serviços de recebimento, inspeção e armazenamento do PEAD, a soldagem completa da coluna, o teste pneumático para verificar vazamentos, a execução do furo, alargamento com puxamento simultâneo da tubulação e a interrupção da rede.

O fornecimento de material utilizado na recomposição dos poços de entrada e saída é medido por metro quadrado e seu custo total foi de R\$544,36, incluindo a aplicação de paralelepípedo por exigência da fiscalização e a compactação. O serviço de recomposição definitiva do revestimento nos poços com asfalto é medido por metro quadrado e seu custo foi de R\$443,78. Após o término dos serviços e a recuperação do pavimento são fixadas as sinalizações de advertência com a implantação de placas de sinalização onde estes materiais são cotados em unidades, apresentando um custo total de R\$297,78.

No caso do Método Destrutivo a tabela 2 apresenta o orçamento discriminado dos serviços pagos pela concessionária para instalação de rede de gás, com tubulação de PEAD de 125mm de diâmetro.

Tabela 2 - Custos dos serviços de instalação de rede pelo método destrutivo.

Item	Serviços	Unid.	Valor unitário (R\$)	Qntd	Total (R\$)
1	Assentamento de Tubulação 125mm	m	106,48	206,00	21.934,88
2	Reaterro de vala com areia	m ³	42,50	10,30	437,75
3	Fornecimento de material	m ²	60,35	103,00	6.216,05
4	Asfalto (CBUQ0) e=5cm	m ²	49,20	103,00	5.067,60
5	Placa de concreto	un	8,02	207	1.660,14
6	Tachão de sinalização	un	42,54	7	297,78
				Total	35.614,20

Fonte: Coral e Steiner, 2015.

O serviço de execução da rede de gás natural pelo método destrutivo foi de R\$35.614,20. O item de assentamento de tubulação é medido por metro linear, e neste custo está incluso o recebimento, inspeção e armazenamento dos tubos, abertura e preparo da vala, solda completa da tubulação, abaixamento e cobertura da vala, toda a mão de obra, teste pneumático, limpeza e interrupção da linha onde seu custo foi de R\$21.934,88.

O item de reaterro com areia, 10 cm de berço para a tubulação, é medido por metro cúbico sendo seu custo total de R\$437,75.

O fornecimento de material utilizado na recomposição da vala é medido por metro quadrado e seu custo foi de R\$6.216,05, incluindo a compactação e aplicação de paralelepípedo por exigência da fiscalização.

O serviço de recomposição definitiva do revestimento no trecho em vala a céu aberto é feito com asfalto, medido por metro quadrado e seu custo foi de R\$5.067,60. Neste item estão incluídos pintura de ligação e a colocação da capa asfáltica, devendo obedecer aos requisitos das normas para recuperação de pavimentos e aval dos órgãos públicos.

Com a tubulação enterrada, e antes da recomposição definitiva, é colocado no interior da vala placas de concreto de proteção contra escavações não programadas, sendo medido por unidade seu custo foi de R\$1.660,14.

Após o término dos serviços e a recuperação do pavimento e de mais intervenções são fixadas as sinalizações de advertência com a implantação de placas de sinalização. Estes materiais são apropriados em unidades tendo um custo para este serviço de R\$297,78.

3. Método não destrutivo (MND) e Método destrutivo de instalação de rede de água tratada – Palmas – TO (Parente e Silva, 2016):

Foram levantados custos gerados pela instalação de ramais de ligação de água tratada na cidade de Palmas – TO, pelo método não destrutivo e realizado um comparativo com o método destrutivo convencionalmente utilizado, durante o período de seis (6) meses.

Os sistemas de ramais foram caracterizados quanto a sua extensão, observando-se junto ao setor de planejamento e obras da concessionária de abastecimento, a forma de elaboração dos projetos e disposição das redes secundárias, diretamente ligadas aos medidores dos clientes (hidrômetros).

A figura 5 ilustra o corte longitudinal de uma ligação:

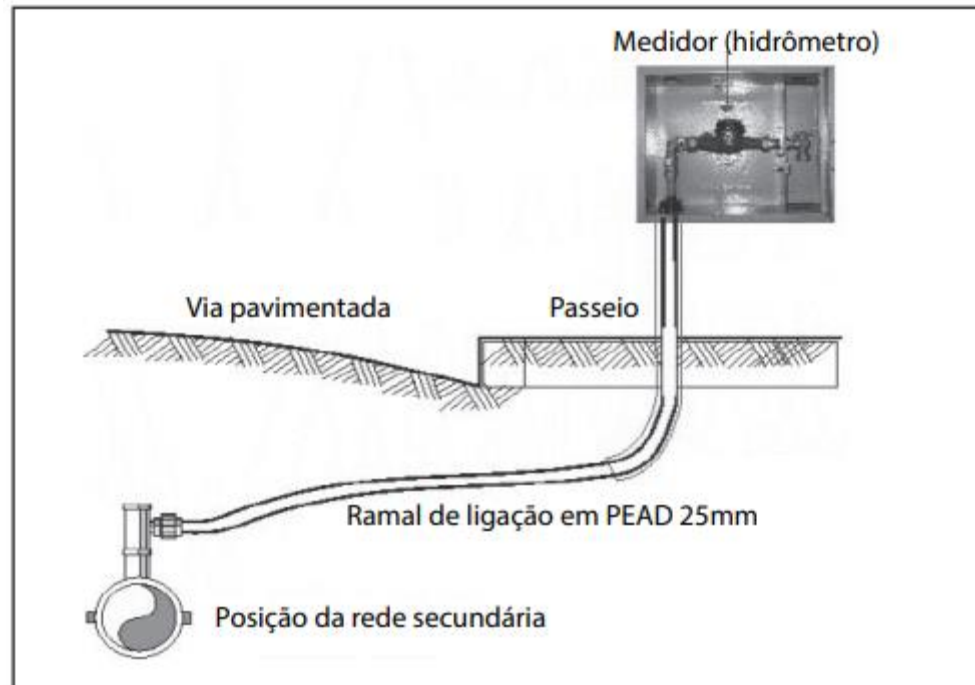


Figura 5 – Vista, em corte, da ligação instalada (Fonte: Parente e Silva,2016).

A metodologia adotada para a execução das ligações pelo método não destrutivo é a perfuração por percussão que consiste na criação de uma abertura subterrânea pelo uso de uma ferramenta compreendida por um martelo de percussão, normalmente em forma de torpedo, inserido dentro de uma carcaça cilíndrica.

Como o processo de instalação pelo método não destrutivo não prevê a abertura de valas mais longas, há apenas a prévia abertura de uma trincheira, para introdução e direcionamento da haste guia do medidor domiciliar, até o colar de tomada da rede de distribuição, também sondado previamente. A figura 6 traz o detalhamento em corte para o levantamento de quantitativo dos serviços. A movimentação de terra, em menor volume, corresponde ao produto das áreas das aberturas pelas profundidades. Os cortes e recomposições de passeios e pavimentos também correspondem às referidas áreas de abertura.

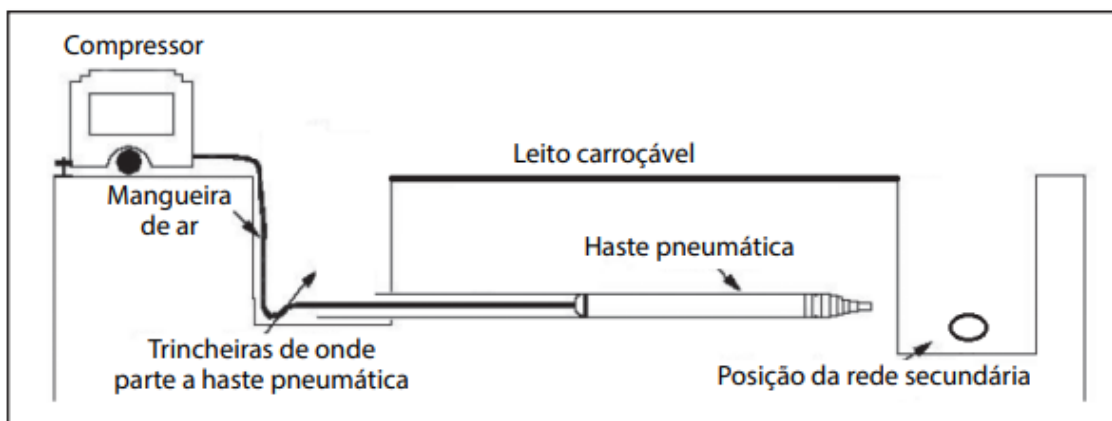


Figura 6 - Corte com detalhamento da execução do método não destrutivo (Fonte: Parente e Silva, 2016).

- Já para o método destrutivo, os referidos quantitativos de serviços foram levantados da seguinte forma:
- O volume de escavação: foi obtido, através do produto do comprimento do ramal, pela área da seção da vala;
- O acerto de fundo de vala: é resultado da área de fundo, ou seja, comprimento do ramal pela largura da vala;
- O volume de reaterro: é a quantidade de material escavado, que volta para vala, após o assentamento da tubulação. Compreende todo o volume escavado, haja vista que o diâmetro do tubo utilizado é muito pequeno – vinte e cinco milímetros (25 mm).
- Os quantitativos de serviços, referentes a cortes e recomposições de passeios e pavimentos, também para o método destrutivo, foram levantados, conforme a metodologia a seguir:
- As áreas de pavimento e passeio a serem recortadas: obtidas, através do produto do comprimento do ramal de ligação, pela largura da vala.
- A tabela 3 mostra as parcelas de ligações executadas em terreno calçado e pavimentado, totalizando 30 ligações.

Tabela 3	Ligações em trechos pavimentados e calçados			
	Trecho em pavimento asfáltico (m)	Trecho em passeio (m)	Trecho em terreno natural (m)	Total de ligações (und)
Ligação - ramal de dois metros (2 m)	0,50	1,50	-	10,0
Ligação - ramal de três metros (3 m)	1,50	1,50	-	10,0
Ligação - ramal de quatro metros (4 m)	2,50	1,50	-	10,0

Fonte: Parente e Silva (2016).

Segundo os autores Parente e Silva (2016), nos serviços de instalação dos ramais, tem-se o maior percentual de diferença entre os custos. A abertura de valas, a intervenção em asfalto e passeios calçados são os insumos com maior representatividade financeira no custo global dos ramais.

A tabela 4 traz o orçamento sintético da execução de um ramal de ligação com 4,0 metros de comprimento, pelo método destrutivo e não destrutivo, considerando passeios calçados em concreto e ruas e avenidas com pavimento asfáltico.

Tabela 4 - Custo por grupos de serviços para execução de quatro metros (4 m) de ligação pelo método destrutivo e não destrutivo, por instalação.

Descrição	Custo/grupo de serviços (R\$) (método destrutivo)	Custo/grupo de serviços (R\$) (método não destrutivo)
Ligações domiciliares		
Serviços preliminares	R\$ 6,28	R\$ 6,28
Movimento de terra	R\$ 48,89	R\$ 68,53
Remoção / reposição de passeio	R\$ 51,27	R\$ 34,18
Remoção / reposição de pavimento	R\$ 56,83	R\$ 37,87
Material hidráulico	R\$ 142,72	R\$ 142,72
Total	R\$ 305,99	R\$ 289,23

Fonte: Parente e Silva (2016).

Verifica-se que, para ligações de 4m de extensão, o custo total, por ligação, associado ao método não destrutivo (MND) é menor que no método convencional (destrutivo).

Considerando, agora, os serviços hidráulicos e civis para a confecção das ligações, tem-se os seguintes valores comparativos, apresentados nas figuras 7 e 8, abaixo:

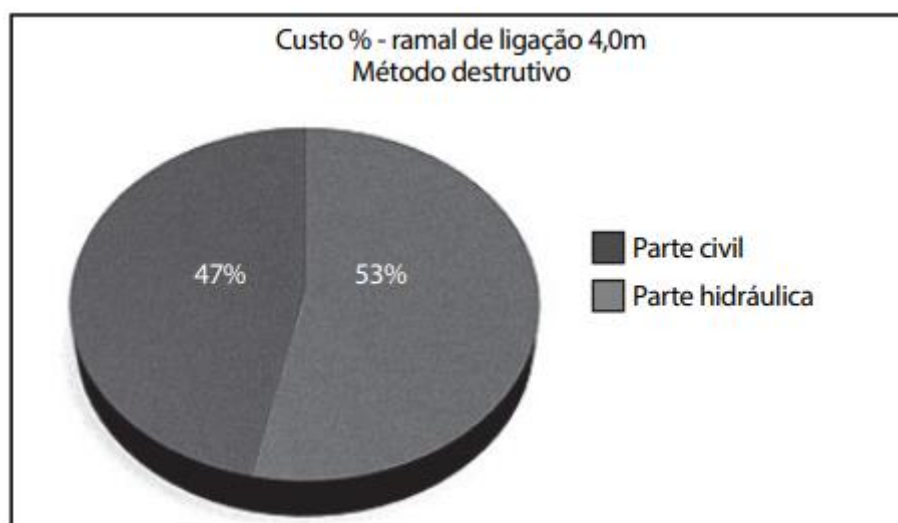


Figura 7 - Percentual do custo por grupo de serviços para execução de ramal de ligação pelo método destrutivo (Fonte: Parente e Silva, 2016).

Os itens serviços preliminares, movimentação de terra, remoção e reposição de passeio e pavimento representam 53% do custo da ligação pelo método destrutivo, são os itens referentes à obra civil, serviços que precedem a instalação de toda a parte hidráulica.

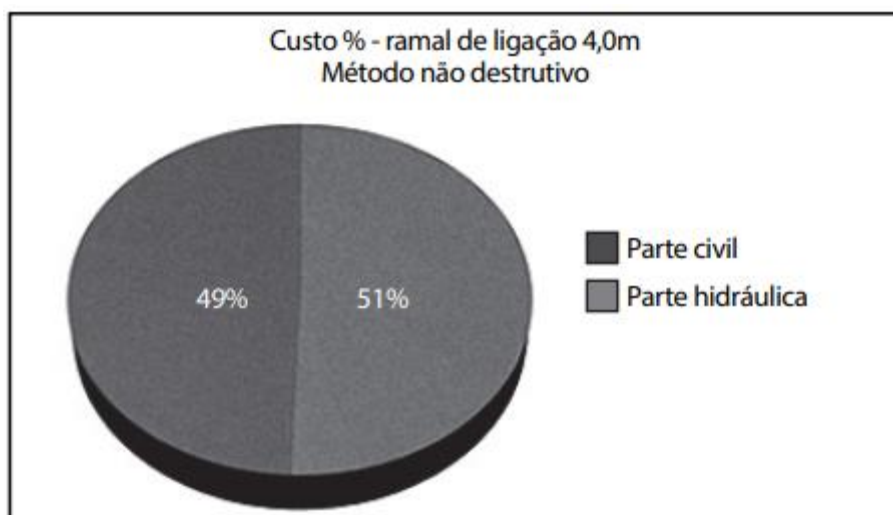


Figura 8 - Percentual do custo por grupo de serviços para execução de ramal de ligação pelo método não destrutivo (Fonte: Parente e Silva, 2016).

O que se pode observar, pela figura 9, é que os itens referentes à parte civil da obra, serviços preliminares, movimentação de terra, remoção e recomposição e pavimento e passeio, pelo método não destrutivo representam 49% do custo global da ligação, enquanto o custo referente à parte hidráulica sofre uma ligeira alteração, haja vista que as peças, tubulações e conexões são as mesmas para ambos os métodos.

A diminuição no custo de uma ligação executada pelo método não destrutivo pode ser explicada, observando-se o quantitativo dos serviços de corte e recomposição de pavimento e passeios. Enquanto o método convencional ou destrutivo consiste na abertura de valas ao longo de todo o comprimento do ramal, o método não destrutivo mantém esse quantitativo constante, ou seja, são feitas aberturas em apenas dois pontos, uma na rede e outra no hidrômetro, o ramal é implantado de forma subterrânea de um ponto ao outro.

A figura 9 apresenta resultados superiores de custos da execução de ligações não destrutivas (MND), a partir de um comprimento de quatro metros (4 m) de ramal, ou seja, as ligações com ramais, com comprimentos iguais ou superiores a quatro metros (4 m), apresentam maior custo de execução pelo processo destrutivo.

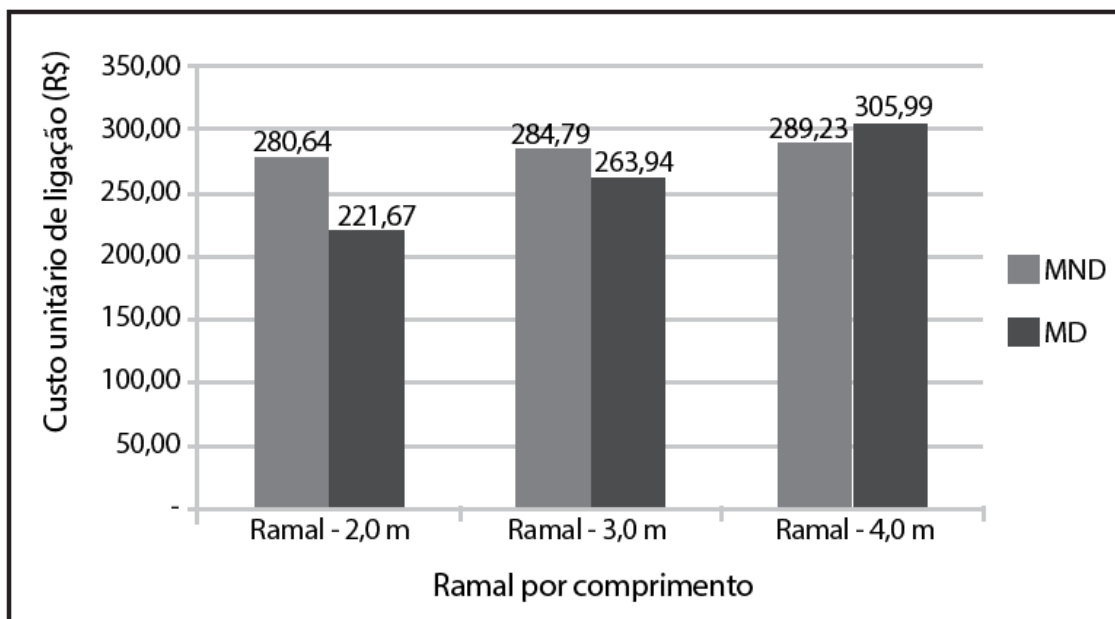


Figura 9 - Custo unitário das ligações executadas em cada um dos métodos, em trechos calçados e pavimentados (Fonte: Parente e Silva, 2016).

Resultados e Discussão

Segundo Coral e Steiner (2015) têm-se para o projeto de instalação de tubulação de gás natural em Criciúma, Santa Catarina, uma análise comparativa de custos de execução entre os métodos construtivos onde, pode-se ver no gráfico da figura 10 que o custo total para o método não destrutivo é de R\$ 39.857,36, enquanto que para o método convencional com abertura de valas é de R\$35.614,20, sendo o custo por metro linear do método MND 10,64% maior que o método destrutivo.

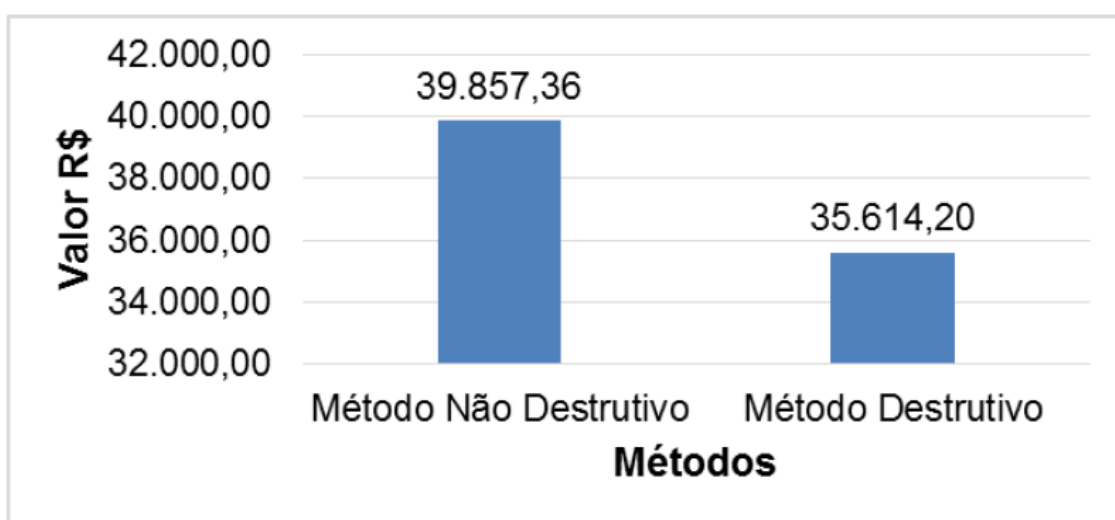


Figura 10 - Custo Total dos serviços entre os métodos construtivos (Fonte: Coral e Steiner, 2015).

Ainda que o método MND tenha apresentado um valor maior que o método destrutivo, o mesmo se apresenta vantajoso se for considerado o tempo de execução reduzido, o baixo impacto ambiental e a pouca interferência com as atividades do entorno, reduzindo a ocorrência de acidentes.

Com relação ao prazo de execução de obra, o método não destrutivo foi executado em 2 dias. Para o método destrutivo é previsto um prazo de 4 dias em condições climáticas favoráveis.

Já em relação ao custo dos serviços de recuperação e sinalização, para o método destrutivo tem-se o valor de R\$13.679,32 e para o método MND é de R\$1.285,92, ou seja, o custo por metro linear é 90,60% maior no método tradicional por vala escavada do que para método não destrutivo como mostra o gráfico da figura 11.

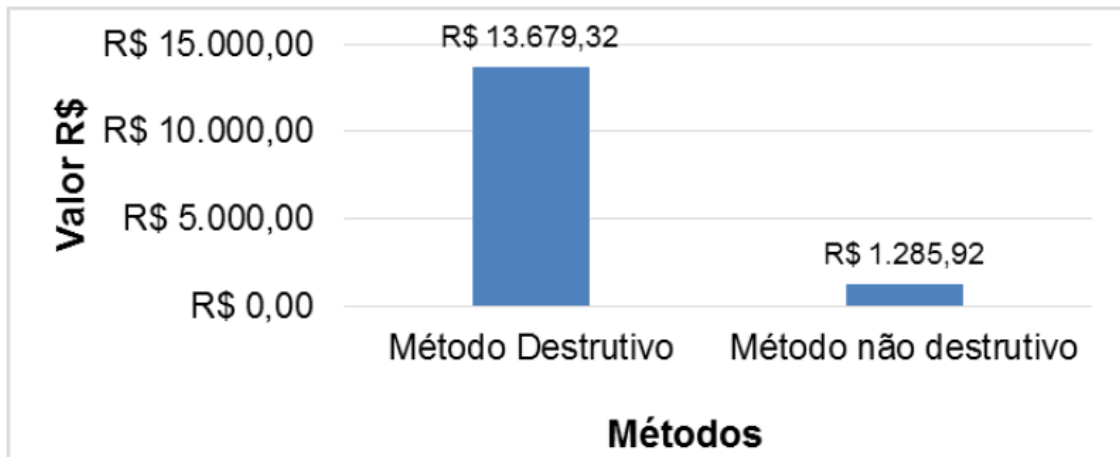


Figura 11 - Custo dos serviços recuperação e sinalização para os dois métodos em estudo (Fonte: Coral e Steiner, 2015).

Para o caso estudado sobre a instalação de ramais de água tratada em Palmas, Tocantins, Parente e Silva (2016) mostraram que o método não destrutivo (MND), para instalações com comprimentos de tubulação acima de 4 metros se torna vantajosa em relação ao método convencional (destrutivo), devido ao quantitativo dos serviços de corte e recomposição de pavimento e passeios. Conforme os autores, enquanto o método convencional ou destrutivo consiste na abertura de valas ao longo de todo o comprimento do ramal, o método não destrutivo mantém esse quantitativo constante, ou seja, são feitas aberturas em apenas dois pontos, uma na rede e outra no hidrômetro, o ramal é implantado de forma subterrânea de um ponto ao outro.

Conclusões

Conclui-se com esse estudo que, apesar do Método não destrutivo (MND) apresentar um valor superior ao método convencional de instalação de tubulações, seja tubulação de gás, como no caso de Criciúma, ou de água, como em Palmas, esse método apresenta vantagens significativas, que vão além do custo específico do serviço de instalação.

Fica evidente que, em relação ao custo-benefício de uma instalação de tubulação, seja ela qual for o ganho está presente nas consequências imediatas dos serviços executados no entorno da obra. Ou seja, pelo método não destrutivo, o impacto social é muito inferior, se comparado ao método convencional de escavação do solo e, aliado a esse impacto menor, está o tempo total de execução da obra, o qual é significativamente menor no método não destrutivo.

Referências Bibliográficas

ABNT. **NBR 12266: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana**, 1992.

ABRATT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA. **Um guia dos métodos não destrutivos (MND) para instalação, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de escavação**. São Paulo, 2013.

BRASIL. Decreto-lei nº11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento. **Coleção de leis da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

CAMPOS, G.C. et al. **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://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n02/v20n02_11.pdf

CORAL, Danielle De Bona; STEINER, Luiz Renato. **Comparativo entre perfuração direcional horizontal (MND) x método destrutivo (Vala), para implantação de rede de gás natural urbana**. 2015. Requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil (Engenheira Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2015.

PARENTE, Dênis Cardoso; SILVA, Rafael Ramos. **Comparativo financeiro entre o método destrutivo e não destrutivo de execução de ramais de ligação de água em Palmas – TO**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 17, n. 28, p. jul./dez. 2016, jul./dez 2016.