

COMPARATIVO ENTRE PERFURAÇÃO DIRECIONAL HORIZONTAL (MND) X MÉTODO DESTRUTIVO (VALA), PARA IMPLANTAÇÃO DE REDE DE GÁS NATURAL URBANA. ESTUDO DE CASO.

Danielle De Bona Coral (1), Luiz Renato Steiner (2).

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)daniellecoral@yahoo.com.br (2) luizsteiner@yahoo.com.br

1 RESUMO

Com o aumento da demanda por gás natural e o desenvolvimento de novas tecnologias de redes de distribuição subterrâneas, a utilização de métodos não destrutivos (MND) para instalação das tubulações, visam à diminuição do tempo de interdição das vias de tráfego, o tempo de execução dos serviços a quebra e a recuperação de grandes extensões de vias.

Para saber o melhor método a ser executado devemos 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. A instalação da tubulação de rede de gás natural pelo método destrutivo, por menores que sejam, causam enormes transtornos em centros urbanos consolidados. Já a tecnologia da perfuração direcional reduz o impacto ao meio ambiente com menor tempo de execução da obra.

Este trabalho apresenta um comparativo entre os métodos não destrutivos e destrutivos para execução da rede de gás natural. Os resultados obtidos apontam que apesar do custo de execução do método pelo furo direcional ser maior, o mesmo também apresenta grandes vantagens comparado com o método destrutivo.

Palavras chaves: método destrutivo, método não destrutivo, perfuração direcional.

1 INTRODUÇÃO

O uso do gás natural é visto como uma das soluções possíveis para resolver o problema da crescente demanda de energia no país. Seu uso é destinado desde gás de cozinha, passando pela geração de energia elétrica e ainda como insumo em plantas gás-químicas que transformam o gás em amônia e depois em fertilizante.

Como forma de aperfeiçoar estes aspectos, deve-se analisar toda a logística que envolve a cadeia do gás natural. O gás natural veio a princípio para substituir o carvão mineral na indústria cerâmica, na queima de fornos devido a sua eficiência e facilidade de controle da sua combustão.

A pesquisa e o desenvolvimento de novos materiais e métodos de implantação, poderá reduzir custo energético e os impactos negativos ao meio ambiente causados durante a implantação de redes, visando à sua sustentabilidade.

Atualmente no Brasil o método destrutivo convencional (abertura de vala a céu aberto), para o assentamento de tubulação ainda é bastante utilizado. No entanto, já existem várias tecnologias que podem ser muito mais eficientes, principalmente, quando se refere ao impacto causado ao espaço físico.

A utilização dos métodos não destrutivos é de suma importância para a execução de travessias com interferências. A perfuração direcional horizontal revolucionou as indústrias de instalações de produtos sob a superfície, e este processo hoje em dia é o mais empregado por diversas companhias de serviços públicos como distribuição de água, gás, energias elétricas entre outras, pois evita o inconveniente de valas abertas e conseqüentemente prejuízos a sociedade.

Os custos diretos em muitos casos são equivalentes ao método com abertura de valas contínuas, mas as vantagens são enormes: precisão na execução da obra; redução de prazos; não interrupção do trânsito na área de trabalho; grande redução do custo social (NUVOLARI, 2003).

A tecnologia de perfuração horizontal direcional vem obtendo constantes melhorias para o emprego na área de construção civil, em especial na implantação de rede de gás natural em substituição ao método destrutivo (vala a céu aberto).

O presente artigo tem como objetivo a comparação entre as técnicas destrutiva e não destrutivas de instalação de uma rede de gasoduto, visando à necessidade que o mercado de engenharia tem para solucionar problemas reais, demonstrará as técnicas utilizadas e suas aplicações visando os custos, vantagens e desvantagens na implantação da rede de gás, considerando também os custos relacionado a interrupção do tráfego veicular e impactos ambientais. Justifica - se assim o estudo de caso da implantação de uma rede de gás natural, pelo método não destrutivo na cidade de Criciúma/SC – Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada nesse artigo é a comparação de métodos construtivos. Executar obras com valas a céu aberto causa grandes transtornos para a sociedade: interrupção do tráfego, congestionamentos, dificuldades de acesso, etc.

Quando se leva em consideração esses transtornos, vemos que o método não destrutivo é o mais recomendável. O futuro da engenharia visualiza a velocidade com qualidade dos serviços executados, sendo assim, necessário buscar novas tecnológicas e inovações que possibilite, assim, uma melhoria dos serviços prestados. Este estudo de caso irá nos mostrar como é executado o método não destrutivo x método destrutivo, fazendo o comparativo de ambos, suas limitações e suas importâncias.

2.1 TUBOS DE POLIETILENO – PEAD

Na construção de rede de gás natural para baixa pressão (até 4kgf/cm²) são utilizados os tubos de polietileno PE – 80 que são fabricados por um processo de extrusão em atendimento às exigências da norma E00-1 da Associação Brasileira de polietileno (ABPE). Os tubos devem ser produzidos com matérias primas específicas que atendem a classificação da norma.

A tubulação (PE80) tem cor amarela, são designados pelo diâmetro externo nominal e em milímetros e sua vida útil é de até 50 anos. Para diâmetros de 32mm e 63mm são utilizados bobinas de 100m, já para o diâmetro de 125mm é utilizada barras de 12m. A união da tubulação é feita por meio de soldagem ou juntas mecânicas. A tabela 1 apresenta algumas características positivas e negativas nas técnicas de inserção da tubulação de polietileno (PEAD).

Tabela 1: Características da tubulação de Polietileno

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">- Obtenção de rede sem abertura de uma vala.- Com fornecimentos de bobinas a inserção é amplamente facilitada- Soluciona definitivamente o problemas em juntas- Rapidez na execução	<ul style="list-style-type: none">- Custo do material viabiliza apenas para tubulações de até 250mm, com diâmetros maiores viabiliza apenas em casos especiais.- Com muitas aberturas de vala ao longo do trecho a instalação passa a ser inviável.

Fonte: Da autora, 2015.

2.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

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 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.

2.2.1 Método destrutivo

É o método que utiliza a escavação de valas a céu aberto para a instalação de redes subterrâneas, trata-se de um método de assentamento de tubulação no solo através de escavação manual ou mecânica. Este é o método considerado tradicional para a execução de rede subterrâneas.

O método destrutivo de aberturas de valas envolvem escavações ao longo de todo o trecho determinado no projeto. A vala a céu aberto deverá atender todas as especificações do projeto executivo, o mesmo deverá conter os cadastros de interferências como água, telefone, energia, etc.

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.
- ✓ Deverá ser utilizado um localizador de cabos, para assim confirmar posição das redes subterrâneas.
- ✓ Atentar-se a verificação no local quanto a existência de galerias, dutos de drenagem, instalações elétricas redes de esgotos, fibra ótica etc.

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, o

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.

Durante a escavação alguns cuidados deverão ser tomados:

- ✓ 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.
- ✓ O material descartado deverá ser levado a um local onde satisfaça a exigência da fiscalização da obra e da prefeitura.
- ✓ O material que será reaproveitado no reaterro da vala, deverá ser depositado ao longo da vala escavada, desde que o mesmo não atrapalhe a execução dos trabalhos.

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

O método destrutivo de abertura de vala apresentou pouco desenvolvimento nos últimos 50 anos, apesar de ser considerado um método confiável, na maioria das vezes não é o método de com a melhor relação custo/benefício. Esse método apresenta desvantagem pois interfere na infra-estrutura urbana, causando vários problemas como impactos ambientais, danos ao pavimento em todo trecho escavado e congestionamentos do tráfego da região.

2.2.2 Método não destrutivo

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, tendo vantagens enormes como: redução do prazo de execução e entrega obra, grande precisão na execução, a não interrupção de trânsito, grande redução do custo social com pouco impacto visual da execução. Os métodos não- destrutivos visam à redução de abertura de valas e tem como características:

- ✓ A mínima influência no tráfego local;

- ✓ Trabalhar independentemente da meteorologia;
- ✓ Dar mais segurança;
- ✓ 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;
- ✓ Estanqueidade;
- ✓ 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. 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. (ABRATT, 2008,p.03)

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. Apesar de suas vantagens o método de furo direcional tem algumas restrições, quando o espaço a ser trabalhado for pequeno para a inserção dos equipamentos no local de obra.

2.2.2.1 Execução do furo

Feito análise no terreno (solo) onde será executado a rede de gás, e detectadas preliminarmente todas as interferências existentes é necessário fazer o planejamento do furo. O local de execução deve estar totalmente sinalizado garantindo a segurança no local. O furo direcional pode ser executado em vários tipos de solo e até em rochas, com diferentes diâmetros, logo a máquina de furo deverá ser apropriada, de acordo com a necessidade de uso.

Os equipamentos que realizam o furo (perfuratriz) são divididos em três categorias: pequena, média e grande capacidade, os mesmos, executando redes com diâmetros de 50 a 300mm; 300 a 600mm e maiores que 600mm.

Com o levantamento topográfico e com o cadastro das interferências é elaborado o plano de furo, considerando as profundidades necessárias e a flexibilidade da tubulação a ser instalada. Logo em seguida se faz a locação dos poços de entrada e saída da tubulação.

O método do furo direcional consiste em primeiro executar um furo piloto, onde a perfuratriz que é guiada por um emissor de ondas eletromagnéticas, onde a cada três metros informa a profundidade e inclinação da cabeça de perfuração. O avanço do furo piloto é feito com a injeção de fluido compatível com o solo encontrado. A tabela 2 mostra alguns tipos de solo e o fluido de lubrificação adequado para cada tipo.

Tabela 2: Tipos e características dos solos e fluido lubrificante usado no MND

Solo	Característica	Fluído
Solos grossos (Areia e Granitos)	Inertes e não reativos, possibilitando a passagem de água.	Bentonita (proporciona lubrificação e estabilização nos solos onde é aplicada).
Solos finos (argila)	Baixa permeabilidade	Polímero (evita a dilatação da argila).

Fonte: Da autora, 2015.

Após o furo piloto atingir o ponto final da tubulação, é colocado o escarificador permitindo o alargamento do furo até o diâmetro desejado como mostra a figura 1. O mesmo percorre o caminho inverso do furo piloto, a tubulação é presa diretamente atrás do alargador e cuidadosamente puxado, servindo o fluido de lubrificante.

Figura 1: Furo piloto e puxamento da tubulação



Fonte: Da autora, 2015.

2.3 ANÁLISE DOS CUSTOS SOCIAIS

Os custos sociais tem uma parcela significativa do custo total de um projeto, muitas vezes os mesmos são desconsiderados nas análises de viabilidade econômico-financeira dos projetos. Com o aumento da preocupação global com o bem estar social e com o meio ambiente a análise destes custos se tornou importante.

2.3.1 Análise de interrupção ao tráfego

Os custos de interrupção do tráfego podem ser grandes devido aos transtornos gerados para a sociedade, e está relacionado com o tipo do método construtivo utilizado. Os métodos destrutivos geram interferências no trânsito causando, em sua maioria, o congestionamento do tráfego, resultando muitas vezes no fechamento total de ruas; já o método não destrutivo necessita o fechamento parcial de uma via ou nenhuma faixa de tráfego. Outros fatores relacionados são a hora, local e a época da execução de tais interdições.

2.3.2 Perda econômica e insatisfação

Construções realizadas em áreas comerciais estão associadas a perdas nas vendas do comércio. As pessoas tendem evitar áreas de comércio quando estas estão em obras, utilizando métodos convencionais de aberturas de valas, o que pode resultar em uma redução das vendas ou até mesmo o fechamento de lojas e outros comércios durante o período da construção (GANGAVARAPU, 2003.)

Barulho e poeira são as maiores preocupações para a população durante os serviços. Mudanças na vida cotidiana dos moradores e comerciantes provocam insatisfação, reclamações e manifestações contra os responsáveis.

3 ESTUDO DE CASO

Para efeito de comparação entre os dois métodos (destrutivo x não destrutivo), foi proposto que o mesmo trecho executado por furo direcional fosse executado por vala, rede hipotética, utilizando ambos a mesma tubulação de polietileno (PEAD)

com diâmetro de 125mm, e o mesmo trajeto à 30cm da calçada. A extensão foi de 206,00m (estaca 0+0,00 a 10+6,00m), com profundidades da tubulação variando entre 1,51m a 3,04m abaixo da superfície, o trecho localiza-se na Avenida Centenário em Criciúma/SC, dando início no cruzamento com a Rua Domênico Sônego até o cruzamento com a Rua Arthur Pescador. A execução da obra pelo método não destrutivo durou 2 (dois) dias, com início no dia 14 e término no dia 15 de março de 2015, incluindo a mobilização e desmobilização.

A SCGAS – COMPANHIA DE GAS DE SANTA CATARINA é a responsável pela instalação e distribuição de gás natural em todo o estado, e a empresa contratada responsável pela execução da obra no trecho de estudo, é MINENGE MINATTO ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA.

3.1 EXECUÇÃO PELO METODO NÃO DESTRUTIVO

Inicialmente foi feito o estaqueamento, locando as interferências e as abertura de trincheiras, que são os poços de saída e entrada da rede. Os mesmos foram locados nas estacas: 0+0,00 a 0+3,70 com área de 4,07m²; 4+19,00 a 5+1,00 com área de 2,20 m² e; 10+3,50 a 10+6,00 com área de 2,75 m² respectivamente.

A tubulação de PEAD com diâmetro de 125mm em barras 12 metros foi disposta na rua conforme seria seu puxamento. A figura 2, mostra a disposição da tubulação de PEAD ao longo da via.

Figura 2: Preparação e disposição da tubulação de PEAD



Fonte: Da autora, 2015.

O primeiro furo teve início na estaca 0+0,00 e fim na estaca 5+0,00, totalizando 100m de rede. O segundo furo teve início na estaca 5+0,00 e fim na estaca 10+6,00, totalizando 106m de rede.

A máquina utilizada para a execução dos furos direcionais é o modelo JT1720 ano 2000, como mostra a figura 3, tem capacidade de 8 toneladas de força de tração, executa furos com distâncias máximas de 180 metros e diâmetros máximos de até 450mm.

Figura 3: Máquina de perfuração



Fonte: Da autora, 2015.

O alargador do furo, utilizado na execução foi de 8" de diâmetro, e o processo se faz no sentido inverso a perfuração, concomitante puxamento da tubulação a ser implantada. A figura 4 mostra o detalhe do alargador utilizado na execução.

Figura 4: Alargador de furo para puxamento simultâneo



Fonte: Da autora, 2015.

Depois da 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 é feita 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 tachões de sinalização contendo informações da logo da concessionária, advertência para não escavar e telefone de contato, como mostra a figura 5.

Figura 5: Tachão de Sinalização



Fonte: Da autora, 2015.

3.2 EXECUÇÃO PELO MÉTODO DESTRUTIVO

Conforme citado, anteriormente, 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.

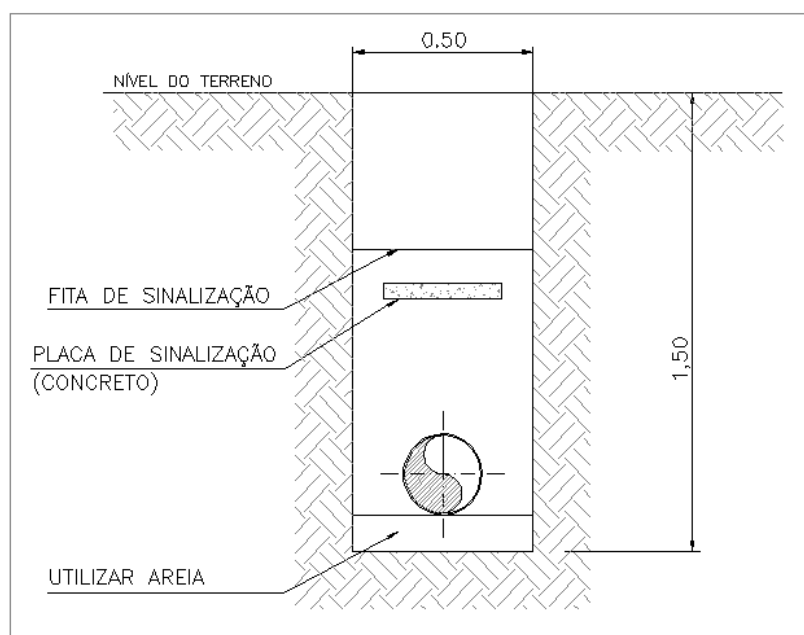
Para a execução da rede de gás por abertura de valas, temos que ter um planejamento e programação total da obra, pensando sempre no seu desenvolvimento e visando afetar o menos possível a população.

Inicialmente a obra executada por valas consiste na preparação do trajeto, estaqueamento da obra com mesmo trajeto do método não destrutivo. A vala

começará na estaca 0+0,00 e terá seu fim na estaca 10+6,00, totalizando 206,00 metros.

A vala terá 0,50 metros de largura em toda sua extensão e profundidade de 1,50 metros, definido pela fiscalização e pelos órgãos envolvidos. Na figura 6 é apresentado um corte da seção 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 6: Seção transversal da vala e seus elementos



Fonte: Da autora, 2015.

Os tubos são perfilados ao longo da via, onde é feita a soldagem e em seguida o abaixamento de toda a tubulação dentro da vala, a mesma ficará sobre um berço de areia de 0,10m. No reaterro da vala é inserido em todo o trecho 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.

4 RESULTADOS

Os resultados apresentados são baseados na planilha de medição da concessionária de gás - SCGAS. Os procedimentos para determinação dos custos é relativo para cada método de construção adotado.

4.1 MÉTODO NÃO DESTRUTIVO

A tabela 3 mostra o orçamento discriminado dos serviços pagos pela concessionaria para instalação de rede de gás pelo método não destrutivo com tubulação de PEAD de 125mm de diâmetro.

Tabela 3: Custos dos serviços de instalação de rede pelo método 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: Da autora,2015

Os serviços para a execução da rede de gás natural pelo método não destrutivo, furo direcional, é medido por metro linear e seu custo 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 inertização da rede. Inclui também neste serviço a entrega final e aprovação da rede pela fiscalização do *As Built* e entrega de do *Data Book*.

O fornecimento de material utilizado na recomposição dos poços de entrada e saída é medido por metro quadrado e seu custo foi de R\$544,36, incluindo a aplicação de paralelepípedo por exigência da fiscalização, incluindo também a compactação.

Os serviços de recomposição definitiva do revestimento nos poços com asfalto é medido por metro quadrado e seu custo foi de R\$443,78. Neste item estão inclusos pintura de ligação e a colocação da capa asfáltica, devendo obedecer aos requisitos

das normas para recuperação de pavimentos e aval dos órgãos público. Após o término dos serviços e a recuperação do pavimento e de mais intervenções são fixadas as sinalizações de advertência com a implantação de tachões, estes materiais são apropriados em unidades tendo um custo para este serviço de R\$297,78.

4.2 MÉTODO DESTRUTIVO

A tabela 4 mostra o orçamento discriminado dos serviços pagos pela concessionária para instalação de rede de gás pelo método destrutivo com tubulação de PEAD de 125mm de diâmetro.

Tabela 4: 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: Da autora,2015

Os serviços de execução da rede de gás natural pelo método destrutivo, vala a céu aberto, 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 inertização da linha. Inclui também a entrega final e aprovação da rede pela fiscalização do *As Built* e entrega de do *Data Book*, 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.

Os serviços 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 público.

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 tachões, estes materiais são apropriados em unidades tendo um custo para este serviço de R\$297,78.

4.3 ESTUDO DO TRÁFEGO

Sem a interrupção do tráfego, ou seja, em condições normais, podemos analisar o volume de veículos que trafegam nesta região por meio da contagem de tráfego realizada pela ASTC –Empresa Pública de Trânsito e Transporte de Criciúma, nos dias em que foram realizados os serviços. Na tabela 5 são apresentados os resultados desta contagem de veículos para as duas faixas de trânsito da Avenida Centenário no Bairro Santa Barbara sentido centro. Como podemos observar passaram nos dias 12, 13, 14 e 15 de março de 2015, um total de 59.594 veículos.

Tabela 5: Contagem de tráfego da Avenida Centenário sentido centro

Dia	Leves	Médios	Pesados	Motos	Total
12/quinta	14248	574	164	2008	16994
13/sexta	13734	494	132	1604	15964
14/sábado	13532	290	90	1470	15382
15/domingo	10336	118	64	736	11254
				Total de veículos	59594

Fonte: Da autora, 2015.

Na tabela 6, é apresentada a contagem de tráfego da Avenida Centenário por faixa de rolamento sentido Centro nos dias 14 e 15 de março de 2015, quando foram

realizados os serviços de implantação da rede de gás natural pelo método não destrutivo.

Tabela 6: Contagem de tráfego da Av. Centenário por faixa de rolamento

Pista esquerda					
Dia	Leves	Médios	Pesados	Motos	Total
14/sábado	9464	196	62	874	10596
15/domingo	7348	80	54	418	7900
Pista direita					
14/sábado	4068	94	28	596	4786
15/domingo	2988	38	10	328	3354
Total de veículos					26.636,00

Fonte: Da autora, 2015.

No método MND há necessidade de fechamento somente da faixa direita da Avenida Centenário, fazendo com que os veículos utilizem a faixa de rolamento esquerda e a faixa exclusiva de ônibus. Esta interrupção geraria pouco ou quase nada de congestionamento, uma vez que os veículos fluiriam com uma velocidade reduzida, mas constante. O cenário do trânsito local não muda, com a utilização simultânea da pista de ônibus para o tráfego de veículos, provocando um baixo custo social no local.

Para execução da rede hipotética, pelo método destrutivo, se faz necessário o fechamento das faixas esquerda e direita da avenida, forçando os 59594 veículos aferidos na contagem de tráfego, trafegarem na pista exclusiva do ônibus durante os quatro dias em que seria realizada a obra. Esta situação poderá provocar o congestionamento da via e a paralisação do trânsito, elevando o custo social local, uma vez que parte do sistema viário adjacente absorveria o fluxo de veículos desviados da obra, gerando transtornos devido ao aumentando no volume do tráfego da região entorno da obra.

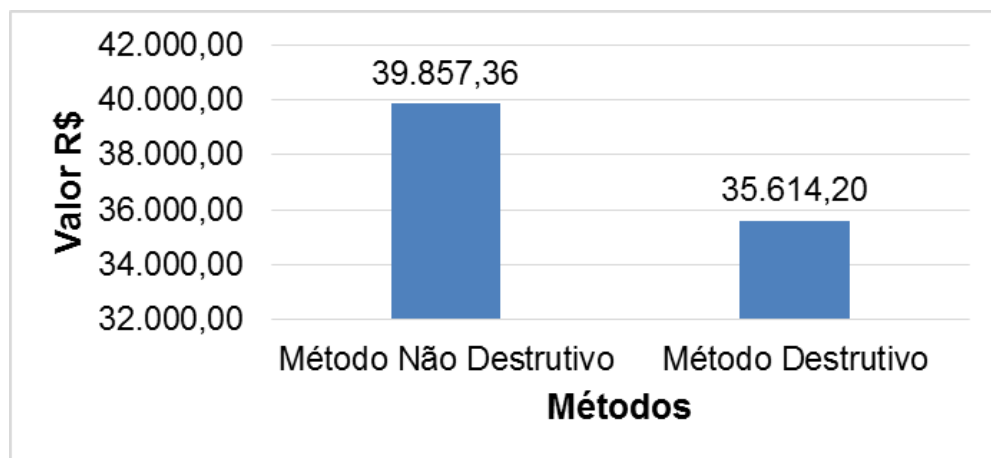
5 ANÁLISE E DISCUSSÕES

Realizando uma análise comparativa de custos de execução entre os métodos construtivos, podemos ver no gráfico da figura 7 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.

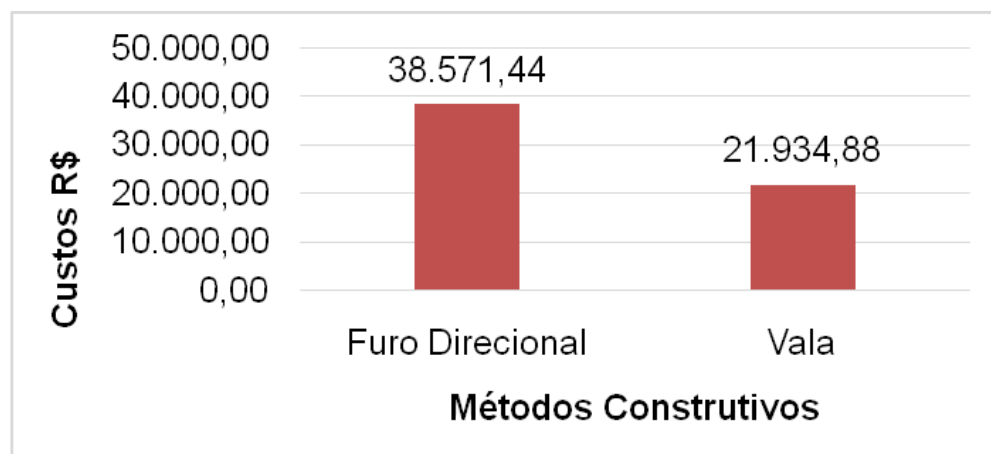
Se analisarmos somente o custo da implantação da rede sem os serviços de recomposição das cavas, recuperação do pavimento e sinalização de advertência, o custo deste serviço para o método por furo direcional é de R\$38.571,44 e para o método convencional é de R\$21.934,88, ou seja, o custo de implantação por metro linear no método MND é 43,13% maior, como mostra o gráfico da figura 8.

Figura 7: Custo Global dos serviços entre os métodos construtivos



Fonte: Da autora,2015.

Figura 8: Custo dos serviços de implantação da rede entre os métodos



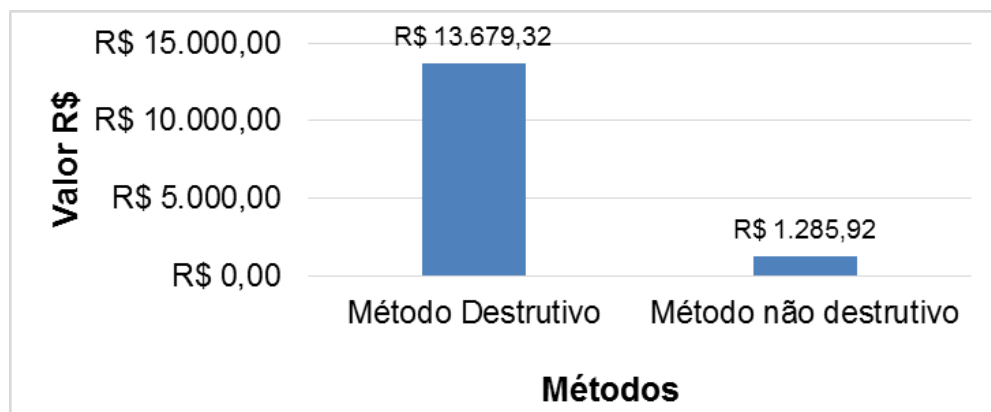
Fonte: Da autora, 2015.

Ainda que o método MND tenha apresentado um valor maior que o método destrutivo, o mesmo se apresenta vantajoso se levamos em consideração: tempo de execução reduzido, baixo impacto ambiental e 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.

O custo dos serviços de recuperação e sinalização para o método destrutivo é de R\$13.679,32 e pra 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 9.

Figura 9: Custo dos serviços recuperação e sinalização entre os métodos



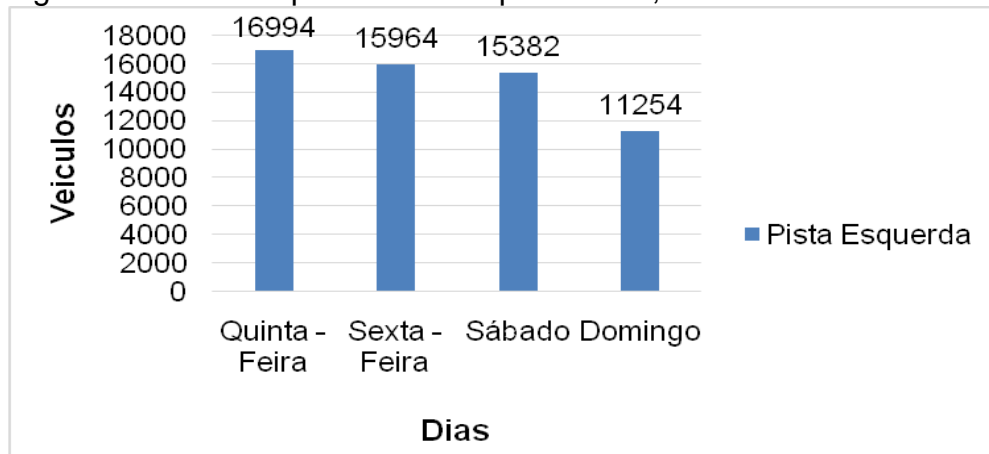
Fonte: Da autora, 2015.

Com relação ao custo social gerado pela alteração do trânsito no método destrutivo, o gráfico da figura 10 mostra que nos dias úteis 12/quinta e 13/sexta da realização da obra, passam em média 16479 veículos e no final de semana, dia 14/sábado e 15/domingo, uma média de 13318 veículos, ou seja, nos dias úteis a um volume de tráfego 19,18% maior que no final de semana. Além do número maior de veículos em dias úteis durante a realização da obra, o método destrutivo acrescenta em dois dias a execução da obra, restringe o trânsito de veículos a somente uma pista, reduz a velocidade e provoca congestionamentos com as prováveis paralisações do trânsito, trazendo transtornos aos usuários da via.

Já o gráfico da figura 11 mostra que o método MND permite a passagem dos veículos dividindo o trânsito em duas pistas, diminui o tempo de execução da obra por dois dias e possibilita realizar os serviços em finais de semana onde o número de veículos circulando na via é 19,18% menor, promovendo somente uma redução da velocidade. Analisando os dados da contagem de tráfego, observamos que o custo social se faz alto na execução pelo método destrutivo, pois gera uma maior interferência no trânsito local, mais barulho e vibrações, gerando insatisfação dos

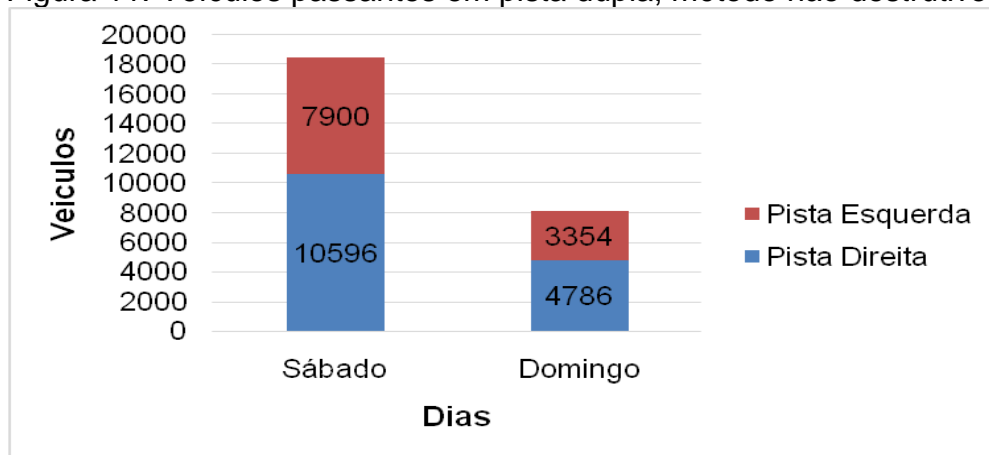
usuários, impactos ambientais, danos a estruturas adjacentes entre outros. Já o método não destrutivo terá pouca influência no trânsito, causando pouco ou quase nada de problemas relacionados ao tráfego.

Figura 10: Veículos passantes em pista única, método destrutivo.



Fonte: Da autora, 2015.

Figura 11: Veículos passantes em pista dupla, método não destrutivo.



Fonte: Da autora, 2015.

6 CONCLUSÃO

A cidade de Criciúma vem se firmando como um importante pólo econômico, apresenta um parque industrial de transformação em expansão, aumentado a demanda por fontes de energia mais eficientes e baratas. O gás natural já vem se firmando como uma fonte de energia viável, principalmente na indústria cerâmica e agora se volta para os consumidores comerciais e residenciais na forma de gás canalizado. A distribuição de gás natural em centros urbanos se dá por meio da

implantação das redes subterrâneas e se faz necessário, a utilização de técnicas construtivas de implantação que causem o menor impacto ambiental possível a população. O uso do método não destrutivo atua como agente difusor e otimizador da expansão da rede canalizada de gás natural, introduzindo de maneira sustentável em solos urbanos, em especial em áreas já consolidadas.

A metodologia de análise aplicada neste trabalho, possibilitou a comparação das técnicas construtivas adotadas para a implantação de redes canalizadas de gás natural. Os custos de execução e as interferências geradas ao meio ambiente e ao trânsito, permitiram demonstrar que apesar do menor custo de execução o método destrutivo está deixando de ser a opção mais viável, uma vez que gera maiores transtornos na implantação de redes subterrâneas de pequeno porte principalmente em centros urbanos muito adensados. A análise dos custos e do tráfego mostra que o método destrutivo necessita do dobro do tempo para executar o projeto e impacta diretamente no fluxo de veículos e conseqüentemente no cotidiano das pessoas, pois a necessidade de fechamento de ruas, criar desvios no trânsito e alterações no sentido de vias adjacentes, sem contar com os danos provocados ao pavimento, prejuízo ao comércio local e aos usuários da via. No método não destrutivo (MND), apesar de o custo final ser maior, os impactos são menores, pois não há necessidade do fechamento total da via, interferindo muito menos no trânsito local e o tempo de execução cai pela metade.

Ficou evidenciado que o MND provoca menores alterações ambientais e no tráfego, mesmo tendo um custo financeiro maior que o método de abertura de valas. A perfuração direcional tem muitas vantagens em sua execução, seu custo vem caindo conforme a demanda por seus serviços cresce.

7 REFERÊNCIAS

(_____), **SCGAS, Companhia de Gás de Santa Catarina**. Disponível em [http:// http://www.scgas.com.br](http://www.scgas.com.br). Acesso em Outubro de 2014.

(_____), **ASTC, Autarquia de Segurança, Trânsito e Transportes de Criciúma**. Disponível em [http:// http://www. http://www.astc.sc.gov.br](http://www.astc.sc.gov.br). Acesso em Janeiro de 2015.

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, 2008.

CAMPOS, Gisleine Coelho de; IYOMASA, Wilson Shoji; SANTOS, Adir J. Godoy dos; MARTINS, José R. Sacarati; MENEZES, Marcelo. **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.seade.gov.br>; e <http://www.scielo.br>. Acesso em Setembro 2014.

DEZOTTI, M. C. **Análise da utilização de métodos não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas.** 2008. 231p. Tese (Mestre em Engenharia Civil: Transportes) Escola De Engenharia de São Carlos, São Paulo.

GANGAVARAPU, B.S. **Analysis and Comparison of Traffic Disruption using opencut and trenchless methods of pipe installation.** 2003. 108 p. Master’s Thesis – Department of Construction Management, Michigan State University, Michigan,

MATSUI, M. & KOTCHEM, R. **Mini E Micro Túneis Com “Shield”(Tatuzão) E Revestimento Em Tubo Cravado (“Slurry Pipe Jacking”).** Revista Engenharia. Ed: 506 março de 2003.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. (1ª Ed.), 2003, 520p.