

Análise comparativa entre os Métodos de Abertura de Valas - MAV e o Não Destrutivo - MND para a instalação de uma rede de gás

Comparative analysis between the methods of opening of trenches and non-destructive for the installation of a gas network

Lucas Moresco, Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE

mo_resco@unifebe.edu.br

Tamily Roedel, Ma., Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE

tamily.roedel@unifebe.edu.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo geral realizar uma análise comparativa da abertura de vala pelo método convencional e pelo Método Não Destrutivo para instalação de dutos de uma rede de gás. A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, método descritivo, e tipo de pesquisa estudo de caso. Os dados para a realização deste trabalho foram coletados na Geometral Engenharia LTDA. Os resultados obtidos levam em consideração a comparação de custos nas duas atividades para os mesmos fins, onde o método não destrutivo gerou um custo total de instalação da tubulação em 81,71 m avaliados, de R\$ 21.069,54 sendo que o custo gerado na implantação através do método de abertura de valas gerou um custo de R\$ 17.605,05 o que resultou em uma diferença de custos de R\$ 3.464,49. Apesar do menor custo de execução, o método destrutivo gera mais transtornos na implantação de redes subterrâneas de pequeno porte.

Palavras-chave: Método destrutivo; Método de abertura de vala; Rede de gás.

Abstract

This work has as general objective to perform a comparative analysis of trench opening by the conventional method and by the Non Destructive Method for installation of ducts of a gas network. The research had a qualitative-quantitative approach, descriptive method, and type of bibliographic research and case study. The data for the accomplishment of this work were collected in Geometral Engenharia LTDA. The results obtained take into account the comparison of costs in the two activities for the same purposes, where the non-destructive method generated a total cost of installation of the pipe in 81.71 m evaluated, of R\$ 21,069.54 and the cost generated in the implementation through the trench method generated a cost of R\$ 17,605.05 resulting in a cost difference of R\$ 3,464.49. Despite the lower execution cost, the destructive method generates more disturbances in the implantation of small underground networks.

Keywords: *Destructive method; Method of trenching; Gas network.*

1. Introdução

Nos dias de hoje, as redes existentes de água, esgoto e gás estão, geralmente, situadas sob as vias públicas, sendo que o acesso às instalações físicas subterrâneas resulta, frequentemente, em abertura de trincheiras, utilizando o Método de Abertura de Vala - MAV. No entanto, os problemas para a manutenção ou a substituição das redes se tornaram inevitáveis em áreas densamente edificadas, com grande ocupação do espaço subterrâneo e alto fluxo de veículos, pois a execução de obras subterrâneas em valas a céu aberto gera impactos sociais, econômicos e ambientais (DEZOTTI, 2008).

Para escolher o melhor método a ser executado, deve-se atentar a algumas características de projeto, como o comprimento da rede, o tipo de solo no local da execução, o prazo da obra, as interferências, os custos, dentre outros. Além disso, o projeto de construção de um duto requer uma compreensão clara de todos os fatores associados as condições específicas de cada local de obra, para que tenha um melhor custo-benefício.

O MAV para o assentamento de tubulação ainda é utilizado sobretudo para a distribuição de serviços (água, eletricidade, telefones) e para a coleta de águas servidas (esgoto, águas pluviais). Porém, existem no mercado diferentes tecnologias que tendem a ser mais eficientes, principalmente, no que se refere ao dano causado ao espaço físico.

Na comunidade da Engenharia, geralmente há uma hesitação e resistência em aceitar novas tecnologias. Isso pode ser devido a uma série de razões, como o risco e incerteza envolvidos, falta de familiaridade com a nova tecnologia e, acima de tudo, um equívoco de que as novas tecnologias definitivamente custariam mais do que as tradicionais (HASHEMI, 2008).

Uma nova tecnologia, pouco difundida, é a execução de trechos de redes, ramais de ligações e substituições pelo Método Não Destrutivo - MND. Este método consiste na execução dos serviços, minimizando a intervenção em pavimentos e passeios, ou seja, sem corte de asfalto e calçadas e sem abertura de valas, sendo extremamente útil quando é necessária a travessia de vias de grande tráfego, uma vez que o trânsito de veículos não será prejudicado pelas obras (MASSARA; FAGA; UDAETA, 2007).

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise comparativa da abertura de vala pelo método convencional e pelo Método Não Destrutivo - MND para instalação de dutos de uma rede de gás. E como objetivos específicos comparar o volume de material destinado para aterro nos dois sistemas; determinar o custo de implantação dos dois sistemas; e enumerar as vantagens e desvantagens dos dois sistemas.

2. Fundamentação teórica

Os métodos com abertura de valas são métodos tradicionais ou destrutivos, utilizados para a instalação de tubulações subterrâneas. Eles abrangem a escavação por toda a extensão da rede, a disposição dos tubos na vala em cima de um assentamento de materiais previamente determinados, o reaterro e posteriormente, a compactação. Na maior parte das obras que utilizam este método, é preciso restaurar a superfície do pavimento (DEZOTTI, 2008).



Para o início de uma obra de escavação através do método destrutivo de vala, se faz necessário um estudo da geologia do local onde será escavado, bem como se certificar da existência ou não de redes de água, esgoto, tubulação de gás, cabos elétricos e de telefone, devendo ser providenciada a sua proteção, desvio e interrupção, segundo cada caso (FUNDACENTRO, 2002). Para a aplicação deste método, deve-se atentar para a NBR 12.266/92, que fixa as condições técnicas para o projeto e a execução de valas para assentamentos de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana.

Os métodos tradicionais sofrem desvantagens quando utilizadas em infraestruturas urbanas, pois causam congestionamentos, danos ao pavimento, impactos ambientais, em instalações e estruturas adjacentes. Por consequência, pequenas obras acabam sendo inviabilizadas, devido aos altos custos sociais envolvidos nos problemas gerados (DEZOTTI, 2008).

De acordo com Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva - ABRATT (2018), os Métodos Não Destrutivos - MND são definidos como um conjunto de métodos, equipamentos e materiais destinados para a construção, recuperação, substituição e detecção de vazamentos de infraestruturas subterrâneas, com mínima escavação da superfície e pequena interferência no tráfego e outras atividades locais.

A ISTT (2018) afirma que a utilização dos Métodos Não Destrutivos - MND possui opções atrativas para a construção em áreas urbanizadas e com grande tráfego de veículos e pessoas, podendo ser utilizado para atravessar rodovias, transpor rios e córregos e também em locais onde se tem um ecossistema sensível e de difícil acesso pela superfície.

Conforme Coutinho (2007 apud CORDEIRO; RUBINO, 2015, p. 23):

o uso do MND tem as vantagens de necessitar de menor espaço para execução da obra, menor movimentação de terra consequentemente um menor trabalho de limpeza, melhores alternativas para instalação de dutos em locais com excesso de interferências e maior rapidez na execução.

Os MND podem reduzir os danos ambientais e os custos sociais, sendo uma opção economicamente viável para os métodos de instalação, reforma e reparo com vala a céu aberto. Este método pode ser utilizado por empresas de instalação de redes, telefonia, água, gás e esgoto (ABRATT, 2008).

3. Materiais e métodos

A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, método descritivo, e tipo de pesquisa de estudo de caso. Para Brasileiro (2013) a abordagem quali-quantitativa referencia as abordagens qualitativas e quantitativas. Enquanto aborda fatos, dados e medidas numéricas, posteriormente analisadas com recursos estatísticos como percentagens e médias, também interpreta os significados dos dados obtidos, de forma descritiva e direta, passando por seus processos e dinâmicas que são os principais condutores da abordagem. Esta abordagem é importante na utilização de objetos complexos.

Para Gonsalves (2011), o método descritivo tem por objetivo caracterizar um objeto de estudo. Estas características podem ser de um grupo social, da existência de relações entre variáveis ou mesmo sobre o nível de atendimento de sistema educacional de determinada região.

O estudo de caso “[...] permite observar e compreender com profundidade a realidade de uma organização, grupo ou indivíduo. [...] os resultados deste tipo de estudo não podem ser generalizados, pois representam um ou poucos elementos, e não toda a população” (ALMEIDA, 2011, p. 35).

Os dados para a realização deste trabalho de conclusão de curso foram coletados junto à empresa Geometral Engenharia LTDA, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.

A empresa disponibilizou um projeto de construção de gasoduto realizado na cidade de Brusque, no ano de 2015. O projeto fornecido tinha como objetivo os serviços de construção e montagem para o remanejamento de uma rede de gás natural através do MND na Rua 1º maio, devido a interferências com o projeto de macrodrenagem (obras do PAC - Programa de Aceleração do Crescimento). Com estas informações, realizou-se um estudo comparativo dos custos de implantação, viabilidade de construção e vantagens e desvantagens da construção de uma tubulação de gás, pelo MAV e MND. O projeto usado é o mesmo para ambos os casos, mas as mudanças ocorrem nas fases de execução e nos sistemas de instalação, onde as tubulações de gás serão implantadas a partir dos dois métodos, o não destrutivo e o destrutivo.

Para composição dos custos foram considerados os itens pertinentes a cada um dos métodos, descartando os itens que fazem parte de ambos. A fim de analisar a viabilidade de remanejamento da nova rede através do MAV foi averiguada a presença de interferências ao longo do trajeto de instalação da nova rede para saber se era possível realizar a construção.

Para a descrição dos custos, foram levantados os valores de instalação através do método de abertura de valas retirados da tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI do ano de 2015, através do site Orçafascio, para obter um valor fixo.

Para comparação de valores com o sistema de MND foi utilizado os valores reais da implantação realizada pela empresa, especializada neste tipo de instalação, no ano de 2015.

4. Resultados e discussão

Este tópico está dividido em comparação do volume de terra escavado no MND e MAV, análise de custos de implantação do MAV e MND e listar as vantagens e desvantagens dos dois métodos.

4.1 Comparação do volume de terra escavado no MND e MAV

O volume de resíduos retirado no método não destrutivo que será encaminhado para o aterro devidamente credenciado, é a quantidade material retirado para a realização dos poços de visita, um no começo e outro no final do furo, e do material retirado para abertura do furo guia subtraído da quantidade que será reaproveitado, conforme cálculo apresentado na Tabela 1.

Item	Serviços	Qtd.	Largura (m)	Compr. (m)	Profund. (m)	Total (m ³)
1	Poços de Visita	2	1,5	3	1,8	16,2
2	Vala do furo guia	1	1,5	2	1	3
3	Tubulação					0,2
4	Material reaproveitado					11,1
TOTAL DE MATERIAL DESTINADO PARA O ATERRO						7,9

Tabela 1: Volume de material retirado no MND. Onde: Qtd = quantidade; Compr. = comprimento; Profund. = profundidade. Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os dois poços de visita possuem dimensões de 1,5m de largura, 3m de comprimento e 1,8m de profundidade e a vala do furo guia tem dimensão de 1,5m de largura, 2m de comprimento e 1,0m de profundidade, sendo assim gerando um total de material retirado de 19,2m³. Da quantidade de material retirado da vala foram diminuídos os volumes que serão ocupados pela tubulação e pelo material que será reaproveitado para realização do recobrimento final da vala, gerando um total de 7,9m³ para destinação ao aterro inertes credenciado (Tabela 1).

Sendo 81,71m a extensão da vala, e adotando 0,80m como largura da vala e 1,80m correspondente à altura da vala, a tabela 4 apresenta o volume de terra pelo método destrutivo que será destinado ao aterro. Do volume de terra retirado, uma parte deste total será preenchida com o volume do tubo de 8', o fundo de areia para preparação do leito, recobrimento inicial e a camada de proteção. Neste caso foi adotado que somente para o recobrimento final será utilizado o próprio material retirado da vala, conforme dados apresentados na Tabela 2.

Item	Serviços	Largura (m)	Profund. (m)	Compr. (m)	Total (m ³)
1	Vala	0,8	1,8	81,71	117,66
2	Fundo de areia	0,8	0,15	81,71	9,81
3	Tubo 8'			81,71	2,65
4	Recobrimento inicial	0,8	0,4	81,71	23,50
5	Camada de proteção	0,8	0,3	81,71	19,61
6	Recobrimento final	0,8	0,9	81,71	58,83
7	Asfalto	0,8	0,05	81,71	3,27
TOTAL DE MATERIAL DESTINADO PARA O ATERRO					58,83

Tabela 2: Volume de material retirado no MAV. Onde: Profund. = profundidade; Compr. = comprimento. Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Neste caso, a quantidade de terra destinada ao aterro foi maior no método destrutivo devido à enorme quantidade de material a ser removido para a instalação da tubulação. O volume total que irá para o aterro será de 58,83m³ (Tabela 2), portanto 50,93m³ a mais que do volume de terra em relação ao método não destrutivo.

Se considerar a altura de assentamento do tubo igual à profundidade real de instalação do tubo feita pelo método não destrutivo, obtêm-se os resultados da Tabela 3.

Item	Serviços	Largura (m)	Profund. (m)	Compr. (m)	Total (m ³)
1	Vala	0,8	0,7 a 3,0	81,71	141,47
2	Fundo de areia	0,8	0,15	81,71	9,81
3	Tubo 8'			81,71	2,65
4	Recobrimento inicial	0,8	0,4	81,71	26,15
5	Camada de proteção	0,8	0,3	81,71	19,61
6	Recobrimento final	0,8	0,9	81,71	58,83
7	Asfalto	0,8	0,05	81,71	3,27
TOTAL DE MATERIAL DESTINADO PARA O ATERRO					82,64

Tabela 3: Volume de material retirado no MAV adotando profundidade real de instalação. Onde: Profund. = profundidade; Compr. = comprimento. Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O volume total que irá para o aterro será de 82,64m³, portanto 40,47% a mais do volume de terra em relação ao método não destrutivo adotando a profundidade de 1,8m (Tabela 3).

4.2 Análise de custos

Este tópico descreverá os custos de implantação de uma rede de gás através do MND e do MAV.

4.2.1 Método Não Destrutivo - MND

A Tabela 4 mostra os valores discriminados dos serviços pagos pela concessionária à empresa Geometral Engenharia LTDA. para instalação de rede de gás pelo método não destrutivo com tubulação de aço de 8' de diâmetro.

Item	Serviços	Unid.	Valor Unitário (R\$)	Qtd.	Total (R\$)
1	Furo direcional – 8'	M	227,71	81,71	18606,18
2	Escavação Mecanizada	m ³	11,6	19,2	222,72
3	Aterro	m ³	24,2	19,2	464,64
4	Fornecimento de material	m ³	70	8,1	567,00
5	Asfalto (CBUQ) e=5cm	m ²	89,45	12	1073,40
6	Sinalização		11,3	12	135,60
TOTAL					21069,54

Tabela 4: Custos dos serviços de instalação de rede pelo método não destrutivo. Onde: Unid. = Unidade; Qtd = quantidade. Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

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\$ 18.606,18 (Tabela 4). Neste item são englobados os tubos, serviços de recebimento, inspeção e armazenamento do tubo de aço, 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.

O fornecimento de material utilizado na recomposição dos poços de entrada e saída é medido por m² e seu custo foi de R\$ 567,00 (Tabela 4). Este item engloba a aplicação de areia para preparo do fundo dos poços de visita e também a compactação.

Os serviços de escavação e aterro da vala tiveram um custo de R\$ 222,72 e R\$ 464,64, respectivamente (Tabela 4). O revestimento dos poços com asfalto é medido por m² e seu custo foi de R\$ 1073,40. Neste item estão incluídas a pintura de ligação e a colocação da capa asfáltica, devendo obedecer aos requisitos das normas para recuperação de pavimentos e aval dos órgãos públicos. 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 de sinalização, estes materiais são apropriados em unidades tendo um custo para este serviço de R\$ 135,60 (Tabela 4).

4.2.2 Método de Abertura de Valas - MAV

O orçamento do método de abertura de vala foi feito com base nos materiais e métodos destinados a este tipo de serviço. As informações foram extraídas do SINAPI do ano de 2015.

Neste método construtivo a tubulação é assentada no fundo da vala, dessa forma, para o orçamento foi calculado a abertura da através de escavação mecanizada possuindo dimensões de 0,8x81,71x1,8m (largura x comprimento x profundidade), preenchidos com 0,15m de areia no fundo para assentamento da tubulação, conforme mostra a Tabela 5.

Código	Descrição	Unid.	Qtd.	Valor Unit.	Total
90084	Escavação mecanizada de vala com profundidade maior que 1,5 m até 3,0 m, com escavadeira hidráulica (capacidade da caçamba: 0,8 m ³ / potência: 111 hp), largura até 1,5 m, em solo de 1ª categoria, em vias urbanas. af_01/2015	m ³	117,66	11,6	1.364,86
94098	Preparo de fundo de vala com largura menor que 1,5 m, em local com nível alto de interferência. af_06/2016	m ²	65,37	4,77	311,81
73839/002	Assentamento de tubos de aço, com junta elástica (comprimento de 6,00 m) - dn 200 mm	m	81,71	111,2	9.086,15
94342	Aterro manual de valas com areia para aterro e compactação mecanizada. af_05/2016	m ³	9,81	87,2	855,43
94319	Aterro manual de valas com solo argilo-arenoso e compactação mecanizada. af_05/2016	m ³	43,11	39,03	1.682,58
94305	Aterro mecanizado de vala com escavadeira hidráulica (capacidade da caçamba: 0,8 m ³ / potência: 111 hp), largura até 1,5 m, profundidade de 1,5 a 3,0 m, com solo argilo-arenoso. af_05/2016	m ³	58,83	24,53	1.443,10
72898	Carga e descarga mecanizadas de entulho em caminhão basculante 6 m ³	m ³	42,72	11,42	487,86

95995	Construção de pavimento com aplicação de concreto betuminoso usinado a quente (cбуq), camada de rolamento, com espessura de 5,0 cm - exclusive transporte. af. 03/2017	m ³	4,09	580,26	2.373,26
TOTAL GERAL					17.605,05

Tabela 5: Custos dos serviços de instalação de rede pelo método destrutivo. Onde: Unid. = Unidade; Qtd = quantidade; Valor Unit. = Valor Unitário. Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O item de escavação mecanizada para valas de 1,5m a 3,0m de profundidade é medido por m³ sendo seu custo total de R\$ 1364,86 (Tabela 5). O preparo de fundo de vala com alto nível de interferência é medido por metro quadrado e seu custo foi de R\$ 311,81. O item de assentamento de tubulação é medido por metro linear, e neste custo está incluso o recebimento, inspeção e armazenamento dos tubos, solda completa da tubulação, abaixamento e toda a mão de obra, teste pneumático, limpeza e inertização da linha, seu custo foi de R\$9.086,15 (Tabela 5).

O item de reaterro manual com areia de 15 cm de berço para a tubulação é medido por m³ sendo seu custo total de R\$ 855,43. O reaterro manual com solo argilo-arenoso, realizado para cobrir as laterais e até os 30 cm acima da geratriz superior tubo é medido por m³ sendo seu custo total de R\$ 1443,10. (Tabela 5).

Os serviços de carga e descarga definitiva do material não utilizado proveniente da vala a céu aberto é medido por m³ e seu custo foi de R\$ 487,86. Com a tubulação enterrada e os demais serviços terminados, a recuperação do pavimento e de mais intervenções é realizada, tendo um custo para este serviço de R\$2373,26. (Tabela 5). O custo total para execução da rede de gás natural pelo método destrutivo vala a céu aberto, foi de R\$ 17.605,06 (Tabela 5). O MND teve valores de custo direto maiores que o MAV.

4.3 Vantagens e desvantagens do MAV e MND

A opção por utilizar o MND é feita em função de sua agilidade, versatilidade e facilidade de movimentação em um ambiente onde o principal obstáculo foi o trânsito local. O sistema evita interrupções no tráfego urbano e reduz o tempo de instalação das redes, e também diminui o número de reparos a serem realizados nos pavimentos. Este método pode alcançar de um único ponto de lançamento o maior comprimento de instalação, de que qualquer outro método não destrutivo do tipo não tripulado (GUILHEM, 2006).

O MND vem sendo visto mais como uma atividade de aplicação geral do que uma especialidade, muitas empresas de instalação de redes estão tendendo a utilizar este método visto que ele apresenta vantagens na precisão de execução, na redução de prazo, menores danos ambientais e também em função dos custos sociais. (ABRATT, 2008).

As vantagens e desvantagens da utilização do método MND são inúmeras, sendo alguns destes itens dispostos no Quadro 1.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de dirigibilidade; • O tempo de instalação dos equipamentos é relativamente menor comparado aos demais métodos de construção não destrutivos; • Reduz o volume de material escavado; • Reduz drasticamente o número de engarrafamentos devido à paralisação ou desvios no trânsito; • Permite a instalação de trechos de até 350 m entre os poços de serviço; • Permite travessias sob córregos, rios, e até emissários submarinos. 	<ul style="list-style-type: none"> • O tipo de tubo utilizado deve apresentar suficiente resistência à tração axial; • Em instalação de tubulações em pequena profundidade é possível ocorrer movimentação do solo; • Necessidade de dispor de equipamentos e pessoal especializado; • Conhecimento dos fluidos de perfuração; • Elevados custos para aquisição dos equipamentos.

Quadro 1: Principais vantagens e desvantagens do método MND. Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Apesar de ser considerado um método confiável, por ser executado há vários anos, o MAV na maioria das vezes não é o método com a melhor relação custo-benefício. Os métodos tradicionais apresentam a desvantagem de interferir em outras instalações urbanas, causando congestionamentos, impactos ambientais e danos ao pavimento. Este método apresentou pouco desenvolvimento nos últimos anos, sendo as valadoras a última inovação para abertura de valas. O Quadro 2 apresenta as principais vantagens e desvantagens deste método.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • É executado há vários anos; • Não é necessário pessoal especializado; • Qualquer tipo de tubulação pode ser utilizado, pois não é aplicada tração axial a tubulação; • Possui menor custo de instalação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pode interferir e outras instalações urbanas; • Causa maiores transtornos a mobilidade urbana; • Geram grandes volumes de material a ser destinado para aterros; • Ocasiona maiores impactos ambientais; • A presença de interferência impossibilita a sua utilização; • Conhecimento dos fluidos de perfuração; • Elevados custos para aquisição dos equipamentos.

Quadro 2: Principais vantagens e desvantagens do método MAV. Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O MAV gera muitos transtornos devido à necessidade de se avançar com as máquinas escavadeiras para a abertura das valas para o assentamento da tubulação das redes de gás, sendo necessário o desvio do tráfego próximo às escavações e dependendo do local de execução, acaba gerando transtornos a mobilidade de veículos e pedestres.

No projeto em questão seria inviável a instalação da tubulação através do MAV, visto que a presença de outras tubulações no trajeto impossibilitaria a abertura de valas. E também devido a localização ser em um centro urbano, o tráfego teria que ser interrompido, gerando transtornos à mobilidade urbana.

5. Considerações finais

O projeto adotado como base para as análises deste trabalho foi cuidadosamente escolhido, afim de garantir uma análise detalhada do assunto. Como este projeto já foi executado, foi possível verificar os possíveis problemas que poderiam vir a ocorrer caso fosse adotado o método errado.

O objetivo geral deste projeto consistiu em realizar uma análise comparativa do método de abertura de vala e o método não destrutivos para a instalação de uma rede de gás. Concluiu-se que o objetivo geral do projeto foi concluído através das análises dos objetivos específicos propostos alcançados.

Para concluir o objetivo geral foram propostos três objetivos específicos, sendo que o primeiro deles era comparar o volume de material destinado para o aterro nos dois sistemas. Este foi alcançado através das planilhas de cálculos. Pode-se verificar que o sistema MND necessita de uma escavação menor do que o MAV, isto ocorre porque neste método é necessário apenas a escavação de um poço no início e o outro no final do furo. O maior volume de material retirado do MAV ocasiona um aumento significativo no custo final da obra, já que o material deve ser e enviado para aterros inertes credenciados.

O segundo objetivo específico foi concluído com êxito, que consistia em determinar o custo de implantação dos dois sistemas. Com a análise comparativa dos orçamentos, foi observado que uma obra executada através do MND se torna viável enquanto utilizado para obras de grandes extensões e locais onde não é possível realizar a abertura de valas devida a presença de interferências do trajeto. Ao ser utilizado em obras de menores extensões e com poucas interferências, ele passa a ter um custo mais elevado do que o MAV.

Quanto ao terceiro objetivo, que é enumerar as vantagens e desvantagens dos dois sistemas, os resultados foram apresentados nos quadros 1 e 2. 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 cresce a demanda por este serviço.

A metodologia de análise aplicada neste trabalho possibilitou a comparação das técnicas construtivas adotadas para a implantação de redes 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 mais transtornos na implantação de redes subterrâneas de pequeno porte, principalmente em centros urbanos.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.266:** projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2835>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

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.** Disponível em: <http://www.abratt.org.br/pop_livro.html>. Acesso em: 10 abr. 2018.

_____. **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: ISTT, 2008.

ALMEIDA, M. de S. **Elaboração de projeto, TCC, dissertação, e tese: uma abordagem simples, prática e objetiva.** São Paulo: Atlas, 2011.

BRASILEIRO, A. M. M. **Manual de produção de textos acadêmicos e científicos.** São Paulo: Atlas, 2013.

CORDEIRO, A. C.; RUBINO, R. C. **Análise de diferentes métodos de escavação para dutos implantados em rodovias.** 2015. 64 f. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Eng. Civil, Faculdade de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2015.

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. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FUNDACENTRO - FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **Recomendação Técnica de Procedimentos, Escavações, Fundações e Desmonte de Rochas.** São Paulo: Ministério do Trabalho e Emprego, 2002. 34 p.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica.** 5. ed. Campinas: Alínea, 2011.

GUILHEN, L. D. **Tecnologia de perfuração direcional na construção de gasoduto.** São Paulo, 2006.

HASHEMI, S. B. **Construction cost of underground infrastructure renewal: a comparison of traditional open-cut and pipe bursting technology.** 2008. 142 f. Degree of Master of Science in Civil Engineering. The University of Texas at Arlington Texas, United States, dez. 2008.

ISTT - INTERNATIONAL SOCIETY OF TRENCHLESS TECHNOLOGY. Disponível em: < <http://www.istt.com/index/why-trenchless> >. Acesso: 12 abr. 2018.

MASSARA, V.; FAGÁ, M.; UDAETA, M. A importância do método não destrutivo na implantação de redes de gás natural em cidades consolidadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS, 4, 2007, Campinas. **Anais...** Campinas, Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás, 2007. p. 1-7.