



COMPARATIVO DE CUSTOS TANGÍVEIS E INTANGÍVEIS ENTRE MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS POR PERFURAÇÃO HORIZONTAL DIRECIONAL (HDD) E PIPE BURSTING, E ENTRE VALA A CÉU ABERTO EM SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA HIDRÁULICA

Carlos Fernando Rioli Duarte de Souza ⁽¹⁾

Engenheiro Civil com ênfase em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos. Diretor Técnico da Sistemas Urbanos Engenharia.

Giovanna Arroyo Jardim ⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Pós-Graduada em Gestão de Projetos pela Universidade de São Paulo. Engenheira de Projetos de Infraestrutura Urbana voltados à Saneamento Básico na Sistemas Urbanos Engenharia.

Eduardo Rosa ⁽³⁾

Engenheira Hídrico pela Universidade Federal de Pelotas Pós-Graduando em Gestão de Projetos pela Universidade de São Paulo. Engenheiro de Projetos de Infraestrutura Urbana voltados à Saneamento Básico na Sistemas Urbanos Engenharia.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Suíça, 660, ap. 1 – Parque da Nações – Santo André – São Paulo – CEP: 09210-000 – Brasil – Tel: (11) 98309-9726 – e-mail: fernando.duarte@sistemasurbanos.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta os comparativos entre custos tangíveis e intangíveis na instalação de redes de saneamento básico, a comparação de custos será realizada para implantação de redes com o método construtivo utilizando aberturas de vala à céu aberto (VCA) e métodos não destrutivos (MND) como o *Pipe Bursting* e a Perfuração Horizontal Direcional – *Horizontal Directional Drilling* (HDD). O objetivo é apresentar o comparativo dos custos para uma mesma obra variando o método construtivo, de forma a analisar os custos tangíveis como o custo do material e da mão de obra e custos intangíveis como interferências de tráfego, impacto sobre as residências e comércios locais. Para o comparativo dos custos tangíveis, foram utilizadas bases de dados da SABESP atualizadas que fornecem o valor dos materiais e o custo da mão de obra. Já para os custos intangíveis, foram realizadas pesquisas de impactos no trânsito, fatores de emissões de poluentes e diferença de faturamento em comércios em dias normais e com obras. O resultado demonstrou que desconsiderando os custos intangíveis, o MND passa a ser mais vantajoso do que VCA a partir de profundidades maiores que 5,00 metros. Considerando os custos intangíveis, o acréscimo no custo total é maior para VCA.

PALAVRAS-CHAVE: custos; método não destrutivo; vala a céu aberto.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, os projetos e obras de loteamento vêm crescendo pelo país, juntamente com a preocupação em garantir infraestrutura de qualidade para sistemas urbanos já consolidados. O saneamento básico é o conjunto de atividades de infraestrutura diretamente relacionado à saúde pública e ao desenvolvimento socioeconômico da população, inclui os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e dos resíduos sólidos.

A complexidade de obras de saneamento em regiões já consolidadas e a preocupação, junto a clientes públicos e privados, em relação ao custo de implantação dessas obras tem gerado discussões a respeito das vantagens e desvantagens na utilização de diferentes métodos para a construção de tubulações de saneamento básico. As principais metodologias construtivas que são comparadas são a vala à céu aberto (VCA) e o método não destrutivo (MND).

O método com abertura de vala à céu aberto (VCA) é destrutivo e mais tradicional, sendo aplicado na maior parte das obras da atualidade. Consiste em realizar escavações ao longo da extensão na qual a rede foi projetada, e



implantar as tubulações no trecho que foi escavado. Para isso, a área de escavação deve considerar as dimensões da tubulação além de folga lateral nos dois lados da tubulação, de forma que permita a sua instalação. Após instalação, é necessário o reaterro e recomposição do pavimento. A NBR 12.266 faz exigências em relação a esta metodologia e também devem ser consideradas normas municipais de ocupação das faixas de via pública ou do local de implantação da rede.

Os métodos não destrutivos estão relacionados a métodos que permitem a instalação de redes subterrâneas sem a necessidade de abertura de valas ao longo da extensão da rede e sem precisar realizar as atividades de demolição e reconstrução do pavimento. Os métodos não destrutivos abordados por este trabalho são o *Pipe-Bursting* e a Perfuração Horizontal Direcional - *Horizontal Directional Drilling* (HDD).

O *Pipe-Bursting* é um método que permite a substituição de redes existentes que estejam danificadas, ou não possuam capacidade hidráulica suficiente, por novas com diâmetro igual ou superior e utilizando a rede antiga como caminho. Os fragmentos da tubulação antiga que foi quebrada permanecem no solo ao redor da nova tubulação instalada.

Já o HDD é um método de perfuração dirigível que pode ser aplicado para implantação de redes novas e durante o processo de perfuração é possível monitorar a localização da ponta da perfuração e o seu direcionamento, normalmente a perfuração é feita entre poços pré-escavados a instalação do tubo ocorre em duas etapas: a primeira consiste na realização de um furo piloto ao longo do alinhamento planejado e a segunda consiste no alargamento do furo para acomodar a tubulação final. Durante a segunda etapa, a tubulação é fixada ao alargador e instalada conforme o alargamento é realizado.

No processo de tomada de decisão de qual método construtivo utilizar, é comum que as empresas avaliem os custos relacionados ao preço da tubulação, valor da mão de obra, estimativa do tempo necessário de mão de obra, valor com maquinário e outros custos possíveis de serem atrelados a um valor monetário.

Entretanto, a execução de uma obra com o porte das obras de tubulações de saneamento básico, causa incômodos e prejuízos à população. Com os resultados deste trabalho, será possível avaliar além dos custos tangíveis que são usualmente considerados pelas empresas, mas também os custos intangíveis.

Tais custos intangíveis estão relacionados ao maior tempo em trânsito gasto pelos motoristas em locais que estão em obras, e o quanto isso diretamente afeta em maior custo de gasto em combustível; prejuízos com poluição sonora e do ar gerada pelo maquinário da obra e pelo trânsito congestionado da região; menor faturamento de comércios pela maior dificuldade de clientes em acessar os empreendimentos próximos ao local em que acontece a obra. Os custos intangíveis são de identificação e ponderação mais complexa do que os tangíveis, entretanto possuem impacto significativo no custo final da obra.

OBJETIVOS

O Objetivo deste trabalho é apresentar o comparativo entre custos tangíveis e intangíveis para dois métodos muito utilizados em sistemas de infraestrutura hidráulica, que são o método não destrutivo por meio de Perfuração Horizontal Direcional - *Horizontal Directional Drilling* (HDD) e por *Pipe-Bursting*, e o método de execução de vala a céu aberto. Ao final do trabalho, com o resumo detalhado dos resultados obtidos, será possível analisar as vantagens e desvantagens de cada método por meio dos custos atrelados a um valor monetário (tangíveis) ou não (intangíveis), e com isso, será possível fornecer um subsídio para tomada de decisão na utilização de cada método construtivo.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para realizar a comparação proposta no estudo, foram comparados os custos com base no mesmo traçado de linha sob pressão, este podendo ser de adução e/ou distribuição de água para abastecimento público, ou recalque de esgoto sanitário. O traçado possui extensão de 1.065 metros, contém curvas de raios curtos e longos e toda linha está localizada no leito carroçável, a Figura 1 apresenta o traçado utilizado na comparação dos métodos.

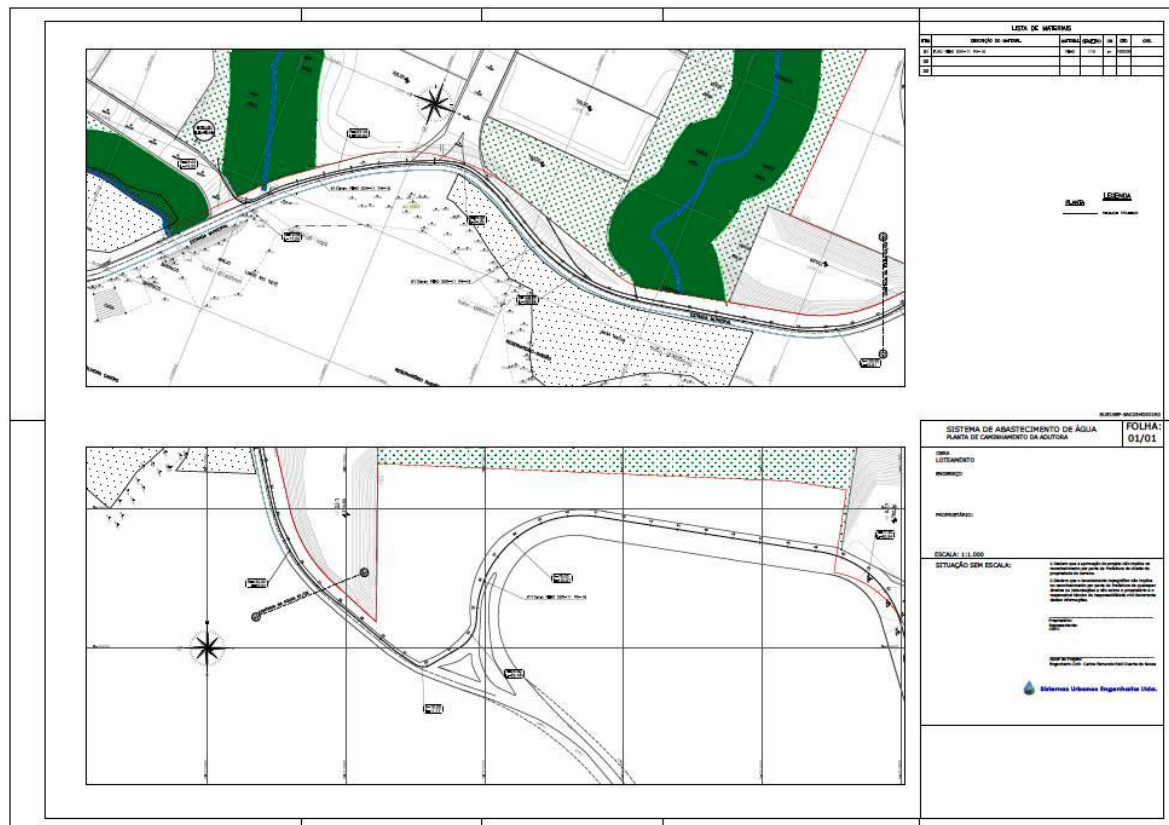


Figura 1: Traçado de linha sob pressão utilizado na comparação. Fonte: Sistemas Urbanos Engenharia

As informações obtidas nas análises dos custos tangíveis e intangíveis foram utilizadas para alimentar uma base de dados em planilhas no *software* "Microsoft Excel" que posteriormente serviram de base para a confecção dos gráficos que serão apresentados nos resultados comparativos. Vale ressaltar, que o objetivo do estudo possui caráter comparativo e não deve ser utilizado como referência de preço.

Parâmetros Custos Tangíveis

A seguir, são apresentados os parâmetros utilizados nos custos tangíveis comparados entre os métodos não destrutivos e vala a céu aberto.

Diâmetro da tubulação:

Os diâmetros utilizados para determinação do custo dos comparativos são: 100 mm, 160 mm, 200 mm, 315 mm e 400 mm. Não foram considerados diâmetros acima de 400 mm, pois não são usuais diâmetros superiores para obras executadas em *Pipe Bursting* e HDD, segundo entrevista com os técnicos da Sabesp.

Pavimentação:

Quanto aos custos de pavimentação, foram considerados fresagem e concreto para fechamento de vala, seguindo orientação da equipe da Sabesp.

Vazão de projeto:

As vazões e velocidades foram adotadas de maneira em que a eficiência do sistema não fosse alterada e que não sejam determinantes em comparação aos diâmetros, para que haja comparação mais justa e aproximada.

Blocos de ancoragem:

Os blocos de ancoragem foram especificados para cada conexão (curva) necessária no sistema, e as suas dimensões foram determinadas em função do desenho padrão dos blocos de ancoragem definidos pela SABESP, conforme apresentados nas Especificações Técnicas, Regulamentação de Preços e Critérios de Medição, e para os blocos cujos



diâmetros não são listados por este documento, foram definidas dimensões compatíveis à cada situação, assim, terão as proporções similares para cada material da tubulação avaliada.

Escoramento:

Devido à complexidade variante de execução de obra e pela grande incidência de algumas tipologias em projetos deste tipo e porte, foram consideradas escoramento em duas situações distintas, sendo: Pontalete e Contínuo. Para profundidades maiores que 3,00 metros foi considerado somente escoramento contínuo.

Assentamento e Profundidade:

Para fundação, foi considerado o assentamento direto.

Profundidade:

As tubulações foram consideradas com profundidade de 1,50 metros; 3,0 metros e 5,0 metros conforme recomendações de recobrimento mínimo da SABESP e também de alguns fabricantes. Tais profundidades foram consideradas constantes ao longo do traçado.

Largura de Vala:

Já a largura da vala considerada varia conforme o diâmetro da tubulação a ser implantada, e também em função da necessidade de escoramento ou não.

Rebaixamento do lençol:

Para esse estudo, o rebaixamento do lençol não foi considerado pois seria aplicado de maneira indistinta dos métodos, dessa forma, é um item que não será determinante na variação dos custos, entretanto, nas obras sempre deve ser verificado a possibilidade de presença de lençol e esse custo agregado aos trechos pertinentes.

Ventosas e Descargas:

Não foram considerados os custos de implantação de ventosas e descargas, que em regra são necessários em linhas pressurizadas em função de questões hidráulicas, operacionais e de segurança. Esses custos foram avaliados como constantes independentemente dos métodos, e ainda, a variação em que pese quantidade, características e peças destes elementos entre projetos é muito grande, e, portanto, devem ter seus custos agregados aos valores aqui obtidos.

Pressões da rede:

A pressão nominal estabelecida foi de PN 10, em função de ser a classe de pressão utilizada para tubulações de redes de distribuição, e comumente em linhas sob pressão como adutoras. Neste estudo consideramos que toda a linha estará entre as pressões definidas por norma, ou seja, entre 10 e 40 mca, assim, o atendimento das pressões no estudo não necessitará de uso de equipamentos específicos, como redutores de pressão ou *booster's* instalados em locais para aumento da pressão, uma vez que foram adotadas vazões e velocidades para de não influenciarem diretamente no material.

O estudo para MND levou em consideração as mesmas premissas da obra executada em VCA, tais como traçado, profundidade da tubulação, tipo de pavimento, mas considerando sempre as particularidades de cada método.

Parâmetros Custos Intangíveis

A seguir, são apresentados os parâmetros utilizados nos custos intangíveis comparados entre os métodos não destrutivos e vala a céu aberto.

Os custos dos impactos ambientais de obra de infraestrutura em área urbana podem ser inúmeros, e dependem das particularidades de cada local e características do sistema a ser implantado. Neste estudo foram considerando os impactos que seguem:

- emissão de gases emitidos por veículos;
- perda de produtividade devido a ruído e vibração gerado em frente ao imóvel;
- custo devido a poeira e controle de resíduos;
- custos operacionais dos veículos;
- custos devido a atrasos; e
- perda do faturamento dos estabelecimentos.



Para os custos ambientais foram considerados os veículos externos à obra, ou seja, veículos que estarão retidos em congestionamento dado o estrangulamento da via, assim, não foram agregados os valores e impactos de ruídos e gases gerados pelos veículos e máquinas utilizadas na execução das obras, essa condição se deu em função da falta de dados efetivos dos veículos e máquinas de execução, e que em um segundo momento de estudo, são parâmetros que devem ser levantados, onde deverá ser considerado inclusive a possibilidade de medição de intensidade dos ruídos.

Emissão de gases em relação a velocidade:

Para a determinação das emissões de gases dos veículos em relação a velocidade, foi utilizado como base o estudo realizado pela ANTP, que apresenta a quantificação dos impactos dos congestionamentos. Onde demonstram os coeficientes de emissão de poluentes por veículos automotores que variam em função das condições dos veículos e dos combustíveis. Neste trabalho foi restrito a consideração da emissão de gases à veículo de passeio e veículo de transporte coletivo, essa restrição se deu em função da falta de dados efetivos sobre os outros tipos de automotores, ficando também para o aperfeiçoamento do estudo a inclusão de outras alternativas como veículos urbanos de carga (VUC) e motos por exemplo.

O estudo considerou a emissão de quatro tipos de gases em função da distância percorrida e da velocidade do veículo:

- hidrocarbonetos (Hc),
- monóxido de carbono (CO),
- óxido de nitrogênio (NOx), e
- materiais particulados (MP).

A seguir é apresentado a Tabela 1 com a emissão dos gases por quilômetro percorrido em relação a velocidade para carros.

Tabela 1: Emissão de gases em relação a velocidade para carros.

EMISSAO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE – CARROS			
Velocidade (km/h)	HC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)
2	30,96	363,1	1,03
5	12,22	145,0	1,03
10	5,97	72,4	1,04
20	2,84	36,4	1,06
30	1,80	25,0	1,10
40	1,28	19,9	1,15
50	0,97	17,4	1,22
60	0,76	16,5	1,30
70	0,61	16,5	1,40
80	0,50	17,2	1,51

A seguir será apresentado a Tabela 2 com a emissão dos gases por quilômetro percorrido em relação a velocidade para ônibus.

Tabela 2: Emissão de gases em relação a velocidade para ônibus.

EMISSAO DE GASES EM RELAÇÃO A VELOCIDADE - ONIBUS				
Velocidade (km/h)	HC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	MP (g/km)
2	11,60	37,12	32,73	1,52
5	8,23	28,89	26,81	1,22
10	5,69	22,66	22,34	1,00
15	4,20	19,02	19,72	0,87
20	3,15	16,44	17,86	0,78
25	2,33	14,43	16,42	0,71
30	1,66	12,80	15,24	0,65
35	1,09	11,41	14,24	0,60
40	0,60	10,21	13,38	0,56
45	0,17	9,16	12,62	0,52



Perda de produtividade devido a ruído e vibração:

Apesar de ser um item com dificuldade de mensuração, os benefícios monetários gerados pela redução dos ruídos podem ser estimados pela Equação 1:

$$PP = tp * Np * Vh * tc \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

- tp (h/d): tempo médio perdido no dia;
- Np: número de pessoas;
- Vh (R\$): valor da hora da pessoa; e
- tc (h): duração da obra defronte ao imóvel

Custo devido a poeira e controle de resíduos:

Também de mensuração difícil, a Equação 2 abaixo busca monetizar a geração de poeira, defronte a cada imóvel.

$$CP = tal * Vl * Nu * tc + CML \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

- tal (h/d): tempo adicional gasto com limpeza;
- VL (R\$): valor da hora paga em limpeza;
- Nu: número de unidades afetadas;
- tc (d): duração da obra defronte ao imóvel; e
- CML (R\$): custo com material de limpeza.

Custo operacional dos veículos:

Outro item considerado neste estudo foi o custo operacional dos veículos, para a determinação destes custos tomou-se como base o estudo elaborado por Dezotti (2008), os cálculos foram baseados no automóvel e na moto mais vendida no Brasil e na frota de ônibus da cidade de São Paulo/SP, assim, temos:

- Automóvel: GM Onix;
- Moto: Honda CG 150; e
- Ônibus: Modelo Básico / Padrão.

Os custos operacionais dos veículos são determinados através Equação 3 apresentada a seguir:

$$CO = CC + CP + Cl + CM + Clg tc \quad \text{equação (3)}$$

Onde:

Custo com combustível (CC):

Dado pela Equação 4:

$$CC = Cc * Pc \quad \text{equação (4)}$$

Cc (L): quantidade total de combustível consumida pelos veículos, e

Pc (R\$/L): valor econômico do combustível.

Custo com pneus (CP):

Dado pela Equação 5:

$$CP = (Np * Pp) / Dp \quad \text{equação (5)}$$

Np: número de pneus;

Pp (R\$): preço do pneu; e

Dp (km): durabilidade média dos pneus.

Custo com óleo lubrificante (CL):

Dado pela Equação 6:

$$CL = (Qo * Po) / It \quad \text{equação (6)}$$

Qo (L): quantidade de óleo gasto na troca e remonte;

Po (R\$): preço do litro do óleo lubrificante; e

It (km): intervalo entre trocas.



Custo com Manutenção (CM):

Dado pela Equação 7:

$$CM = (P * Pv) / Qm \quad \text{equação (7)}$$

P (%): percentagem sobre o valor do veículo novo;

Pv (R\$): preço médio do veículo novo; e

Qm (km): quilometragem média mensal.

Custo lavagens e graxas (CLg):

Dado pela Equação 8:

$$CLg = (NL * PL) / Qm \quad \text{equação (8)}$$

NL: número de lavagens no mês;

PL (R\$): valor médio da lavagem completa; e

Qm (km): quilometragem média mensal.

Custo devido a atrasos:

Os custos devido a atrasos, são os custos adicionais gastos nas viagens devido aos congestionamentos, denominado de “atraso” pois é o tempo “perdido” pela população ao longo do dia em função da obra, foi determinado conforme a Equação 9:

$$CA = At * CT \quad \text{equação (9)}$$

Onde:

- CA (R\$): Custo de atrasos;
- At (h/d): tempo gasto no congestionamento, e
- CT (R\$): custo do tempo gasto no congestionamento.

O custo do tempo gasto no congestionamento, foi determinado conforme a equação 10:

$$CT = (RSM * ES * FA * HP) / NH \quad \text{equação (10)}$$

Onde:

- RSM (R\$): renda média dos habitantes da cidade;
- ES (R\$): encargos sociais;
- FA (%): possibilidade de uso alternativo em quantidade útil de tempo;
- HP (%): percentual do uso produtivo do tempo; e
- NH (h/mês): número de horas de trabalho por mês.

Perda do faturamento dos estabelecimentos:

A perda nos faturamentos dos estabelecimentos é um item de grande relevância, pois devido a obras realizadas defronte a áreas comerciais a população pode se sentir impedida de acessar o serviço, ou mesmo tende a evitar o estabelecimento em função, por exemplo, de possível sujidade ou excesso de ruídos, podendo em alguns casos determinados estabelecimentos permanecerem fechados por alguns dias, resultando em redução do faturamento durante o período da obra. Para este estudo foram considerados os seguintes estabelecimentos:

- Lanchonete;
- Hotel (tipo executivo);
- Restaurante (tipo serviço por pesagem – “quilo”);
- Estacionamento (parada por hora / diária); e
- Casa Lotérica.

Estes estabelecimentos foram escolhidos por serem de presença comum em que qualquer região das cidades, e em qualquer cidade brasileira. Para valorar o impacto da obra sobre o faturamento, temos a necessidade de conhecer qual o faturamento mensal/diário de qualquer atividade, para tanto foram realizadas pesquisas junto a entidades que representam vários setores como sindicatos patronais, CIESP e FIESP, mas com resultados vagos e imprecisos, ou mesmo negativas, assim, a alternativa foi de pesquisa direta com as empresas por entrevistas.



Os valores de faturamento foram considerados em dias úteis de operação, e ainda a paralização das atividades em 20% quando as obras fossem em MND, e 50% das atividades quando as obras realizadas em VCA, essa consideração em função dos impactos do tempo que valas permanecessem abertas e a própria extensão das mesmas frente a extensão da testada de cada estabelecimento. Como todo o estudo parte do princípio de comprimento de frente de trabalho, que entendesse realizado no período de um dia, esses estabelecimentos comerciais foram considerados como presentes ao longo de toda a obras, ou seja, os 1.000 metros de extensão, e os impactos distribuídos de forma proporcional à frente de trabalho. Para a extensão total foram alocadas as seguintes quantidades de estabelecimentos baseada em verificações e pesquisas em alguns bairros da cidade, sendo:

- Lanchonete – cinco unidades;
- Hotel (tipo executivo) – uma unidade;
- Restaurante (tipo serviço por pesagem – “quilo”) – quatro unidades;
- Estacionamento (parada por hora / diária) – três unidades; e
- Unidade 0 Lotérica – duas unidades.

RESULTADOS OBTIDOS

Nas figuras na sequência, são apresentados os resultados obtidos para as configurações de obras de maior e de menor custos, ou seja, de maior custo considerando a maior profundidade (5,00 metros) e de menor custo considerando a menor profundidade (1,50 m).

Para cada uma dessas configurações foram variados os parâmetro de método construtivo (VCA e MND) e diâmetro, essa forma de apresentação se deu em função de simplificação didática para apresentação. Na Figura 2 são apresentados os custos tangíveis, na Figura 3 a somatória dos custos tangíveis e intangíveis considerando os mesmos métodos resultando no custo total analisado. Os custos foram obtidos conforme a metodologia apresentada anteriormente para os parâmetros tangíveis e intangíveis.

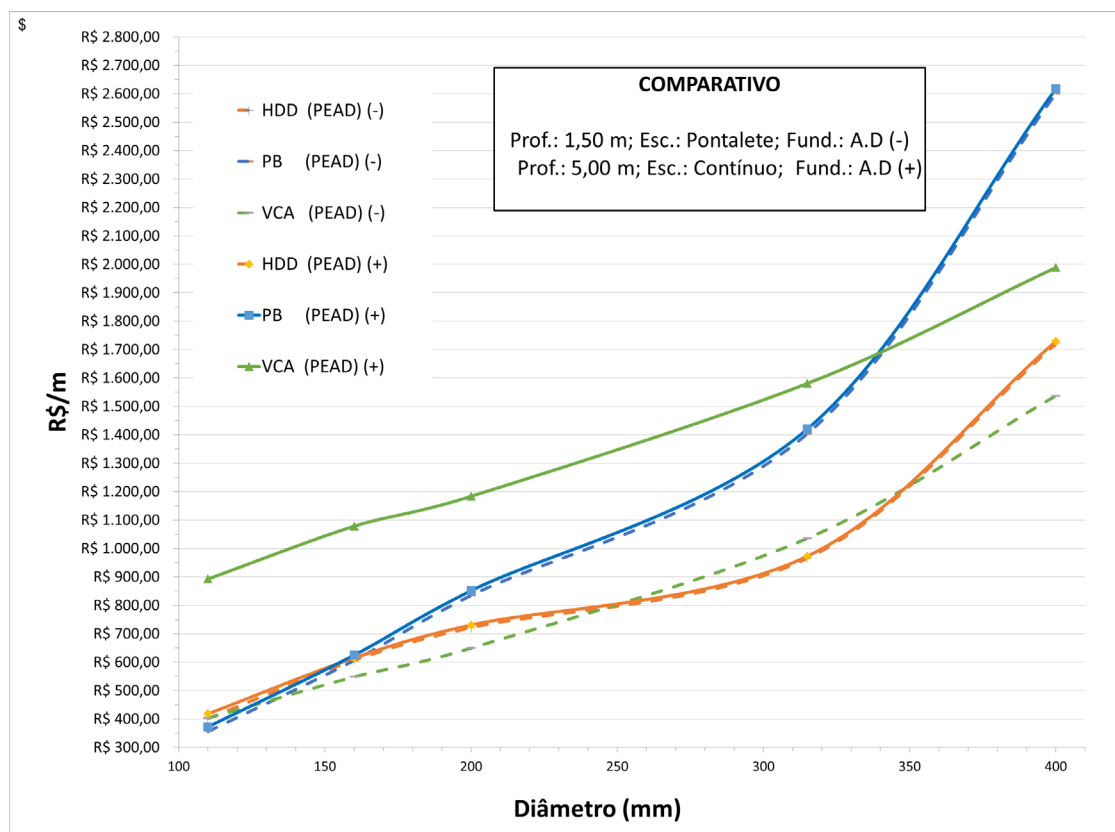


Figura 2: Resultado dos Custos Tangíveis. Fonte: Elaboração Própria

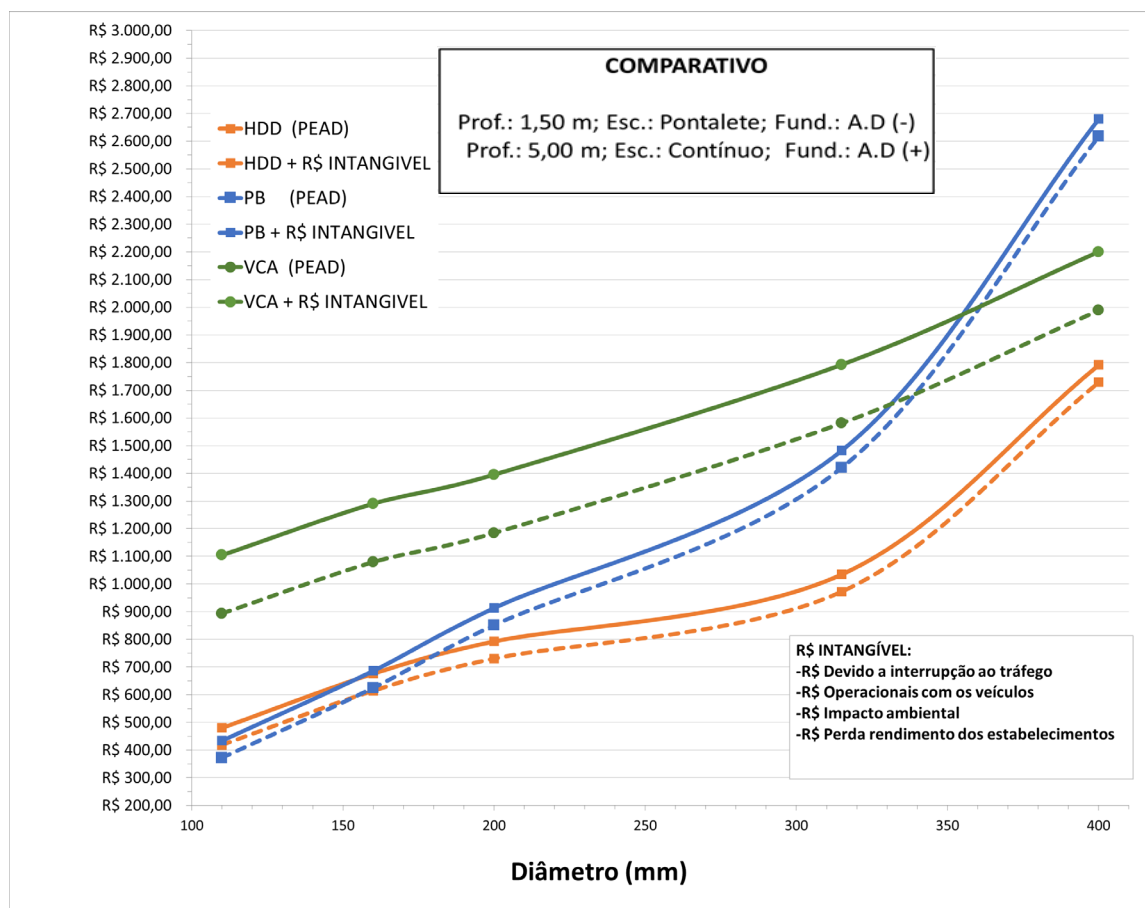


Figura 3: Resultado dos Custos Totais. Fonte: Elaboração Própria

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analisando os resultados obtidos nos gráficos de Comparativo de Custos, nota-se que para os diâmetros maiores que 200 mm o Método Não Destrutivo HDD apresenta sempre menor custo comparado com o *Pipe Bursting* e a Vala a Céu Aberto, independente da profundidade e do tipo de escoramento.

Observou-se que para os diâmetros de 110 mm e 160 mm com profundidade de 1,50 metros apresentam valores análogos independentemente do método de execução escolhido, se tornando bem competitivos.

Quanto a variação das profundidades 1,50 metros, 3,00 metros e 5,00 metros, pode ser observar que os custos das obras variam bem pouco quando comparado com os métodos não destrutivos HDD e *Pipe Bursting*, passando a ser um critério importante a ser observado quando a escolha do método for Vala a Céu Aberto, a obra passa a ser muito mais onerosa, pois o valor de escavação, movimento de terra e escoramento aumentam significativamente. A escolha do tipo de escoramento não apresenta variação significativa no valor total da obra, enquanto para a obra executada em Vala a Céu Aberto pode apresentar variação de 17 a 61%, ou seja, este item influencia de sobremaneira os custos finais da obra, em especial para obras com profundidades médias maiores.

Portanto, observa-se que de forma geral, os itens de maiores relevâncias para obra executada em Vala a Céu Aberto são Escoramentos, Movimento de Terra e Pavimentação, em contrapartida para os Métodos Não Destrutivos são o custo da execução do próprio método, neste já incluso o custo do material.

A tubulação em PEAD, em barras ou rolos, mesmo com uniões (luvas por exemplo) executadas por processo mais elaborado e lento, eletrofusão e termofusão, porém em menores quantidades, resulta em sistema competitivo para sistemas sobre pressão frente outros materiais de tubulações. A execução mais rápida por método não destrutivo em



relação a execução em vala a céu aberto, associado a menores impactos ambientais e ao meio urbano, também apresentam menores custos nas obras para várias profundidades.

Comparando os resultados das somas de custos intangíveis que independem das profundidades e/ou diâmetros da tubulação, especificamente do método adotado, temos que para MND os custos intangíveis somaram R\$ 66.220,25 e o método em VCA resultou a soma de R\$ 225.035,36, assim, com custos intangíveis aproximadamente 3,40 vezes maior que o anterior. Este resultado mostra que apesar de haver algumas considerações que podem ser ajustadas, os valores são muito distantes, demonstrando a real vantagem dos métodos não destrutivos à sociedade frente a obras em vala.

É notório que outros itens de custos podem, e devem, ser agregados ao estudo, como mais tipologias de veículos, extensões de filas, e aprimoramento dos tempos de obras, outros usos e ocupações do solo, e que outros componentes e variáveis como desvios de tráfego e condições de pavimentos, podem ser incorporados aos cálculos, sendo preciso pesquisa e estudo para definição de formulação e princípios de equiparação entre os métodos de obra.

O objetivo de agregar as formulações em uma única base foi atingido, devendo agora passar a refinamentos e aprimoramento para um leque maior.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A necessidade deste estudo ocorreu para basear com dados reais o que já era sinalizado pelo mercado, em especial por alguns técnicos de concessionárias de saneamento e empresas do setor imobiliário, e ainda defendido por profissionais da área de execução de métodos não destrutivos, que estes seriam mais vantajosos que a execução por valas.

Desta forma, se traz para discussão a necessidade de comparar os custos de cada obra com a elaboração de estudos de viabilidade técnica e econômica, onde não apenas os custos diretos da execução devem ser apontados, mas também os custos de logística de transporte e perda de material nas movimentações de carga e instalações, ainda devem ser considerados os custos ambientais, tanto antrópicos, como bióticos e físicos, em especial no momento da realidade brasileira que tanto se busca melhores condições ambientais em todas as áreas, e que em última análise, esses custos recaem sobre a sociedade paga pelos transtornos gerados pelas obras.

A visão de que os Métodos Não Destrutivos podem, além de serem mais vantajosos economicamente e ambientalmente que já é consenso, ter vantagens para a sociedade quando a discussão recai sobre comparar os custos intangíveis têm sido tarefa complexa, os modelos de cálculos encontrados em literatura e nas referências digitais relacionam alguns itens de custos apenas, e raramente os interrelaciona à outras condicionantes.

Os projetos de engenharia, em especial de infraestrutura, podem produzir os dados de entrada de sistema de avaliação de custos intangíveis na medida que número de moradores, imóveis ou estabelecimentos comerciais, interferência às obras como outras infraestruturas implantadas podem ser computados durante o processo de projeto já nos levantamentos planialtimétricos cadastrais, e com isso subsidiar a avaliação de custos.

Evidente que há outros elementos que devem ser apontados, como custos de logística de transporte e perda de material nas movimentações de carga, ainda devem considerar os custos ambientais tanto antrópicos, bióticos e físicos, mas a associação de todos e a análise qualitativa e quantitativa poderá produzir decisões mais bem embasadas, que resultam em cidades mais ordeiras e agradáveis de se viver.

Ainda na questão custos, é importante salientar que caso seja adotado outro traçado de rede diferente da usada para o comparativo, certamente os custos se alterarão, devendo manter o padrão, entretanto. Esse comparativo levou em conta situações mais corriqueiras em projetos de infraestrutura, e evidentemente não abrange todas as variáveis dos métodos escolhidos, e possibilidades de situações urbanas, devendo ser o ponto inicial de investigações e avaliações dos custos intangíveis em obras de infraestrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR 12.266 Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana, 1992.
2. ABNT. NBR 9061. Segurança de Escavação a céu aberto. 1985.
3. ABPE. Manual de Boas Práticas, 2013.
4. ABRATT. Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva, Introdução aos métodos não destrutivos. 2018.
5. ANTP e Ipea: Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público, 1999.
6. Ariaratnam, S et al: Methodology for calculating the carbon footprint of underground utility projects, 2009.
7. 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. EESC-USP, São Carlos, 2008.
8. FUNDACENTRO. Recomendação Técnica de Procedimentos – Escavação, Fundações e desmonte de rochas. 2002.
9. IPEA- Mobilidade Urbana Sustentável: conceitos, tendências e reflexões. 2016.
10. JÚNIOR, N. A. Manual prático de tubulações para abastecimento de água: Informações práticas e indispensáveis para projetos, obras e manutenções. Rio de Janeiro: ABES, 1997.
11. JUNIOR, V. V. Levantamento dos riscos ao trabalhador na execução de escoramento de valas para implantação de esgoto sanitário. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. 2014.
12. Koo, D. e Ariaratnam, S.: Enhancement of sustainability in underground infrastructure development.
13. MEIRA et al: Conceito de velocidade efetiva social como argumento de reforço à implantação de políticas de mobilidade urbana sustentável no Brasil, 2017.
14. NETTO, Azevedo. Manual de Hidráulica. São Paulo. 1998.
15. Prefeitura Municipal de São Paulo:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/SPTrans/2013/planilha-tarifa/Parametros-%20de-Custos.xlsx>
16. RIGHI, R. B. S. Recuperação e implantação de redes subterrâneas pelo método não destrutivo – perfuração horizontal direcional. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2015.
17. RODRIGUES et al: Comparação de custos de utilização de métodos não destrutivos – MND e de abertura de vala em obras lineares de saneamento.
18. SABESP. Especificações técnicas, regulamentação de preços e critérios de medição. 3º ed., 2010.
19. SABESP. Banco de preços de obras e serviços de engenharia. São Paulo: 2018.
20. SABESP. Norma Técnica Interna – NTS 021. Conduitos Forçados – Elaboração de Projeto. 1999.
21. Unitracc:
<https://www.unitracc.com/know-how/fachbuecher/rehabilitation-and-maintenanceof-drains-and-sewers/rehabilitation/costs-and-economic-efficiency-en/operating-tasksen/investments-en/economic-efficiency-testing-for-investment-decisions-em>