

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

DANIEL CAVALCANTI BAPTISTA

MÉTODO NÃO DESTRUTIVO COMO ATENUADOR DOS IMPACTOS SOCIAIS EM  
OBRAS DE SANEAMENTO – ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO ANÁLISE EM  
CAMPO

Joinville

2022

DANIEL CAVALCANTI BAPTISTA

MÉTODO NÃO DESTRUTIVO COMO ATENUADOR DOS IMPACTOS SOCIAIS EM  
OBRAS DE SANEAMENTO – ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO ANÁLISE EM  
CAMPO

Trabalho apresentado como requisito para  
obtenção do título de bacharel no Curso de  
Graduação em Engenharia Civil de  
Infraestrutura do Centro Tecnológico de  
Joinville da Universidade Federal de Santa  
Catarina.

Orientadora: Dra. Simone Malutta

Joinville

2022

DANIEL CAVALCANTI BAPTISTA

MÉTODO NÃO DESTRUTIVO COMO ATENUADOR DOS IMPACTOS SOCIAIS EM  
OBRAS DE SANEAMENTO – ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO ANÁLISE EM  
CAMPO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 17 de março de 2022.

**Banca Examinadora:**

---

Eng<sup>a</sup>. Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Malutta  
Orientadora e professora do Curso de Engenharia Civil de Infraestrutura  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Eng<sup>a</sup>. Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Holz Pfützenreuter  
Professora do Curso de Engenharia Civil de Infraestrutura  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Eng<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Marcos Lopes de Souza  
Engenheiro da empresa Águas de Joinville

## AGRADECIMENTOS

A conclusão desse período só foi possível com muita luta, apoio e incentivo das pessoas queridas que carrego comigo. Não foi fácil chegar até aqui e gostaria de relembrar e dedicar esse espaço as principais pessoas que tornaram tudo isso possível.

À minha esforçada namorada, Carolina, que, incansavelmente, não deixou de acreditar e me incentivar nos momentos necessários, do começo até o fim e ultrapassando a distância nesse período para me ajudar tanto.

Aos meus grandes amigos, que me apoiaram e me incentivaram, durante as várias conversas que tivemos, Renan Manfredi e Ruan Manfredi, Mariana Paixão, Camila Dias e Felipe Francez.

Aos meus queridos amigos caninos, Gordo e Bebezinha, que são sempre tão amorosos e companheiros.

À minha mãe, que desde o começo me apoiou e me incentivou no sonho de me formar em uma universidade federal de tanto prestígio.

Aos pais dos meus amigos Renan e Ruan, Cláudio e Cláudia, que me apoiaram e me acolheram tão bem.

Ao meu irmão Lucas Cavalcanti e sua esposa Yasmim Campos, que, além de todos os ensinamentos passados e apoio, me presentearam nesse período com minhas queridas sobrinhas Jade e Maya.

Ao meu pai, Giltamir, que mesmo à distância, nas nossas conversas, sempre tentou me agregar sua vasta experiência e auxílio mais próximo nos anos iniciais nessa etapa.

À minha grande orientadora, Prof. Dr<sup>a</sup> Simone Malutta, que com muita paciência e esforço, me auxiliou imensamente a concluir o Trabalho de Conclusão de Curso.

À professora Vanessa Aparecida, principalmente durante a disciplina de Planejamento de Trabalho de Conclusão de Curso, por toda atenção e dedicação.

Ao engenheiro Márcio Milhoratti, que gentilmente sugeriu a obra em questão e foi muito atencioso ao longo do processo, além de todos os colaboradores, que também foram muito solícitos durante o estudo.

À todas as pessoas que atravessaram minha vida nesse período, que, cada um à sua maneira, me ensinaram muita coisa, que carrego comigo para toda a vida.

## RESUMO

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) tem a função de coletar, transportar e realizar o tratamento dos esgotos sanitários propriamente ditos. Existem diversas técnicas para realizar essas operações de manutenção e de construção, porém, neste estudo, serão divididas em duas, método não destrutivo (MND) e método destrutivo (MD). A principal diferença é que o MD necessita a abertura de valas, diferente do MND. Para saber qual o método adequado a ser utilizado numa obra, deve-se analisar o caso específico, estudando prós e contras. De forma geral, o MND é menos destrutivo, gerando menos impactos sociais no canteiro de obra durante o período de execução. Consideram-se impactos sociais em obras de saneamento quaisquer mudanças de forma e/ou dimensões das vias trafegáveis de qualquer espécie (malha viária, malha cicloviária, calçadas, entre outros), alterações no fluxo comercial local, alteração da economia local, afóra o comércio, visto que menos veículos e pedestres poderão trafegar, reduzindo a quantidade de mercadorias transportadas, passageiros transportados (transporte público, motoristas de aplicativos e afins), poluição sonora e assim por diante, além do tempo de duração de uma obra, visto que ela impacta no período dos outros. Este trabalho realizou um estudo de caso que empregou o MND através do Método de Perfuração por Cravação para analisar, no contexto de uma obra de SES, os impactos sociais gerados e evitados pelo uso desse procedimento, além de pontuações sobre os custos, custos sociais e tempo de duração, em comparação do MND com o método tradicional.

**Palavras-chave:** Método não destrutivo. Impactos Sociais. Método não destrutivo de implantação.

## ABSTRACT

The Sanitary Sewage System (SSS) has the function of collecting, transporting and carrying out the treatment of sanitary sewage. There are several techniques to carry out these maintenance and construction operations, however, in this study, they will be divided into two, trenchless technology (TT) and destructive method (DM). The main difference is that DM requires trenching, unlike TT. To know which method is suitable to be used in a work, one must analyze the specific case, studying the pros and cons. In general, the TT is usually onerous, however, it is less destructive, generating less social impacts on the construction site during the execution period. Social impacts on sanitation works are considered to be any changes in the shape and/or dimensions of trafficable roads of any kind (road network, cycling network, sidewalks, among others), changes in the local commercial flow, alteration of the local economy, apart from commerce, as fewer vehicles and pedestrians will be able to travel, reducing the amount of goods carried, passengers carried (public transport, app drivers and the like) and so on and noise pollution. This work carried out a case study that used the TT through the Driving Drilling Method to analyze, in the context of an SSS work, the social impacts generated and avoided by the use of this procedure, in addition to scores on costs, social costs and environmental costs, duration time, in comparison of the TT with the traditional method.

**Keywords:** Trenchless technology. Social impacts. Trenchless technology of implantation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Abertura de vala pelo método destrutivo .....	16
Figura 2 – Poço de acesso sendo escavado por um mini-shield em direção ao poço de recepção .....	20
Figura 3 – Tubulação utilizada .....	22
Figura 4 – Tubulação utilizada em detalhe.....	23
Figura 5 – Tubos utilizados após prévia preparação para evitar danos durante seu encaixe ....	24
Figura 6 – Liberação completa de uma via de acesso à avenida .....	30
Figura 7 – Liberação completa da avenida após o trecho em obras .....	31
Figura 8 – Trecho sob infiltração subterrânea devido à tubulação defasada.....	37
Figura 9 – Croqui de localização do canteiro de obras.....	39
Figura 10 – Canteiro de obras na localizado na Avenida Afonso Pena e imagem parcial do canteiro da Rua João de Barros .....	39
Figura 11 – Canteiro de obras da Avenida Afonso Pena em detalhe .....	40
Figura 12 – Forma de atuação – abertura de valas .....	47
Figura 13 – Método destrutivo <i>in loco</i> .....	48
Figura 14 – MND in loco entre Rua João de Barros e Avenida Afonso Pena .....	49
Figura 15 – MND in loco entre Avenida Afonso Pena e ciclovia.....	50
Figura 16 – Área necessária de repavimentação para sistema destrutivo.....	51
Figura 17 – Área e perímetro equivalentes à Figura 16 .....	52
Figura 18 – Trecho repavimentado na Rua João de Barros com Avenida Afonso Pena (Área 1) .....	53
Figura 19 – Trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 2), à esquerda, e Ciclovia, à direita (Área 3).....	54
Figura 20 – Projeção do trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 1).....	55
Figura 21 – Área e perímetro equivalente à projeção trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 1).....	55
Figura 22 – Projeção do trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 2).....	56
Figura 23 – Área e perímetro equivalente à projeção trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 2).....	57
Figura 24 – Projeção do trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 3).....	58
Figura 25 – Área e perímetro equivalente à projeção trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 3).....	59



Figura 26 – Vista externa do poço .....	61
Figura 27 – Vista interna do poço .....	62
Figura 28 – Destruição do terreno e danos estéticos ao local causado pelo MD .....	63
Figura 29 – Mitigação de danos estéticos derivados do uso do MND .....	64
Figura 30 – Projeção do canteiro de obras da Avenida Afonso Pena.....	69
Figura 31 – Medidas da Projeção do canteiro de obras da Avenida Afonso Pena.....	69
Figura 32 – Projeção do canteiro de obras da Rua João de Barros .....	70
Figura 33 – Medidas da Projeção do canteiro de obras da Rua João de Barros.....	70
Figura 34 – Cronograma das obras envolvidas .....	73

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Características típicas de métodos para mini-HDD.....	26
Tabela 2 – Custos sociais associados ao impacto causado pela interrupção de veículos – Comparativo MND x Método Tradicional.....	52
Tabela 3 – Custos dos métodos de abertura de vala e Pipebursting para substituição de redes (R\$/100m).....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRATT - Associação Brasileira de Tecnologias Não Destrutivas

CET - Companhia de Engenharia de Tráfego

CIPP - Cured-in-Place-Pipe

COMSERP - Comissão de Serviços Públicos

CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

DM - Destructive Method

HDD - Horizontal Directional Drilling

ISTT - International Society for Trenchless Technology

MD - Método Destrutivo

MND - Método Não Destrutivo

MNDI - Métodos Não Destrutivos De Implantação

MNDR - Métodos Não Destrutivos de Renovação

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SES - Sistema de Esgotamento Sanitário

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SSS - Sanitary Sewage System

TT – Trenchless Technology

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVOS .....	16
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>16</b>
2. REVISÃO BIBLOGRÁFICA .....	17
2.1. MÉTODO DESTRUTIVO .....	17
2.2. MÉTODO NÃO DESTRUTIVO .....	18
2.3. MÉTODO NÃO DESTRUTIVO DE IMPLANTAÇÃO .....	19
<b>2.3.1 Perfuração horizontal direcional .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2 Cravação convencional de tubos e galerias técnicas.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.3 Microtúnel .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.4 Microtúnel de tubo piloto .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.5 Perfuração horizontal por rosca helicoidal e cravação de tubo .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.6 Mini-HDD e métodos de compactação .....</b>	<b>27</b>
2.4. MÉTODO NÃO DESTRUTIVO DE RENOVAÇÃO .....	28
<b>2.4.1 Inserção .....</b>	<b>28</b>
<b>2.4.2 Substituição de tubos por arrebatamento .....</b>	<b>28</b>
<b>2.4.3 Tubulação curada in loco – Cured-in-Place-Pipe (CIPP).....</b>	<b>29</b>
2.5. IMPACTOS SOCIAIS EM OBRAS DE SANEAMENTO .....	30
<b>2.5.1 Interrupção ao tráfego veicular.....</b>	<b>30</b>
<b>2.5.2 Danos à rodovia e pavimento.....</b>	<b>33</b>
<b>2.5.3 Danos às utilidades adjacentes .....</b>	<b>33</b>
<b>2.5.4 Danos à estética do local.....</b>	<b>34</b>
<b>2.5.5 Danos às estruturas adjacentes .....</b>	<b>34</b>
<b>2.5.6 Barulho e vibração .....</b>	<b>34</b>
<b>2.5.7 Segurança dos pedestres .....</b>	<b>34</b>
<b>2.5.8 Perdas para negócios e comércios .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.9 Danos às estradas utilizadas como desvio .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.10 Segurança local e pública.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.11 Insatisfação dos cidadãos .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.12 Impactos ambientais.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.13 Tempo de execução de obras .....</b>	<b>36</b>

<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>37</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA OBRA .....	37
3.2. MOTIVAÇÃO DA OBRA .....	37
3.3. ETAPAS CONSTRUTIVAS.....	39
<b>3.3.1 Canteiro de obras .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.2 Aspectos construtivos .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.3 Serviços técnicos .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.4 Detalhamento do projeto .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.5 Pesquisa de interferências.....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.6 Movimento de terra .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3.7 Esgotamentos .....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.8 Tubos cravados .....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.9 Poços de serviços.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.10 Pavimentação .....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.11 Custos.....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.12 Detalhamento específico.....</b>	<b>46</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>47</b>
4.1. INTERRUPÇÃO AO TRÁFEGO VEICULAR.....	48
4.2. DANOS À RODOVIA E PAVIMENTO .....	52
4.3. Danos às estruturas e utilidades adjacentes .....	61
4.4. Danos à estética do local.....	65
4.5. Barulho e vibração.....	66
4.6. Segurança dos pedestres .....	67
4.7. Perdas para negócios e comércios .....	67
4.8. Danos às estradas utilizadas como desvio .....	70
4.9. SEGURANÇA LOCAL E PÚBLICA .....	71
4.10. INSATISFAÇÃO DOS CIDADÃOS .....	72
4.11. IMPACTOS AMBIENTAIS .....	72
4.12. TEMPO DE EXECUÇÃO DE OBRAS .....	72
4.13. CUSTOS SOCIAIS .....	73
<b>5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>75</b>
5.1. CONCLUSÃO.....	75
5.2. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....	77
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>

<b>APÊNDICES .....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE A – Orçamento geral das obras (rua João de Barros e av. Conselheiro Nébias .....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE B – Planta de localização .....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE C – Redes coletoras .....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE D – Relatório das sondagens a percussão .....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Conforme a ATLASCAPCO (2021), o Brasil ainda não atende toda a população, em termos de distribuição de água potável e tratamento e coleta de esgoto. Com o objetivo de garantir maior qualidade de vida à população, o governo instituiu o novo Marco do Saneamento Básico do Brasil, que foi sancionado em julho de 2020. Este visa garantir que, até 2033, 99% da população terá acesso a água potável e 90% ao tratamento e coleta de esgoto. Dessa forma, fica evidente o quanto as obras de saneamento estão em alta para os próximos anos e, conseqüentemente, o quanto ela pode impactar a população e devemos nos atentar aos impactos sociais.

O Método não Destrutivo (MND) é uma técnica que visa atenuar os efeitos causados à população, com obras subterrâneas, sendo cada vez mais acessível. Atualmente, no cenário nacional, por ser uma técnica eventualmente mais cara que o Método Destrutivo (MD), que abre valas a céu aberto, além de possuir maior complexidade de execução. Porém, reduz de forma notável os impactos sociais gerados por conta das atividades no canteiro, concebendo maior conforto à sociedade. A respeito das técnicas não destrutivas, pode-se afirmar que

Os centros urbanos com tráfegos intensos, a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida são fatores que demandam métodos inteligentes, menos agressivos ao meio ambiente, mais rápidos e menos custosos. Os Métodos Não Destrutivos foram desenvolvidos para exatamente atender esta crescente necessidade. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIAS NÃO DESTRUTIVAS - ABRATT, [2017]).

O órgão internacional que cuida dos processos não destrutivos é a International Society for Trenchless Technology (ISTT), visto que o MND também é conhecido como Trenchless Technology (TT). Foi fundada em Londres, em 1986, devido ao aumento dos estudos referentes a essa técnica. A ABRATT filiou-se ao ISTT no ano de 1999, ou seja, o Brasil já possui experiência de mais de 20 anos na área, executando e aprimorando seu uso, fundamentalmente nos grandes centros urbanos e promovendo o desenvolvimento organizado da tecnologia.

Durante a fase de projeto se avalia cuidadosamente as necessidades da obra, tais como: custo envolvido, tempo de execução, dimensionamento da tubulação, resistência do solo, material que será utilizado, impactos gerados (sociais e ambientais), riscos (como danificação de tubulações de água ou gás no subsolo). Tendo esses fatores claros, o engenheiro efetua um estudo específico para a situação encontrada e avalia qual a melhor técnica para proceder.

Segundo Dezotti (2008), o MD causa transtornos aos cidadãos, gerando os chamados *custos sociais*, que são aqueles advindos de: custos provenientes de dano ao pavimento (por

conta da abertura de valas), ocupação de vagas de estacionamento, interrupção e/ou atrasos no tráfego, impacto negativo no comércio, avaria nos equipamentos urbanos e estruturas próximas, poluição sonora e do ar, vibração, impactos ambientais e problemas com a segurança da região e pedestres.

Este é um estudo de caso em uma obra de construção de tubulação de esgoto realizado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) na cidade de Santos (SP), localizado na Avenida Afonso Pena, ao lado da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). Com rebaixamento do pavimento em função da infiltração do solo, devido a problemas de tubulação antiga e avariada, que acarretava constantes obras de manutenção sem solução definitiva. Por conta dessa falta de reparo, o solo adentrava aos poucos a tubulação de esgoto.

Como o local da obra é em uma movimentada avenida da cidade, com presença de uma via de mão dupla com três faixas cada, ciclovia com mão dupla e faixa única, além de duas calçadas, uma em cada extremidade da avenida, preferiu-se adotar o MND, de modo que o impacto social gerado fosse menor, não impedindo totalmente o tráfego em todas as esferas, ocupando duas faixas de um dos lados da malha viária, uma faixa da ciclovia e a uma das calçadas, visto que o MD abre valas a céu aberto.

## 1.1 OBJETIVOS

Com a finalidade de melhorar a coexistência da população com as obras de saneamento, foram feitas algumas avaliações sobre o assunto neste trabalho.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar um estudo de caso que emprega o MND, demonstrando sua eficácia na redução no impacto na sociedade.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar quais os impactos causados pelas obras de saneamento para as pessoas;
- Ponderar se o MND é eficiente para reduzir esses impactos;
- Determinar, em um estudo de caso, a capacidade do MND em reduzir os impactos sociais das obras.



- Avaliar os custos (diretos e sociais) entre MND e MD;
- Avaliar o tempo de execução de obra entre MND e MD.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para se avaliar os impactos sociais que cada método acarreta, é importante primariamente entender como funciona cada um. Assim, é importante a compreensão das diferenças entre MD e MND e, dentro do MND, o Método de Perfuração por Cravação, que foi a metodologia utilizada no estudo de caso, que será explicada a seguir.

### 2.1. MÉTODO DESTRUTIVO

Caracterizado pela escavação completa, conforme Figura 1, apresenta alguns pontos negativos relativos a esse dano. Segundo Dezotti (2008), a abertura de valas a céu aberto causa danos ao pavimento e conseqüente paralisação do tráfego, gerando impactos sociais e ambientais. Assim, tendem a serem evitados por realizar a obra de forma bruta para seu entorno, prejudicando o fluxo da população em diferentes esferas da malha viária, dependendo do local (como motoristas, ciclistas e pedestres). À vista disso, afirma-se que

Este método é considerado como o método tradicional de instalação de tubulações subterrâneas. Os métodos com abertura de trincheiras envolvem escavações ao longo de toda extensão da rede proposta, colocação da tubulação na vala sobre um berço com materiais adequados e reaterro e compactação da vala. Para conclusão da obra, na maioria das vezes, após a instalação da tubulação é preciso restaurar a superfície do pavimento. (DEZOTTI, 2008, p. 11).

Figura 1 – Abertura de vala pelo método destrutivo



Fonte: Luiza, França e Oliveira (2015).

Essa prática, por ser mais invasiva à região, exige maior cuidado na execução. É indicada, principalmente nas etapas iniciais, um estudo específico para o local, anterior ao início da obra, com sondagem ao longo do trajeto onde será feita a vala a fim de evitar prejuízos as

tubulações já existentes (MILHORATTI, 2020). Alguns cuidados que se deve ter para a prática dessa metodologia são (MILHORATTI, 2020):

- Análise preliminar das tubulações subterrâneas já existentes, como gás, água, telefonia, rede de esgoto, fibra ótica, e outras;
- Estudo dos impactos sociais e ambientais gerados, visando minimizá-lo para as pessoas;
- Dano causado ao pavimento;
- Isolamento em torno do canteiro de obras;
- Cuidados no material de descarte, satisfazendo as leis vigentes.

MILHORATTI, M. **Orientações sobre projetos de saneamento durante visita de reconhecimento de campo para pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso.** Engenheiro Civil da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2020.

Muito tradicional pela simplicidade do processo, deve-se tomar cuidado com seu emprego e os riscos que traz. “Apesar de ser um dos métodos mais utilizados, não necessariamente implica na melhor escolha, pois geram transtornos tanto para a população e para o meio ambiente [...]” (CELESTINO, 2016, p. 29).

Por ser um método antigo, é considerado confiável. Via de regra, exige menos equipamentos para efetuação, reduzindo custos diretos com maquinário, equipamentos, acessórios e mão de obra especializada, mas a relação custo/benefício depende do local da obra. Em contrapartida, a execução é muito invasiva e prejudicial à sociedade. Caso o local possua um pavimento, o prejuízo é intensificado. (CELESTINO, 2016; DEZOTTI, 2008). Sendo assim, pode-se dizer que

Os métodos tradicionais apresentam a desvantagem de interferir em outras infra-estruturas urbanas, causando congestionamentos, impactos ambientais e danos ao pavimento, instalações e estruturas adjacentes. Por esse motivo, obras com custos diretos extremamente modestos inviabilizam-se devido aos altos custos sociais associados aos problemas que geram. (DEZOTTI, 2008, p. 12)

## 2.2. MÉTODO NÃO DESTRUTIVO

De acordo com Celestino (2016), o MND é um método que minimiza a abertura de valas em processos construtivos de infraestrutura subterrâneos, tais como água, esgoto, gás, saneamento. Conforme a ABRATT (2020), se qualifica como o conjunto de estratégias,

maquinário e materiais usados a fim de instalar novas redes, reabilitar antigas ou substituí-las, causando o mínimo transtorno possível ao trânsito, comércio e público local. Segundo Palazzo (2013), é o conjunto de métodos utilizados em obras de SES, visando uma redução dos impactos sociais gerados pela obra. Esse método prevê três processos construtivos.

Em locais de difícil acesso ou em grandes centros urbanos, sua utilização pode reduzir muito os impactos gerados por obras de saneamento. Dayal *et al.* (2011) ressaltam que o MND é uma boa alternativa em terrenos com difícil acesso subterrâneo, em grandes profundidades ou onde a própria urbanização dificulta a realização da obra desejada.

A FSTT (2004) cita que o MND surgiu da crescente preocupação dos impactos ambientais. Além disso, em concordância com Dezotti (2008), a escolha pelo método destrutivo, se dá por levar em conta apenas os processos diretos envolvidos no processo. Além disso, o desconhecimento da metodologia e da tecnologia envolvida no MND por parte dos engenheiros e a inexistência de um protocolo padrão para classificar e quantificar, apenas contribuem para esse cenário.

NAJAFI (2016) diz que o MND é uma alternativa para, concomitantemente, reduzir custos sociais, danos ambientais e ser uma opção econômica para as obras de infraestrutura. Já é utilizado por muitas empresas, visto sua redução dos custos sociais e impactos socioambientais. Com sua grande importância, diversas classificações surgem, e a utilizada será descrita abaixo.

Os métodos não destrutivos são classificados em duas divisões principais: métodos não destrutivos de implantação (MNDI) e métodos não destrutivos de renovação (MNDR). O MNDI inclui todos os métodos para novas instalações de serviços públicos e tubulações. O MNDR inclui todos os métodos para a renovação e/ou substituição de uma tubulação ou sistema de serviços públicos existente. Cada uma dessas divisões é subdividida em diferentes métodos de instalação que dependem da precisão, comprimento de instalação máximo, variedade de diâmetro e tipo de aplicação. (NAJAFI, 2016, p. 3)

A classificação principal no estudo de caso usada foi a de MNDI, dado que, o objetivo do projeto era a alteração de rota da tubulação, em dado trecho, sem necessariamente causar danos a tubulação defasada. Essa alteração de rota foi dada com a criação de nova tubulação e seu consequente desvio do trecho problemático através do tubo criado. As conexões necessárias foram criadas através de dois poços que foram criados no trecho.

### 2.3 MÉTODO NÃO DESTRUTIVO DE IMPLANTAÇÃO

De acordo com NAJAFI (2016), os MNDI compõem todas as metodologias que abordam, sem a simples utilização de valas a céu aberto, criação de novas tubulações sistemas de serviços públicos, com aplicações de tubos de pressão e por gravidade, galerias de drenagem e estruturas de drenagem sob rodovias e ferrovias, travessias fluviais e dutos de cabos e de telecomunicação. Dessa forma, as metodologias no MNDI são:

- Perfuração horizontal direcional;
- Cravação convencional de tubos e galerias técnicas;
- Microtúnel;
- Microtúnel de tubo piloto;
- Perfuração horizontal por rosca helicoidal e cravação de tubo;
- Mini-HDD e métodos de compactação.

### **2.3.1 Perfuração horizontal direcional**

A perfuração direcional horizontal (*Horizontal Directional Drilling - HDD*) é um método construtivo de menor impacto no ambiente e na natureza do que qualquer método de abertura de vala. É também aplicado em casos em que qualquer outra instalação técnica seja impossível ou possível somente com o custo muito alto (CELESTINO, 2016).

As técnicas de perfuração guiada e HDD são usadas para a instalação por método não destrutivo de novas redes, dutos e cabos. O traçado da perfuração pode ser reto ou ligeiramente curvo e a direção da perfuração pode ser ajustada durante a execução do serviço para contornar obstáculos, passar sob rodovias, rios ou ferrovias. A perfuração pode ser executada entre poços pré-escavados de entrada e saída ou a partir da superfície, fazendo-se a entrada da perfuratriz no solo em um ângulo suave (ABRATT, 2004).

### **2.3.2 Cravação convencional de tubos e galerias técnicas**

O método de cravação convencional de tubos usa a instalação de segmentos de tubo pré-fabricados empurrados atrás da máquina de perfuração de túnel ou outros métodos de escavação de túneis. A instalação começa em um poço de acesso em direção a um poço de saída ou recepção, de modo que a coluna de tubos completa é instalada ao mesmo tempo em que o túnel é escavado. (NAJAFI, 2016). O túnel de acesso sendo escavado até o poço de saída pelo maquinário utilizado está contido na Figura 2.

Figura 2 – Poço de acesso sendo escavado por um *mini-shield* em direção ao poço de recepção



Fonte: Autor (2022).

O princípio básico consiste em um método em que tubulações pré-fabricadas são levantadas ou puxadas de trás para frente com o auxílio de uma máquina de perfuração mecânica ou outros métodos de escavação de túneis. As tubulações, que são projetadas especialmente para suportar as forças de empuxo que ocorrem durante a instalação, formarão a tubulação final quando a operação de escavação estiver completa (CELESTINO, 2016). As Figuras 3, 4 e 5 mostram a tubulação utilizada antes e após ser tratada para serem devidamente conectadas.

O método de galerias técnicas segue o mesmo processo que a cravação convencional de tubos, exceto que, nesse método, uma estrutura de sustentação temporária (chamada de revestimento) é construída simultaneamente à medida que a escavação do túnel avança. Em geral, a estrutura de sustentação é feita de placas de revestimento de túnel tradicionais ou barras de aço com revestimento de madeira. Após a finalização do túnel, as seções de tubo são transportadas dentro do túnel e no espaço anular entre o revestimento e no tubo é injetado um graute (NAJAFI, 2016).



Figura 3 – Tubulação utilizada



Fonte: Autor (2022).



Figura 4 – Tubulação utilizada em detalhe



Fonte: Autor (2022).

Figura 5 – Tubos utilizados após prévia preparação para evitar danos durante seu encaixe



Fonte: Autor (2022).

### 2.3.3 Microtúnel

O método de microtúnel advém de uma derivação da cravação convencional. Por ser bastante preciso, o método de micro-túnel é usado principalmente para a instalação de tubulações por gravidade como esgotos sanitários ou pluviais. (RODRIGUES, 2017).

Essa precisão se dá ao fato de as máquinas de perfuração de micro-túnel (MTBMs) serem guiadas por laser e controladas remotamente. Nesse método os tubos são instalados, por meio de um sistema de pistões hidráulicos posicionados no poço de entrada, simultaneamente à escavação e remoção do solo (DEZOTTI, 2008). Enquanto isso, CELESTINO (2016) afirma que os microtúneis são aplicados em obras de maiores diâmetros, abrangendo o intervalo de 150mm e 1066mm, com escavação mecanizada.

### 2.3.4 Microtúnel de tubo piloto

O tubo piloto é um método híbrido que combina a precisão do microtúnel, o mecanismo de direção de uma perfuratriz direcional e o sistema de remoção de material escavado por rosca usado em uma máquina de perfuração por rosca helicoidal. (NAJAFI, 2016).

### 2.3.5 Perfuração horizontal por rosca helicoidal e cravação de tubo

NAJAFI (2016) comenta que a perfuração horizontal por rosca helicoidal, também chamado de fure e crave, é um método bastante usado para instalação de tubos de aço e camisas sob barragens ferroviárias e rodoviárias, pistas de aeroportos e até canais de drenagem.

Neste método a escavação é realizada através de uma máquina de perfuração de túnel controlada remotamente por um operador, de fora do túnel (DEZOTTI, 2008).

Conforme Pallazo (2013), cravação de tubo são instalações de aço sob ferrovias, rodovias e outros obstáculos, utilizando-se um martelo percussivo a partir de um *shaft* de entrada. Pode ser por *pipejacking* ou micro-túneis.

A técnica com *pipejacking* é utilizado, segundo Celestino (2016), com tubulações maiores que 1066mm, o que permite acesso humano ao local, podendo ser escavado manualmente.

Pallazo (2013) comenta que o microtúnel consiste na abertura de poços entre os pontos almejados para inserção dos tubos desejados. A escavação subterrânea inicia-se num dos poços, sendo esse denominado poço de ataque. Nesse ponto serão feitos os micro-túneis necessários para conexão entre os pontos, podendo ser de criação, manutenção ou remoção.

Os micro-túneis de criação são feitos com a finalidade de criar um caminho alternativo entre pontos específicos, com a consequente instalação da obra de saneamento necessária. Na obra real analisada, essa foi a metodologia utilizada, de forma que a tubulação antiga permaneceu no local com a nova concomitantemente, ocupando espaços diferentes.

### 2.3.6 Mini-HDD e métodos de compactação

Derivado do método de perfuração horizontal direcional, o mini-HDD, conforme NAJAFI (2016), usado principalmente durante a operação de instalação de tubos e condutas subterrâneas para linhas de distribuição de serviços públicos. Na Tabela 1 constam detalhadamente as características do mini-HDD.

Tabela 1 – Características típicas de métodos para mini-HDD

<b>Mini-HDD</b>		
<b>Condições do projeto</b>	<b>Diâmetro</b>	<b>2-12 polegadas</b>
	<b>Profundidade</b>	<b>&lt; 15m</b>
	<b>Comprimento da instalação</b>	<b>&lt; 180 m</b>
	<b>Aplicação atípica</b>	<b>Conduítes de energia e telecomunicações, tubulações de distribuição de água e gás</b>
<b>Condições da máquina</b>	<b>Torque</b>	<b>&lt; 950 ft-lb</b>
	<b>Empuxo/puxamento</b>	<b>&lt; 20.000 lb</b>
	<b>Peso do equipamento</b>	<b>10 toneladas</b>
	<b>Requisitos da área de trabalho</b>	<b>3 x 6 m</b>
<b>Custos</b>	<b>Intervalo de preços (milhares de dólares americanos - FOB)</b>	<b>\$ 100.000 - \$ 150.000</b>
	<b>Custo de instalação/m (\$)</b>	<b>\$ 190 a 350/m</b>

Fonte: NAJAFI (2016, adaptado pelo autor).

## 2.4 MÉTODO NÃO DESTRUTIVO DE RENOVAÇÃO

De acordo com Rodrigues (2017), todas as metodologias que compõem os MNDR, cuja função é de renovar e/ou substituir da obra envolvendo a tubulação são:

- Inserção;
- Substituição de tubos por arrebentamento;
- Tubulação curada *in loco*.

### 2.4.1 Inserção

NAJAFI (2016) cita que o revestimento por inserção é uma das primeiras e mais simples metodologias de MNDR, apresentando bom custo-benefício. Esse revestimento envolve a inserção de um novo tubo, de diâmetro menor, dentro do tubo existente, seguida da injeção de grante no espaço anular entre o tubo existente e o novo tubo. Os materiais mais utilizados são polietileno, poliéster reforçado com fibra de vidro e o cloreto de polivinila, mas o uso de qualquer outro material de tubo também é possível.

Este método necessita a escavação de um poço de partida, e a inserção do tubo é feita a partir deste ponto, puxando ou empurrando o tubo novo para o interior da tubulação deteriorada. Durante o processo de instalação, a presença de curvas provoca um aumento do atrito entre as tubulações, resultando em uma redução da distância de instalação que o tubo pode suportar sem sobrecarregá-lo. Normalmente curvas bruscas não podem ser superadas, especialmente para tubos de grandes diâmetros. (DEZOTTI, 2008).

### 2.4.2 Substituição de tubos por arrebentamento

Este método, também chamado de *pipebursting*, de acordo com NAJAFI (2016), é usada em linhas de água, gasoduto, adutoras de esgoto e ligações domiciliares de esgoto. Seu comprimento de substituição típico varia de 90 a 150 metros, mas projetos maiores foram concluídos, sob condições favoráveis e possui as seguintes limitações:

- São necessários poços de inserção e tração, especialmente para os arrebentamentos maiores;
- É preciso realizar escavações para ligações domiciliares;

- Os solos expansivos podem causar dificuldades para o arrebentamento dos tubos existentes;
- Um segmento de tubo (existente) em colapso pode precisar ser escavado nesse ponto para permitir a inserção do cabo ou haste de tração e para reparar a declividade;
- Reparos pontuais (juntas Jibault) com materiais dúcteis podem interferir com o processo de arrebentamento e substituição;
- Se a linha de esgoto existente está significativamente desalinhada em termos de alinhamento e greide, a nova linha também tenderá a estar desalinhada, apesar de ser possível executar algumas correções de declividades localizadas.

Em uma operação de inserção de tubo por arrebentamento, uma ferramenta com formato cônico, chamada de cabeça de fragmentação, é inserida no interior do tubo existente a partir do poço de partida e puxada ou empurrada para o poço de recepção. À medida que a cabeça de fragmentação percorre a tubulação existente, ela promove o arrebentamento do tubo e deslocamento dos seus fragmentos para o solo circunvizinho. Simultaneamente, um novo tubo é puxado ou empurrado para o espaço deixado pela operação de expansão. Na grande maioria das operações de inserção de tubos por arrebentamento, o novo tubo é puxado para o local, ao invés de empurrado (DEZOTTI, 2018, *apud* ABRAHAM; BAIK; GOKHALE, 2002).

#### **2.4.3 Tubulação curada *in loco* – Cured-in-Place-Pipe (CIPP)**

Segundo NAJAFI (2016), este método é um dos principais de MNDR de tubulações para aplicações estruturais e não estruturais. Apesar de ser usado em esgotos pluviais, linhas de água e tubulações industriais e de outros processos, historicamente o método quase sempre é usado na renovação de esgotos sanitários.

De acordo com DEZOTTI (2008), o método CIPP envolve a inserção de uma manga de feltro de fibras de poliéster, confeccionada sob medida e impregnada com uma resina termoestável, no interior de uma tubulação existente. A inserção é realizada por meio de inversão com água ou ar, ou através de um guincho. As principais diferenças entre os diversos métodos de CIPP estão na composição e estrutura de manga de fibra de poliéster, método de impregnação da resina, procedimento de instalação e tipo de processo de cura utilizado.

## 2.5 IMPACTOS SOCIAIS EM OBRAS DE SANEAMENTO

Campos (1996) cita que os impactos ambientais podem ser caracterizados também como impactos sociais. Em campo, sua atuação pode atingir a população tanto monetariamente, alterando o valor de um produto ou serviço em si, quanto com impactos indiretos, por vezes, não sendo percebido de primeiro momento. Esses podem ser causando danos à saúde da população, afetando o valor das propriedades em torno ou diminuindo os recursos naturais.

Os custos sociais, em congruência com NAJAFI (2004); Rahman, Vanier e Newton (2005) *apud* Dezzotti (2008), são derivados de todo o processo construtivo de obras subterrâneas, em todas suas esferas (como construtiva, destrutiva ou relativas à manutenção). Apesar de conhecido, os impactos sociais são difíceis de se valorar, visto que ainda não existe uma metodologia amplamente aceita para essa análise, assim como os benefícios dos diferentes métodos. De todo modo, esses impactos sociais são definidos como:

- Interrupção ao tráfego veicular;
- Danos à rodovia e pavimento;
- Danos às utilidades adjacentes;
- Danos às estruturas adjacentes;
- Danos à estética do local;
- Barulho e vibração;
- Segurança dos pedestres;
- Perdas para negócios e comércios;
- Danos às estradas utilizadas como desvio;
- Segurança local e pública;
- Insatisfação dos cidadãos;
- Impactos ambientais.

### 2.5.1 Interrupção ao tráfego veicular

DEZOTTI (2008) afirma que o MD, durante sua execução, necessita a abertura de valas ao céu aberto. Essas valas trazem prejuízos a população, como congestionamentos e atrasos no tráfego, podendo ser mais prejudicial ainda em grandes centros urbanos e dependendo do tipo de sistema da via (expressa, arterial, coletora ou local). A via expressa é a que apresenta a maior velocidade de tráfego e a local a menor velocidade na via e, quanto maior



a velocidade de tráfego da via, mais atingida ela é pela obra que utiliza o MD. Em contraponto, nas Figuras 6 e 7, é possível ver a mitigação da interrupção completa da via pelo uso do MND.

Figura 6 – Liberação completa de uma via de acesso à avenida



Fonte: Autor (2022).



Figura 7 – Liberação completa da avenida após o trecho em obras



Fonte: Autor (2022).

Conforme RAHMAN, VANIER, NEWTON (2005) *apud* DEZOTTI (2008), a redução de tráfego na via, além de aumentar o tempo gasto dos veículos, também geram custos aos motoristas, como conseqüente aumento do gasto de combustível, reparo, manutenção e depreciação dos veículos. Esses gastos relativos à interrupção ao tráfego veicular podem chegar ou até ultrapassar os valores envolvidos na própria obra, dependendo do tipo de trabalho envolvido.

### **2.5.2 Danos à rodovia e pavimento**

JÚNIOR, GIAMPAGLIA, CUNHA (1992) *apud* DEZZOTTI (2008) afirmam que a utilização do MD pelas concessionárias de serviços de infraestrutura urbanas, podem acarretar muitos problemas à pavimentação, tais como:

- Deterioração das áreas do pavimento próximas à vala, devido à demora na recomposição ou não execução de corte das áreas afetadas;
- Ruptura do pavimento reconstituído, devido à insuficiência de espessura ou má execução;
- Recalque do pavimento reconstituído, devido ao adensamento do solo de reaterro;
- Reconstituição do pavimento em nível acima da superfície do pavimento primitivo, causando grande desconforto aos usuários;
- Desagregação do revestimento asfáltico a quente, devido à compactação a baixa temperatura.

A restauração do pavimento utilizando técnicas de má qualidade tem como consequência a necessidade da execução do mesmo serviço, dentre poucos anos. Isto aumenta não apenas os gastos com estes serviços, mas também reduz a vida do pavimento. Estudos realizados em cidades do Canadá e Estados Unidos indicaram que cortes e escavações nas vias de transporte provocam uma redução de aproximadamente 30% na vida, gerando aumentos nos custos de manutenção e reabilitação delas. Tais estudos indicaram também que o uso de tecnologias não destrutivas tem potencial para reduzir significativamente os custos de manutenção e reabilitação da rodovia. (TIGHE *et al.*, 2002, *apud* DEZZOTTI, 2008, p.107).

### **2.5.3 Danos às utilidades adjacentes**

De acordo com DEZOTTI (2018), a maior preocupação durante esse tipo de obra, é a possibilidade de danificar estruturas próximas, principalmente as subterrâneas, visto que esses valores serão adicionados ao custo total da obra. Além do aspecto financeiro, os temores envolvem também a segurança dos colaboradores e pessoas próximas, dado que, podem existir no local tubulações de gás e oleodutos e cabos de energia elétrica enterrados.

#### **2.5.4 Danos à estética do local**

De acordo com CELESTINO (2016), no MD, a abertura de valas ao céu aberto prejudica a estética do local afetado pela obra, visto que, além da própria abertura de valas, na finalização do projeto, o recapeamento do asfalto provavelmente apresentará diferenças em relação ao antigo pavimento.

#### **2.5.5 Danos às estruturas adjacentes**

Segundo NAJAFI (2004), os deslocamentos e descarregamentos de solo podem ser diferentes nas estruturas vizinhas ao local da obra. A causa disso pode ser rebaixamento do nível d'água, excesso de escavação e uso de técnicas impróprias em estruturas de escoramento e suporte, sendo a maioria destes problemas, associados a construções utilizando o MD.

#### **2.5.6 Barulho e vibração**

O MD é o principal método que provoca barulho e vibração para os locais próximos a obra. O motivo disso é por conta do maquinário pesado necessário, tais como: escavadeiras, caminhões e pás carregadeiras. Esses fatores podem provocar insatisfação dos cidadãos, principalmente em relação ao tempo de obra.

#### **2.5.7 Segurança dos pedestres**

O MD cria um ambiente inseguro para pedestres, ciclistas e veículos motorizados em geral, visto que a abertura de valas abre margem para acidentes. Essas valas são um grande perigo, principalmente para idosos e crianças. Um agravante para isso, são o acúmulo de veículos em vias secundárias, que teoricamente não comportariam um tráfego tão grande, de

forma que as vias principais seriam desviadas, que acaba criando ambientes propícios a acidentes.

### **2.5.8 Perdas para negócios e comércios**

De acordo com GANGAVARAPU, 2003, *apud* DEZZOTTI, 2008, p. 109, as áreas de comércio nas ruas onde o projeto está em execução, com valas a céu aberto, não são atrativas para o tráfego, principalmente não motorizado. Dessa forma, as pessoas tendem a desviar para rotas secundárias, o que prejudica os comércios em torno da obra, podendo ocasionar até o fechamento deles.

### **2.5.9 Danos às estradas utilizadas como desvio**

O conseqüente aumento de tráfego em vias secundárias, que não foram projetadas para suportar tal carga, diminui a vida útil do pavimento, resultando em danos nelas. Dessa forma, contribui para o aumento dos gastos públicos, por conta da manutenção de pavimentos de vias alternativas que sofreram desgaste.

### **2.5.10 Segurança local e pública**

O método tradicional de abertura de trincheiras tende, em geral, a ser um método que deixa maior margem para acidentes que o MND. Sendo esses relacionados tanto aos trabalhadores quanto ao público em geral. O colapso da parede da trincheira, desmoronamentos e outros acidentes de quedas nas valas são comuns em construções que utilizam essa técnica.

### **2.5.11 Insatisfação dos cidadãos**

A mudança do cotidiano do cidadão pode gerar insatisfação nos mesmos, criando um ambiente caótico, podendo os levar a reclamar aos órgãos competentes. Barulho, poeira, congestionamentos, maior tempo de viagem e risco de acidentes, por conta da destruição do pavimento durante a obra e fechamento de faixas, são alvos dessas reclamações em geral.

### **2.5.12 Impactos ambientais**

Obras subterrâneas geram congestionamento em geral, principalmente utilizando abertura de valas. Por conta desse congestionamento, os veículos gastam mais combustível para realizar o mesmo percurso. Conseqüentemente, existe o aumento da poluição do ar, no caso da utilização do MD em comparação ao MND, visto que o segundo reduziria o tráfego, mas com menos impacto que o primeiro.

Além disso, o aumento de tempo dos veículos trafegando, com o auxílio do maquinário envolvido, eleva o aumento, não só do combustível, mas também gera um ambiente empoeirado, gerando uma perturbação pública, se agravando em ambientes mais sensíveis, como escolas, hospitais e áreas de forte urbanização, como centros urbanos e comerciais.

Ademais, vale ressaltar o cuidado extra que se deve ter em construções em lugares mais sensíveis, como nascentes, áreas verdes e reflorestadas, rios, lagos, habita natural, parques públicos, áreas protegidas e locais históricos. Geralmente os impactos causados nesses ambientes são mais difíceis de solucionar, podendo, em alguns casos, ser até irreversíveis e duramente penalizados pelos órgãos competentes e defensores ambientais.

### **2.5.13 Tempo de execução de obras**

O tempo de execução de obras é condição fundamental na análise de qual metodologia ser utilizada. Este fator irá dimensionar a duração dos outros sobre a população. A metodologia destrutiva, de forma geral, tem sua duração muito afetada, principalmente, pelo tempo levado para a destruição do pavimento e do volume de solo a ser escavado.

Além disso, a repavimentação também é um ponto relevante a ser levado considerado nesta análise. Por outro lado, o MND, por demandar uma área de pavimento e volume de material escavado muito menor, possui essa vantagem em relação ao método destrutivo.

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa compreendeu um estudo de caso, na qual foi acompanhado, desde fase intermediária até a final, uma obra de método não destrutivo de implantação, na cidade de Santos, no litoral do estado de São Paulo.

A pesquisa foi baseada na análise da metodologia utilizada, contrapondo todos os impactos sociais que uma obra de saneamento, usando o MD, pode causar. Além das alternativas de operação, a fim de reduzir e tornar mais amenos para a sociedade.

Posteriormente, após a captação de todas essas informações, será informado os custos sociais e suas conclusões. Além disso, os custos econômicos também serão informados, com a intenção meramente informativa. Porém, nesse estudo, esse dado ficará em segundo plano, visto que o foco são os impactos sociais.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA OBRA

A obra está localizada entre a Avenida Afonso Pena e Rua João de Barros, e, nos parâmetros do sistema de coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*) aproximadamente no ponto: Longitude UTM 367706.14 m E e Latitude UTM 7347959.88 m S. Além disso, a cidade de Santos, conforme o censo IBGE (2010), possuía 419.400 habitantes e população estimada para 2021 de 433.991 habitantes.

#### 3.2 MOTIVAÇÃO DA OBRA

Há mais de um século comprometida com o saneamento e eleita, por dois anos consecutivos, de acordo com INSTITUTOTRATABRASIL, 2021, *apud* SNIS, 2019)., a cidade com o melhor saneamento básico do país. Porém, Santos já enfrentou muitos problemas no passado, com melhora gradual a partir de obras do engenheiro sanitário Saturnino de Brito. Ele foi responsável por criar nove canais, no período entre 1905 e 1927.

Contudo, apesar da melhora, alguns trechos da cidade ainda não tiveram obras de manutenção, o que, ocasionalmente, podem gerar problemas, como entupimento e infiltração. A obra surgiu justamente dessa situação, onde uma tubulação de esgoto antiga que, recorrentemente, apresentava problemas de infiltração e pode ser observada na Figura 8. Ao longo do tempo, essa tubulação absorvia o solo, que seguia em conjunto com o fluxo normal, o que ocasionava na instabilidade do solo, onde se foi criando um grande desnível.



Figura 8 – Trecho sob infiltração subterrânea devido à tubulação defasada



Fonte: Autor (2022).

A SABESP é a empresa responsável no estado de São Paulo de realizar as obras públicas de saneamento. E, em conformidade com o avanço da tecnologia, optou por utilizar a metodologia MND, que visa diminuir o impacto social, principalmente pelo local da obra ser em uma grande avenida da 36ª cidade mais rica do país, o que gera uma grande movimentação no local.

Ademais, segundo a própria SABESP (2017), a justificativa técnica para utilização do método Tubos Cravados se deu por conta da obra se der em condições com profundidades elevadas, baixa declividade, tráfego intenso de veículos, solos de baixa resistência, presença de lençol freático e muitas interferências como galerias de águas pluviais, dutos de gás, rede de energia elétrica de alta tensão, telefonia e dados.

### 3.3 ETAPAS CONSTRUTIVAS

A caracterização do processo evolutivo da obra será fornecida, conforme documento público, disponibilizado pela própria SABESP (2017). As etapas construtivas serão divididas de forma a organizar e assim ter uma melhor assimilação sobre os processos.

#### **3.3.1 Canteiro de obras**

Após definida a metodologia, o primeiro passo foi definir o local e tamanho da implantação do canteiro de obras. Mesmo que o MND diminua os impactos sociais que o MD causa, eles não são totalmente anulados. Uma dessas formas é a própria instalação do canteiro de obras, de forma que, só sua existência obstrui a passagem de algumas faixas das ruas e avenidas locais, sem contar sua interferência em calçadas e outras malhas, como, no local, a presença de ciclovia. Seu croqui e sua implantação podem ser vistos nas Figuras 9, 10 e 11.



Figura 9 – Croqui de localização do canteiro de obras



Fonte: SABESP (2017)

Figura 10 – Canteiro de obras na localizado na Avenida Afonso Pena e imagem parcial do canteiro da Rua João de Barros



Fonte: Autor (2022).

Figura 11 – Canteiro de obras da Avenida Afonso Pena em detalhe



Fonte: Autor (2022).

### 3.3.2 Aspectos construtivos

Por se tratar de uma obra pública, a SABESP deveria regularizar com os órgãos competentes responsáveis, em relação a trânsito e obras públicas, sendo elas:

- Companhia de Engenharia de Tráfego (CET);
- Comissão de Serviços Públicos (COMSERP).

Tais órgãos precisaram aprovar a metodologia e realizar a supervisão do serviço em questão. Essas entidades, por se tratar de uma técnica não destrutiva, tiveram uma maior facilidade em lidar com a situação. Nesse cenário, principalmente a CET teve uma maior facilidade em lidar com a situação, visto que ela é encarregada da fiscalização do trânsito, e a avenida em questão não precisou ser completamente obstruída após a instalação do canteiro de obras.

### **3.3.3 Serviços técnicos**

Os serviços de locação, nivelamento e pesquisa de interferência e detalhamento do projeto citam atividades que seriam feitas anteriormente ao início das obras.

### **3.3.4 Detalhamento do projeto**

O projeto executivo deveria conter, no mínimo, os projetos executivos de:

- Sinalização e desvios de trânsito;
- Execução dos Tubos Cravados;
- Hidráulica;
- Mecânica;
- Estrutura;
- Civis;
- Escoramento de valas.

### **3.3.5 Pesquisa de interferências**

A fim de evitar quaisquer danos as redes já existentes, a SABESP realizou a pesquisa de interferências precisou ser executada pelo método de prospecção, por Detecção eletromagnética e Radar de penetração no solo / GEORADAR, complementados por:

- Detecção Magnética;
- Detecção por Varas Metálicas;
- Sondagem de Rede.

Essa pesquisa consiste na detecção, com elevado grau de precisão, a presença de redes e tubulações próximas, sendo redes de água, esgotos, drenagem pluvial, eletricidade, redes de dados, gasodutos entre outras.

A execução das pesquisas requer preparativos antecipados, tais como:

- Eventual desvio de trânsito com sinalização de vias;
- Utilização do período noturno sempre que a situação assim o exigir devido a necessidade de menor interferência às condições locais;
- Conhecimento de interferências de outras tubulações existentes;
- Consulta à área técnica das concessionárias, efetuando visita conjunta ao local das obras, quando necessário;
- Posse de plantas cadastrais atualizadas, sempre que disponíveis, que contenham amarração dos principais registros de manobras e outras peças especiais;
- Posse de equipamentos necessários ao apoio de serviços de escavação e drenagem;
- Posse de material adequado de demarcação da área pesquisada (tinta refletiva, porções, cavaletes, placas etc.);
- Exigência de impressos próprios de pesquisa para facilitar a identificação do local pesquisado, a execução do serviço e posterior registro para a alimentação do cadastro técnico.

### **3.3.6 Movimento de terra**

Antes do início das escavações, foi realizado pesquisas de interferências, com o objetivo de não danificar quaisquer tubos, caixas, cabos, postes e outros elementos ou estruturas

que estejam na área atingida pela escavação ou próximos a mesma. Por ser uma técnica não destrutiva, a área atingida pela execução da operação é menor, visto que não foi necessário a abertura de valas ao longo do trajeto. Porém, vale ressaltar que todo o estudo necessário tem que ser realizado, de modo que quaisquer erros de execução podem trazer grandes consequências negativas, como danificar tubulações de óleo, gasodutos, elétricas e sanitárias.

### **3.3.7 Esgotamentos**

As águas em valas, poços e cavas devem ser esgotadas antes de se dar prosseguimento aos trabalhos. A água esgotada deve ser conduzida para a galeria de águas pluviais ou local apropriado por meio de calhas ou condutos a fim de se evitar o alagamento das superfícies vizinhas ao local escavado. Novamente, por ser um MND, o volume de material escavado é menor, o que gera uma menor quantidade de resíduos gerados em virtude dessa operação.

### **3.3.8 Tubos cravados**

Esse método consiste na cravação de tubos de concreto pré-fabricados de acordo com a norma NBR 8890/2020 e que deverão resistir também aos esforços horizontais causados pelas cargas dos macacos de cravação.

O processo construtivo consiste em escavação feita mecanicamente através de máquina dotada de cabeça giratória, acionada por motores elétricos. Na parte posterior da máquina, são colocados tubos de concreto pré-moldados, que são cravados sucessivamente no solo pelo conjunto de macacos hidráulicos.

A propulsão é realizada no poço de serviço, provocando o avanço do equipamento e demais tubos já instalados. O direcionamento do túnel é conseguido com auxílio de um aparelho de raio laser, instalado no poço de serviço. O comando e o controle do direcionamento são feitos externamente através de um painel de controle que possibilita ao operador monitorar os comandos necessários para a correta execução.

Os tubos deverão ser de concreto e, também resistir aos esforços horizontais causados pelas cargas dos macacos de cravação. Os tubos de concreto armado deverão possuir nas extremidades de cada seção um colar para possibilitar a emenda através da junta elástica entre os tubos, em concordância com o procedimento descrito na NTS 163.

Na primeira seção deverá ser adaptada uma carcaça de aço “shield”, com as finalidades de servir como câmara de trabalho, proteger o primeiro tubo e facilitar o corte do terreno na cravação.

O equipamento shield deverá ser provido dos acessórios necessários que permitam seu avanço em solos de alteração ou mesmo rocha, com a utilização de cabeça escarificadora especial. O shield deverá ser provido de software que execute o gráfico de fugas do equipamento em relação ao eixo de projeto.

O poço de serviço deverá ter dimensões internas mínimas compatíveis com o tipo de equipamento de cravação. Na parede do poço de cravação, oposta à direção na qual será cravado o tubo, deverá ser montado um quadro rígido para a reação do macaco hidráulico, compatível com o tipo de equipamento e condições de resistência do solo.

A tubulação cravada deverá entrar justa no terreno, não podendo ficar com folgas significativas externas, devendo, portanto, a tubulação ocupar totalmente a área escavada, não permitindo recalques no terreno, dispensando injeção de preenchimento com argamassa de cimento e areia ou outros materiais.

A verificação do alinhamento do túnel deverá ser feita periodicamente, à frequência de um ponto a não mais de 3 m de avanço. O desvio observado deverá ser imediatamente corrigido para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórico com a tolerância especificada no projeto.

Os tubos deverão ser impermeáveis a infiltrações, atender à norma NTS 163 SABESP e às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento de ferragem como de fissuração de concreto.

### **3.3.9 Poços de serviço**

Os poços de acesso deverão ser localizados em pontos que permitam seus fechamentos provisórios, possibilitando a liberação do tráfego em horários de pico e em eventuais paralisações das obras.

Após o término da cravação dos tubos, os poços de serviço deverão ser transformados em Poços de Visita que propiciem a interligação das tubulações existentes às novas tubulações. Para tanto deverão ser previstos os arranjos geométricos necessários, canaletas internas e todo o dimensionamento estrutural, tanto para o período de obras quanto para o de operação das redes coletoras.

### 3.3.10 Pavimentação

A pavimentação, após a conclusão da obra, deve ser executada de acordo com o especificado no projeto. Assim, a nova pavimentação deve respeitar e manter o bom funcionamento de todas as tubulações e estruturas existentes. A reconstrução do pavimento implica a recolocação de meios-fios, tampões, bocas de lobo e outros, eventualmente demolidos ou removidos.

O pavimento, depois de concluído, deve estar perfeitamente conformado ao greide e seção transversal do pavimento existente. As emendas do pavimento reposto com o pavimento existente devem apresentar perfeito aspecto de continuidade. Vale ressaltar que o processo de repavimentação da via foi menos custoso do que se fosse utilizado o MD, visto que a área de destruição do pavimento é muito maior no método de abertura de valas.

### 3.3.11 Custos

A licitação foi feita em conjunto com outra obra realizada. Como ambas precisariam utilizar maquinário semelhante e precisariam ser feitas uma após a outra, o custo engloba as duas obras. A outra obra também utilizou a metodologia MND e estava localizada na junção de duas grandes avenidas. Dito isso, o custo total foi em R\$ 914.187,23.

CELESTINO (2016) realizou uma importante pesquisa na análise de custos, comparativamente entre o MND e o método de abertura de valas. Na análise realizada, a obra também atingiria a profundidade de 6m, e ao final, ele chegou a um custo total de R\$1.435,15 por metro linear. Por outro lado, na utilização do método convencional, foi obtido o custo de R\$1.595,60 por metro linear

### 3.3.12 Detalhamento específico

Algumas informações importantes foram comentadas pelos colaboradores *in loco*, porém, no documento fornecido pela SABESP, não existe essa confirmação. Por exemplo, o diâmetro da tubulação defasada consistia num tubo de 250 mm, a mudança para a nova seria para um tubo ainda maior, com 300 mm de diâmetro. Além disso, a respeito da declividade da tubulação, ela não foi informada *in loco* e o documento cita apenas que o trecho possui *baixa declividade*.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em duas situações semelhantes, em grandes avenidas com problemas de infiltração na tubulação de esgoto e conseqüente rebaixamento do solo, o estudo da SABESP considerou melhor, por todos os fatores já citados, a adoção de tecnologia não destrutiva. Em ambas as obras, o rebaixamento do solo causava diversas preocupações, tais como:

- Possibilidade de o terreno ceder por conta do menor volume de solo contido em trecho isolado;
- Possibilidade de danificar as tubulações adjacentes;
- Risco material para a prefeitura, caso o solo cedesse e destruísse seu entorno;
- Risco material para a população, de danificar veículos, em caso de acidente, por conta do desnível;
- Risco material para a população, podendo ter seus veículos avariados ou até destruídos em caso de catástrofe;
- Risco de vida para todas as pessoas no entorno.

A SABESP, a fim de solucionar os problemas gerados pelo rebaixamento do solo, iniciou os estudos específicos nos locais. E, preocupada em como essa obra poderia atingir a população, principalmente por se tratar de grandes avenidas, com grande circulação de veículos, bicicletas e pedestres, qual metodologia seria a adequada, a destrutiva ou não destrutiva. Dessa forma, encontrou-se como indicada para a situação não destrutiva, de forma a concluir as obras, com o mínimo de impacto à sociedade.

Após a finalização da escolha pelo MND, precisaria ser escolhido se seria uma MNDI ou MNDR. Ou seja, se a tubulação seria renovada (MNDR) ou construída uma nova (MNDI). Assim, com os estudos realizados pela empresa, foi decidido que a tubulação antiga ali permaneceria e outra adjacente à esta seria construída, com a inutilização da obsoleta. Analisando os diversos procedimentos que englobam o MNDI, a perfuração por cravação foi a escolhida.

A obra começou a ser acompanhada próxima a finalização dos poços envolvidos na metodologia, na data de 27/10/2020, onde já estava montada toda a estrutura envolvida, com redução do tráfego em torno do canteiro de obras.

Ainda estavam por concluir os próprios poços, chegada do restante do maquinário (principalmente o *mini-shield* e geradores de energia). Houve acompanhamento da obra por



mais de um mês, com conclusão e remoção de todos os equipamentos e maquinários por volta do dia 14/12/2020.

Sendo assim, os resultados serão investigados baseados no acompanhamento que foi feito da obra, com comparação dos dados que já foram comentados e das imagens abordadas. Dessa forma, conseqüentemente serão discutidos sobre os temas abordados e resultados obtidos, observando os impactos sociais mitigados no MND em relação ao método de abertura de valas.

#### 4.1 INTERRUPÇÃO AO TRÁFEGO VEICULAR

O MD é, de longe, a metodologia de saneamento que mais impacta o tráfego veicular, visto que a abertura de valas destrói completamente o pavimento sobre o trecho da tubulação, conforme Figuras 12 e 13. No estudo de caso, as tubulações atravessariam completamente um dos sentidos da rua. Isto inviabilizaria o fluxo natural de veículos, o que obrigaria os motoristas a encontrarem caminhos alternativos, que não são programados para receber essa carga, causando lentidão e engarrafamento.

Figura 12 – Forma de atuação – abertura de valas



Fonte: VPA Equipamentos (2022).

Figura 13 – Método destrutivo *in loco*

Fonte: VPA Equipamentos (2022).

Em contrapartida, o MND possui um canteiro de obras menor, dado que o local de destruição do pavimento, na metodologia de cravação de tubos, consiste apenas nos poços e na área equivalente a ocupação do maquinário envolvido, conforme Figuras 14 e 15. Além disso, foi interditado apenas duas de três faixas da avenida (permitindo seu fluxo, mesmo que reduzido), a liberação do acesso da rua à avenida, uma região menor de calçada, apenas uma das duas faixas de ciclovia.

Figura 14 – MND *in loco* entre Rua João de Barros e Avenida Afonso Pena



Fonte: Autor (2022).



Figura 15 – MND *in loco* entre Avenida Afonso Pena e ciclovía



Fonte: Autor (2022).

Além disso, DEZZOTTI (2008), em relação ao custo social gerado pela interrupção ao tráfego veicular, realizou essa análise, comparativamente, entre o MND e o método tradicional. No estudo realizado, o custo social final era dependente da metodologia utilizada e do volume de tráfego. Essa análise pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Custos sociais associados ao impacto causado pela interrupção de veículos – Comparativo MND x Método Tradicional

Volume de tráfego na rede (veículos/hora)	CUSTO SOCIAL (R\$)			
	MND		MÉTODO TRADICIONAL	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
2392	0,00	1,27	41,36	116,50
4784	0,00	183,34	301,91	377,06
7176	0,00	480,80	850,96	934,49
9568	0,00	353,13	949,92	966,62
11960	0,00	378,32	1039,97	1234,98

Fonte: DEZZOTTI (2008)

#### 4.2 DANOS À RODOVIA E PAVIMENTO

A técnica tradicional, obrigatoriamente, destrói todo o pavimento envolvido na obra. Isto, além de prejudicar o fluxo de veículos por mais tempo (visto o processo de repavimentação), causa um custo desnecessário. Por outro lado, a repavimentação no MND é necessário, porém, numa área muito menor.

Na obra da Rua João de Barros, foi feita uma projeção da área utilizada como canteiro de obras, caso o MD fosse utilizado e como foi com o MND, conforme as figuras abaixo.



Figura 17 – Área e perímetro equivalentes à Figura 16



Fonte: Autor (2022).

Dessa forma, caso o MD fosse utilizado, aproximadamente 1124 metros quadrados seriam necessários serem repavimentados. Comparativamente, as Figuras 18 e 19 mostram as imagens dos trechos já repavimentados durante a execução da obra, pelo MND. Esses trechos foram separados em 3 áreas e foram feitas as projeções delas. O trecho da Rua João de Barros com Avenida Afonso Pena (Trecho 1), um localizado na Avenida Afonso Pena, próximo a ciclovia (Trecho 2) e o trecho na própria ciclovia (Trecho 3), segundo as Figuras 20 a 25.



Figura 18 – Trecho repavimentado na Rua João de Barros com Avenida Afonso Pena (Área 1)



Fonte: Autor (2022).



Figura 19 – Trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 2), à esquerda, e Ciclovia, à direita (Área 3)



Fonte: Autor (2022).

Figura 20 – Projeção do trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 1)



Fonte: Autor (2022).

Figura 21 – Área e perímetro equivalente à projeção trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 1)

Descrição	Estilo/Cor	Visualizar	Altitude	Medidas
Perímetro:		57,8		Metros
Área:		90,8		Metros quadrados

Fonte: Autor (2022).

Figura 22 – Projeção do trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 2)



Fonte: Autor (2022).

Figura 23 – Área e perímetro equivalente à projeção trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 2)

Descrição	Estilo/Cor	Visualizar	Altitude	Medidas
Perímetro:			21,5	Metros
Área:			28,5	Metros quadrados

Fonte: Autor (2022).



Figura 24 – Projeção do trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 3)



Fonte: Autor (2022).

Figura 25 – Área e perímetro equivalente à projeção trecho repavimentado na Avenida Afonso Pena (Área 3)

Descrição	Estilo/Cor	Visualizar	Altitude	Medidas
Perímetro:			17,6	Metros
Área:			12,8	Metros quadrados

Fonte: Autor (2022).

Conforme abordado, a área de repavimentação, pelo MD, consistiria em aproximadamente 1.124 m<sup>2</sup>. Pelo MND, as áreas 1, 2 e 3, respectivamente, necessitariam de 90,8, 28,5 e 12,8 metros quadrados. Ou seja, a área total, pelo MND, seria de 132,1 m<sup>2</sup>. Este valor representa apenas 11,75% do material de repavimentação que o MD necessitaria.

#### 4.3 DANOS ÀS ESTRUTURAS E UTILIDADES ADJACENTES

Devido ao fato de haver vários sistemas de infraestrutura (água para abastecimento, esgotamento sanitário, drenagem pluvial, gás, telefonia, entre outros) subterrâneos, é muito comum neste tipo de obra a ocorrência de dano a outra estrutura já implantada.

Na utilização do MD, conforme Figura 12, é possível ver como as sondagens têm que ser realizadas minuciosamente, visto que quaisquer avarias, dependendo do objeto atingido,

pode causar acidentes fatais, causando grandes prejuízos humanos e financeiros, além de deslocamentos e descarregamentos de solo, que podem ser diferentes nas estruturas vizinhas ao local da obra.

Por outro lado, no MND, na metodologia de perfuração por cravação, os locais de perfuração consistem nos dois poços feitos e no cravamento dos tubos em si, por dentro do próprio solo. Os poços costumam ter uma profundidade razoável, onde os poços necessários na obra tinham aproximadamente 6 metros, conforme podem ser vistos nas Figuras 26 e 27.

Figura 26 – Vista externa do poço



Fonte: Autor (2022).



Figura 27 – Vista interna do poço



Fonte: Autor (2022).

Com um diâmetro de aproximadamente 4 metros, seu volume total é de 12,56 m<sup>3</sup>. Caso a mesma profundidade de 6 metros fosse necessário, o MD perfuraria 6.756 m<sup>3</sup>. O MND representa menos de 0,2% em comparação do método tradicional.

#### 4.4 DANOS À ESTÉTICA DO LOCAL

O MD, por ser altamente destrutivo, causa muitos danos a estética do entorno da obra., como pode ser visto na Figura 28. Em cidades altamente urbanizadas e turísticas, como Santos, que ocorrem obras o tempo todo, esse tipo de estética pode afetar no número de turistas ao longo do ano. Por outro lado, o MND diminui esse dano, de forma que sua área é amplamente reduzida, conforme a Figura 29.

Figura 28 – Destruição do terreno e danos estéticos ao local causado pelo MD



Fonte: Autor (2022).



Figura 29 – Mitigação de danos estéticos derivados do uso do MND



Fonte: Autor (2022).

Este é uma avaliação que é difícil de ser mensurada. Uma alternativa seria acompanhar o número de turistas, em iguais situações, onde, ao longo de um período, fosse utilizado MD e MND. Porém, visualmente, a análise feita foi que, as obras são inevitáveis e vão atingir a estética da cidade, porém, o MD afeta mais nesse sentido, de modo que todo o local vira solo e lama, enquanto no MND, a área destruída é muito pequena, e boa parte dos maquinários ficam invisíveis, dentro do local isolado por placas.

#### 4.5 BARULHO E VIBRAÇÃO

Esses fatores também são difíceis de ser mensurados, por conta da ausência de equipamentos específicos que medissem barulho e vibração. Porém, na prática, o material de escavação, caso o MD fosse utilizado, seriam de 6.756 m<sup>3</sup>, enquanto o MND seriam 12,56 m<sup>3</sup>. Maquinários pesados, que seriam necessários para realizar esse serviço, como a escavadeira,

costumam ser barulhentos e causar grandes vibrações. Estas vibrações, inclusive, podem causar danos as estruturas adjacentes, onde a empresa seria responsável e teria de arcar com os custos.

#### 4.6 SEGURANÇA DOS PEDESTRES

A utilização do MD acaba criando ambientes com muito solo irregular e lama. Essas instabilidades criam um ambiente muito perigoso para os que se arriscam atravessar pelas laterais da obra, conforme Figura 28. Por outro lado, o MND propõe um cenário muito mais seguro, sem lugares escorregadios e possibilidade de atravessar a obra por um espaço feito para pedestres, na própria rua, como pode ser visto na Figura 29.

Uma forma de se mensurar como o MND é mais seguro, seria quantificar o número de acidentes envolvendo pedestres, no entorno da obra, pela metodologia MND e MD e comparar. Como a obra não foi acompanhada desde seu início, esse estudo não foi possível.

#### 4.7 PERDAS PARA NEGÓCIOS E COMÉRCIOS

A destruição do pavimento inviabiliza o tráfego de veículos e dificulta a passagem de pedestres e ciclistas. Pela necessidade ou em virtude da melhor trafegabilidade, o fluxo de pessoas no local da obra diminui e essa redução é inevitável. Assim, é natural pensar que, quanto maior o volume de material escavado, mais dificultoso é o acesso àquele local. Assim, o MD precisaria de 6.756 m<sup>3</sup> enquanto o MND apenas 12,56 m<sup>3</sup>.

Além disso, o canteiro de obras também apresenta disparidade. Nessa análise, o canteiro de obras do MD foi calculado apenas como o próprio local escavado e teve uma área total de 1.124 m<sup>2</sup>, segundo Figura 17, enquanto os canteiros espalhados da obra que utilizou MND tiveram um total de 441,60 m<sup>2</sup>.

Figura 30 – Projeção do canteiro de obras da Avenida Afonso Pena



Fonte: Autor (2022).

Figura 31 – Medidas da Projeção do canteiro de obras da Avenida Afonso Pena

Descrição	Estilo/Cor	Visualizar	Altitude	Medidas
Perímetro:			58,2	Metros
Área:			78,6	Metros quadrados

Fonte: Autor (2022).

Figura 32 – Projeção do canteiro de obras da Rua João de Barros



Fonte: Autor (2022).

Figura 33 – Medidas da Projeção do canteiro de obras da Rua João de Barros

Descrição	Estilo/Cor	Visualizar	Altitude	Medidas
Perímetro:			143	Metros
Área:			363	Metros quadrados

Fonte: Autor (2022).

#### 4.8 DANOS ÀS ESTRADAS UTILIZADAS COMO DESVIO

As vias alternativas que são usadas durante a utilização do MD, visto que a principal está com impossibilitada pela abertura de valas, sofrem maior desgaste por conta do aumento do fluxo. Dois fatores primordiais que afetam o tempo de vida de um pavimento é o peso suportado e o tempo de carregamento sobre ele.

O pavimento é calculado para suportar uma certa carga, baseada no tipo de veículos à qual ela foi projetada para suportar. Uma via urbana comum, por exemplo, não foi projetada para sustentar grandes demandas de caminhões carregados. Nessa situação, o pavimento logo precisaria passar por manutenção.

Enquanto o tempo de carregamento consiste no tempo necessário para um veículo ultrapassar aquele espaço infinitesimal. Se um veículo pesado estiver parado e não se movimentar por muito tempo, aquele local sofrerá grandes danos, se não tiver sido projetado para tal.

Dessa forma, com a mudança de tráfego adotada pelo MD, as vias secundárias serão sobrecarregadas, com possibilidade de suportar veículos à qual não foram projetadas, mas, principalmente, com a baixa velocidade da via, por conta do acúmulo de veículos, o tempo de carregamento sobre ele impactará diretamente no tempo de vida do pavimento.

O MND não costuma impedir totalmente o tráfego da via, mas naturalmente é necessário reduzir o fluxo de veículos para o serviço ser realizado. Esse fluxo, como pode ser visto na Figura 29, causa danos ao pavimento, por conta do inevitável carregamento de veículos. Porém, como o fluxo tende a seguir, mesmo que com velocidade reduzida, os danos causados por tempo de carregamento são baixos e não existem danos por peso, dado que os veículos que estão trafegando, são os que presumivelmente deveriam transitar pela via.

#### 4.9 SEGURANÇA LOCAL E PÚBLICA

Além da segurança dos pedestres e ciclistas que necessitam atravessar um local com valas a céu aberto, esse tipo de metodologia gera insegurança nos próprios trabalhadores. Eles ficam expostos a diversos tipos de acidentes, como colapso da parede da trincheira, desmoronamentos e outros acidentes de quedas de valas.

Na utilização da tecnologia não destrutiva, por outro lado, os poços utilizados com a técnica de perfuração por cravação, eram resguardados com concreto armado. Então mesmo que os trabalhadores tivessem que adentrar nos poços, a quantidade de colaboradores que tinham que se arriscar era menor, além de estarem mais seguros por conta da estabilidade gerada pelo concreto armado.

#### 4.10 INSATISFAÇÃO DOS CIDADÃOS

Diversos são os motivos que causam insatisfação na população durante uma obra, tais como barulho, poeira, congestionamentos, maior tempo de viagem, risco de acidentes e destruição do pavimento. Essa insatisfação pode gerar reclamações aos órgãos públicos por conta dessa preocupação com os cidadãos. E conforme já citado nos resultados anteriores, o MND reduziu todos esses impactos em comparação ao MD. Então, pela análise direta, consequentemente, o MND gera um maior nível de satisfação a população, em relação ao MD.

#### 4.11 IMPACTOS AMBIENTAIS

Conforme abordado no tópico 4.8, o uso do método tradicional ocasiona num fluxo maior de veículos, por conta da anulação da via principal para vias secundárias, diferente do MND, que apenas reduz a velocidade da via principal. Essa necessária alteração na via, com o propósito de realizar a obra imprescindível para a população, porém, aumenta a quantidade de tempo dos veículos na via.

Com o aumento do tempo dos veículos nas ruas gera um consequente aumento do gasto de combustível e emissão de gases para a atmosfera. Dessa forma, o MND, por não interromper o fluxo total da via, gera uma menor perda para o meio ambiente em relação ao MD. Além disso, a destruição do terreno natural, com grandes volumes de material escavado, também é um fator prejudicial ao MD nesse sentido.

#### 4.12 TEMPO DE EXECUÇÃO DE OBRAS

O tempo é condição fundamental na análise de qual metodologia ser utilizada, pois, este fator irá dimensionar o quanto os outros irão atingir a população. A fim de mensurar a diferença entre o tempo necessário para execução de obras entre o método destrutivo e não destrutivo, durante a mesma análise feita por CELESTINO (2016), no tópico 3.3.11, procurou-se comparar, além dos custos, o tempo de execução comparativamente do MND com o método convencional. Na obra analisada, o tempo de execução previsto, com a utilização do método não destrutivo eram de 8 horas, enquanto o método destrutivo levaria 6 dias para realizar o mesmo serviço.



No estudo de caso, além da obra na Rua João de Barros, uma segunda foi agregada a mesma licitação, visto que ambas utilizariam o mesmo método não destrutivo por cravação. Dessa forma, o cronograma de obras previa 120 dias para a execução de ambas. A Figura 30 mostra o cronograma envolvido em cada obra, onde é possível ver que aproximadamente 60 dias era o período previsto para a completa conclusão do serviço.

Figura 34 – Cronograma das obras envolvidas

Atividade	Quinzena							
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª
Mobilização	■							
Fornecimento de materiais								
Serviços Preliminares R. João de Barros								
Obras MND R. João de Barros		■						
Pavimentação R. João de Barros				■				
Serviços Preliminares Av. Cons. Nêbias						■		
Obras MND Av. Cons. Nêbias							■	
Pavimentação Av. Cons. Nêbias								■
<b>Total</b>	120 dias							

Fonte: SABESP (2017).

#### 4.13 CUSTOS SOCIAIS

Dessa forma, os impactos sociais que uma obra gera são muito relevantes durante o estudo da metodologia a ser utilizada. Através de relações feitas por Motta, Obraczka, Rodrigues (2017), foi feita uma estimativa dos custos diretos e dos custos sociais associados a uma determinada obra, com a análise feita entre o método de abertura de valas e *Pipebursting*. Os valores obtidos podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Custos dos métodos de abertura de vala e *Pipebursting* para substituição de redes (R\$/100m)

Método Construtivo	DN/DE (mm)	Custos diretos (R\$)	Custos sociais (R\$)	Total R\$
	150	52.199,11		105.579,96
<b>Abertura de vala</b>	200	56.389,24	53.380,85	109.770,09
	250	66.347,21		119.728,06
	300	73.261,63		126.642,48
	400	80.131,91		133.512,76
<b><i>Pipebursting</i></b>	160	46.875,37		59.845,59
	225	66.572,17		79.542,39
	280	85.258,61	12.970,22	98.228,83
	355	114.306,17		127.276,39
	400	133.436,89		146.407,11

Fonte: Motta, Obraczka, Rodrigues (2017).

## 5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

### 5.1 CONCLUSÃO

O saneamento básico é uma necessidade fundamental para o ser humano. No Brasil ele vem evoluindo, mas ainda está longe do ideal. Assim como o saneamento básico vem crescendo, vem sendo desenvolvidas cada vez mais técnicas, com o avanço da tecnologia. O presente estudo teve como finalidade a análise dos impactos sociais que esses procedimentos, denominados MND, em comparação com o método de abertura de valas, sendo eles:

- Interrupção ao tráfego veicular;
- Danos à rodovia e pavimento;
- Danos às utilidades adjacentes;
- Danos às estruturas adjacentes;
- Danos à estética do local;
- Barulho e vibração;
- Segurança dos pedestres;
- Perdas para negócios e comércios;
- Danos às estradas utilizadas como desvio;
- Segurança local e pública;
- Insatisfação dos cidadãos;
- Impactos ambientais

Durante a análise, esses impactos foram inspecionados na obra em questão, do estudo de caso, que utilizou o MND, em comparação com as descrições que já existem do método tradicional. Ao longo do acompanhamento, diversas fotos e relatos dos próprios executores, além do próprio conhecimento que já se tem sobre essa técnica foram apontadas.

Com os vários já existentes estudos relacionados a esses métodos diferentes de execução, o MNDI utilizado foi o de cravação por tubos. Com o intuito de criar uma tubulação adjacente a uma avariada, criou-se um microtúnel, através do *mini-shield*, onde a nova conectaria os pontos, inutilizando a antiga danificada. Essa tubulação defeituosa estava absorvendo uma parte do solo, criando uma região de infiltração, com conseqüente rebaixamento do solo. Dessa forma, foi possível concluir que:

- A utilização do MND reduziu, consideravelmente o número de faixas de trânsito interditadas;
- Possibilitou a não paralisação de um sentido da avenida;
- Permitiu a liberação do acesso de uma das ruas com conexão à avenida;
- Propiciou o desbloqueio completo da ciclovia, com a interdição de apenas uma das duas faixas;
- Não sobrecarregou vias secundárias, devido a não obstrução da principal;
- Evitou danos aos trajetos secundários, dado o acúmulo de veículos que o MD causa neles, o que prejudicaria a população ao realizar esses percursos;
- Não necessitou a completa destruição do pavimento, sendo necessários apenas para criação de dois poços;
- Liberação de maior parte da calçada, visto que o canteiro de obras e a área destruída é menor;
- Menor risco de danos a utilidades adjacentes as tubulações, aumentando a segurança tanto para os trabalhadores, quanto para a população;
- Diminui o custo relacionado ao reparo (de tubulações danificas, repavimentação, instalações próximas em geral);
- Melhora da estética do local, tanto durante (sem necessidade de abertura de valas) quanto ao final da obra (com recapeamento do asfalto em desnível);
- Atenuação severa da produção de ruídos, visto que o método tradicional utiliza diversos maquinários que geram barulho e vibração (como escavadeira, caminhões e pás carregadeiras);
- Reduziu consideravelmente a quantidade de poeira (muito alta no MD, pela necessidade de destruição do pavimento);
- Aumentou a segurança para pedestres e ciclistas e veículos motorizados em geral, pois não é feito a destruição do asfalto;
- Redução do impacto no fluxo de clientes em comércios e serviços próximos, dado que a obstrução da via não permite um fácil acesso de quem gostaria de acessar essas áreas;
- Reduziu o consumo de combustível que os veículos utilizam, visto que a velocidade da via tende a aumentar com o MND;

- Com a geração de poeira, maior número de maquinários envolvidos, destruição do pavimento e maior consumo de combustível, o MD causa maior impacto ambiental.
- O MND se mostrou, de forma geral, mais ágil que o método destrutivo, o que impacta no tempo de ação da obra sobre a população;
- Por ser uma metodologia mais veloz, o MND será muito importante no objetivo do governo federal em atingir os objetivos do novo Marco do Saneamento Básico

## 5.2 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Os estudos relacionados aos MND estão em grande ascensão no campo sanitário, o que demonstra uma grande necessidade e vontade de mudança para novas tecnologias e métodos mais sofisticados, que diminuam o impacto para a população. Contudo, nesse estudo, algumas limitações foram impostas, dado que o custo financeiro da obra não foi possível, dado que sua licitação foi feita em conjunto com outra. Assim, como sugestão para trabalhos complementares a esse destaca-se os tópicos:

- Comparativo financeiro entre as diferentes técnicas de MND x MD;
- Situações mais favoráveis para utilização do MND e MD;
- Estudos que mensurem os impactos sociais, com foco no MND.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8890: Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário – Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIAS NÃO DESTRUTIVAS (São Paulo). **Institucional.** Disponível em: <https://www.abratt.org.br/institucional/>. Acesso em: 25 nov. 2020.
- ATLAS CAPCO (Nacka – Suécia). **Marco do Saneamento: entenda a nova lei e as oportunidades para o setor.** Disponível em: <https://www.atlascopco.com/pt-br/compressors/air-compressor-blog/marco-saneamento-nova-lei>. Acesso em: 19 mar. 2022.
- CELESTINO, R. N. **Método não destrutivo (mnd) como alternativa de execução em sistemas de esgotamento sanitário—estudo de caso envolvendo análise em campo e de projeto.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- CORAL, D. B.; STEINER, L. R. **Comparativo entre perfuração direcional horizontal (mnd) x método destrutivo (vala), para implantação de rede de gás natural urbana. Estudo de caso.** 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 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 infra-estruturas urbanas subterrâneas.** 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Rio de Janeiro). **Institucional.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama>. Acesso em: 06 mar. 2022.
- INSTITUTO TRATA BRASIL (São Paulo). **Institucional.** Disponível em: [https://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking\\_saneamento\\_2021/Relatório\\_-\\_Ranking\\_Trata\\_Brasil\\_2021\\_v2.pdf](https://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking_saneamento_2021/Relatório_-_Ranking_Trata_Brasil_2021_v2.pdf). Acesso em: 06 mar. 2022.
- JUNTOSPELAÁGUA (São Paulo). **Institucional.** Disponível em: <https://www.juntospelaagua.com.br/2017/11/23/o-que-santos-pode-ensinar-ao-brasil-sobre-saneamento-basico/>. Acesso em: 06 mar. 2022.
- LUIZA, A.; FRANÇA, D.; OLIVEIRA, R. **Métodos de escavação de valas.** 2015. Disponível em: <https://www.reativambiental.com/2015/02/metodos-de-escavacao-de-valas.html>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- NAJAFI, M. **Tecnologia não destrutiva: Planejamento, Equipamentos e Métodos.** New York: McGraw-Hill Professional, 2016.

NAJAFI, M. **Trenchless technology piping: Installation and inspection**. New York: McGraw-Hill Professional, 2010.

NUVOLARI, A. et al. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

PALAZZO, S. A. Introdução aos métodos não destrutivos. [2013] 32 slides color. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIAS NÃO DESTRUTIVAS. **Uma cidade sem valas**. 103 slides color. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/1B5964DF269E4C81832574F20067E461/\\$File/Palestra\\_total\\_MND.pdf](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/1B5964DF269E4C81832574F20067E461/$File/Palestra_total_MND.pdf). Acesso em: 25 nov. 2020.

PREFEITURA DE SANTOS (Santos). **Institucional**. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/santos-e-a-primeira-em-ranking-de-saneamento>. Acesso em: 06 mar. 2022.

PREFEITURA DE SANTOS (Santos). **Institucional**. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=hotsite/conheca-santos#:~:text=No%20ranking%20de%20cidades%20brasileiras%2C%20Santos%20está%20entre%20as%2040,R%24%2022%2C532%20bilhões%20em%202017>. Acesso em: 06 mar. 2022.

RAMOS, F. **Para entender a história... ISSN 2179-4111**. 2018. Disponível em: <http://fabiopestanaramos.blogspot.com/2018/07/a-origem-dos-canais-da-cidade-de-santos.html>. Acesso em: 06 mar. 2022.

RODRIGUES, P. S; MOTTA, S. L; OBRACZKA, M. **II-419 - Comparação de custos de utilização de métodos não destrutivos – mnd e de abertura de vala em obras lineares de saneamento**. *In*: CONGRESSO ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL FEIRA NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE (Duque de Caxias). Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2018/10/II-419.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2022.

VPA EQUIPAMENTOS. **Abertura de valas em vias de grande circulação: como fazer?** Belo Horizonte. 2022.

VPA EQUIPAMENTOS. **Normas de segurança do trabalho na abertura de valas**. Belo Horizonte. 2022.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Orçamento Geral das obras (Rua João de Barros e Av. Conselheiro Nébias



Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp

Folha: 1 / 6

Data: 30/08/17

IO: 05/2017

Licitação: 14.837/17-00

Unid. Adm. Contrato: RSST

Objeto: EXECUÇÃO DAS OBRAS DE REMANEJAMENTO DE REDES COLETORAS PELO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO POR TUBOS CRAVADOS EM SANTOS - UN. BAIXADA SANTISTA - RS

#### RESUMO GERAL DO ORÇAMENTO

Item	Descrição	Total
01000000	REMANEJ REDE COLETORA DE ESGOTOS	914.187,23
<b>Total da Planilha</b>		<b>914.187,23</b>





Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp

Folha: 2 / 6

Data: 30/08/17

IO: 05/2017

Licitação: 14.837/17-00

Unid. Adm. Contrato: RSST

Objeto: EXECUÇÃO DAS OBRAS DE REMANEJAMENTO DE REDES COLETORAS PELO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO POR TUBOS CRAVADOS EM SANTOS - UN. BAIXADA SANTISTA - RS

<b>RESUMO DO ORÇAMENTO POR FRENTES</b>		
<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Total</b>
01000000	REMANEJ REDE COLETORA DE ESGOTOS	
01010000	CANTEIRO DE OBRAS	45.438,68
01020000	BANCO DE PREÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA	7.690,20
01030000	SERVIÇOS TÉCNICOS	14.466,40
01040000	SERVIÇOS PRELIMINARES	6.626,87
01050000	SERVIÇOS ESPECIAIS	9.556,40
01060000	MOVIMENTO DE TERRA	27.982,30
01070000	ESCORAMENTOS	20.464,00
01080000	ESGOTAMENTO	76.063,98
01090000	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	44.203,08
01100000	ASSENTAMENTO	2.479,40
01110000	REMANJ REDE ESG MÉT NÃO DESTRUTIVO	543.999,30
01120000	PAVIMENTAÇÃO	114.658,20
01130000	LIGAÇÕES PREDIAIS	558,42
<b>Total da Frente</b>		<b>914.187,23</b>
<b>Total da Planilha</b>		<b>914.187,23</b>



Licitação: 14.837/17-00

Unid. Adm. Contrato: RSST

Objeto: EXECUÇÃO DAS OBRAS DE REMANEJAMENTO DE REDES COLETORAS PELO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO POR TUBOS CRAVADOS EM SANTOS - UN. BAIXADA SANTISTA - RS

PLANILHA DE ORÇAMENTO						
Item	Descrição	N. Preço	Unid.	Quant.	P. Unit.	Total
01000000	REMANEJ REDE COLETORA DE ESGOTOS					
01010000	CANTEIRO DE OBRAS					
01010100	CANTEIRO DE OBRAS					
01010101	CANTEIRO DE OBRAS TIPO 01	501201	GB	1,00	45.438,88	45.438,88
<b>Total do Grupo</b>						<b>45.438,88</b>
01020000	BANCO DE PREÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA					
01020100	PROSPECÇÃO GEOFISICA					
01020101	PROSP GEO MÉT ELETTRORESISTIVIDADE	502001	EQD	3,00	1.150,44	3.451,32
01020102	PROSP GEO POR GEORADAR GPR	502002	EQD	3,00	1.412,96	4.238,88
<b>Total do Grupo</b>						<b>7.690,20</b>
01030000	SERVIÇOS TÉCNICOS					
01030100	DETALHAMENTO DE PROJETO					
01030101	DETALHAMENTO DE PROJETO	70010001	M	260,00	9,63	2.503,80
01030102	ELABORAÇÃO DE PLANO DE GESTÃO VIÁRIA	505001	GB	1,00	10.995,40	10.995,40
01030200	LOCAÇÃO E CADASTRO					
01030201	CADASTRO DE REDES	70010005	M	130,00	2,47	321,10
01030202	CADASTRO ADUT/COL.T/INTERC.(ATE D=500MM)	70010006	M	130,00	4,97	646,10
<b>Total do Grupo</b>						<b>14.466,40</b>
01040000	SERVIÇOS PRELIMINARES					
01040100	TRANSITO E SEGURANÇA					
01040101	SINALIZACAO LUMINOSA PARA OBRAS	70020001	M	500,00	3,88	1.940,00
01040102	TAPUME CONTINUO EM CHAPAS DE MADEIRA	70020003	M	80,00	6,68	534,40
01040103	SINALIZACAO DE TRAFEGO	70020004	M	500,00	2,32	1.160,00
01040104	SINALIZACAO DE TRAFEGO COM CERQUITE	70020005	M	300,00	2,62	786,00
01040200	PASSADIÇOS E TRAVESSIAS					
01040201	PASSADICOS DE MADEIRA PARA PEDESTRES	70020006	M2	10,00	86,85	868,50
01040202	PASSADICOS DE CHAPA METALICA P/VEICULOS	70020008	M2	5,00	137,56	687,80
01040300	SUSTENTAÇÃO DE ESTRUTURAS					
01040301	ESCORAMENTO DE POSTES	70020009	un	1,00	125,61	125,61
01040302	SUSTENT.TUBULAC.EXIST. - PRANCHAS PEROBA	70020010	M3	0,20	2.622,81	524,56
<b>Total do Grupo</b>						<b>6.626,87</b>
01050000	SERVIÇOS ESPECIAIS					
01050100	PESQUISA E DETECÇÃO					
01050101	PESQUISA DE INTERFERENCIA	70180001	M3	5,00	49,98	249,90
01050102	SONDAGEM REDES/PECAS LOCALIZ.C/PAVIMENT.	70180006	un	10,00	431,28	4.312,80



Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp

Folha: 4 / 6

Data: 30/08/17

IO: 05/2017

Licitação: 14.837/17-00

Unid. Adm. Contrato: RSST

Objeto: EXECUÇÃO DAS OBRAS DE REMANEJAMENTO DE REDES COLETORAS PELO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO POR TUBOS CRAVADOS EM SANTOS - UN. BAIXADA SANTISTA - RS

PLANILHA DE ORÇAMENTO						
Item	Descrição	N. Preço	Unid.	Quant.	P. Unit.	Total
01050200	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES					
01050201	DEMOLICAO ALVENARIA	70180030	M3	5,00	200,04	1.000,20
01050202	DEMOLICAO CONCRETO ARMADO	70180031	M3	5,00	310,99	1.554,95
01050203	DEMOLICAO CONCRETO SIMPLES	70180032	M3	5,00	162,59	812,95
01050204	TRANSPORTE MATERIAL DE DEMOLICAO	70180070	TOK	700,00	1,60	1.120,00
01050205	CARGA DESC.MANUAL MATERIAIS DE DEMOLICAO	70180071	M3	20,00	25,28	505,60
<b>Total do Grupo</b>						<b>9.556,40</b>
01060000	MOVIMENTO DE TERRA					
01060100	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS, POÇOS E CAVAS					
01060101	ESC.MAN.VL/PC/CV S.N.ROCH.C/PF.ATE 1,25M	70030050	M3	100,00	46,88	4.688,00
01060102	ESC.MAN.VL/PC/CV S.N.ROCH.C/PF.ATE 2,00M	70030051	M3	20,00	69,98	1.399,60
01060103	ESC.MAN.VL/PC/CV S.N.ROCH.C/PF.ATE 4,00M	70030052	M3	10,00	81,64	816,40
01060104	ESC.MAN.VL/PC/CV S.N.ROCH.C/PF.ATE 6,00M	70030053	M3	10,00	116,63	1.166,30
01060200	ESC.MECANIZ.DE VALAS EM SOLO N? ROCHOSO					
01060201	ESC.MECAN.VALAS SOLO N.ROCH.ATE 1,25M(A)	70030088	M3	50,00	7,68	384,00
01060202	ESC.MECAN.VALAS SOLO N.ROCH.ATE 2,00M(A)	70030089	M3	30,00	8,44	253,20
01060203	ESC.MECAN.VALAS SOLO N.ROCH.ATE 3,00M(A)	70030070	M3	20,00	9,19	183,80
01060300	ATERRO DE VALAS, POÇOS E CAVAS					
01060301	ATERRO VL/PC/CV COMP.MEC.S/G.C.(A)	70030019	M3	200,00	18,42	3.684,00
01060302	ATERRO VL/PC/CV. C/AREIA(A)	70030021	M3	50,00	88,13	4.406,50
01060400	CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA					
01060401	CARGA E DESCARGA - SOLO(A)	70030090	M3	250,00	4,67	1.167,50
01060402	TRANSPORTE MATERIAL ESCAVADO - SOLO(A)	70030091	M3Q	4.500,00	2,19	9.855,00
<b>Total do Grupo</b>						<b>27.982,30</b>
01070000	ESCORAMENTOS					
01070100	ESTRUTURAS DE ESCORAMENTO - MADEIRA					
01070101	ESCORAMENTO CONTINUO(A)	70040003	M2	400,00	51,16	20.464,00
<b>Total do Grupo</b>						<b>20.464,00</b>
01080000	ESGOTAMENTO					
01080100	ÁGUAS SUPERFICIAIS					
01080101	ESGOTAM.C/BOMBAS DE SUPERF. OU SUBMERSAS	70050001	HPH	3.000,00	2,14	6.420,00
01080200	REBAIX.LENCOL FREAT.C/PONTEIRAS - VALAS					
01080201	REBAIX.LENCOL FREAT. C.J.PONT.ATE 2,00M	70050002	M	10,00	118,90	1.189,00
01080202	REBAIX.LENCOL FREAT. C.J.PONT.ATE 4,00M	70050003	M	50,00	202,30	10.115,00
01080203	REBAIX.LENCOL FREAT. C.J.PONT.ATE 6,00M	70050004	M	150,00	236,49	35.473,50
01080204	MOBIL.EQU/EQUIPAM.PIREBAIX.PONT.FILTR.	70050005	un	6,00	3.811,08	22.866,48



Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp

Folha: 5 / 6

Data: 30/08/17

IO: 05/2017

Licitação: 14.837/17-00

Unid. Adm. Contrato: RSST

Objeto: EXECUÇÃO DAS OBRAS DE REMANEJAMENTO DE REDES COLETORAS PELO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO POR TUBOS CRAVADOS EM SANTOS - UN. BAIXADA SANTISTA - RS

**PLANILHA DE ORÇAMENTO**

Item	Descrição	N. Preço	Unid.	Quant.	P. Unit.	Total
<b>Total do Grupo</b>						<b>76.063,98</b>
01090000	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS					
01090100	FORMAS PARA CONCRETO					
01090101	FORMA PLANA DE MADEIRA - ESTRUTURA	70070127	M2	20,00	106,10	2.122,00
01090200	AÇOS PARA CONCRETO					
01090201	ARMACAO EM AÇO CA-50	70070135	KG	1.250,00	9,48	11.850,00
01090300	CONCR. ESTRUT. PIESTR. CONTATO C/ESG/GAGRES					
01090301	CONCR. ESTR. CONT. C/ESG/G. AGR. FCX=40.0MPA	70070150	M3	5,00	470,16	2.350,80
01090400	PO? VISITA DI? 1,00 M P/REDE ESGOTO					
01090401	PV D=1,00M T.CONCR.C/PB/E ATE 2,00M P/RE	70070181	un	4,00	3.624,29	14.497,16
01090500	DISPOSIT.ESPECIAIS E ESTRUT.ACESSÓRIAS					
01090501	ASSENTAMENTO DE TUBO DE QUEDA	70070229	M	3,00	350,23	1.050,69
01090502	BOCA-DE-LOBO	70070235	un	3,00	1.593,79	4.781,37
01090503	EXECUCAO DE TAMPAS DE BOCA-DE-LOBO	70070236	un	3,00	161,02	483,06
01090600	CAIXA DE ALVENARIA 1/2 TIJOLO					
01090601	CAIXA DE ALVENARIA 1/2 TIJOLO 0,60X0,60M	70070255	M	10,00	706,80	7.068,00
<b>Total do Grupo</b>						<b>44.203,08</b>
01100000	ASSENTAMENTO					
01100100	ASS.TUBOS/PEÇAS PVC/PE/RPVC/DEFOFO C/JE					
01100101	ASS.150MM PVC RIG/RPVC/DEFOFO C/JE(A)	70080070	M	130,00	5,20	676,00
01100200	ASS.TUBOS CONCRETO P?PLUVIAIS C/J.ARG.					
01100201	ASS.TUBOS CONCRETO 300MM, C/J.ARG.(A)	70080151	M	50,00	13,96	698,00
01100300	CARGA TRANSP/DESC. TUBOS DE CONCRETO					
01100301	C/D TUBOS/PECAS CONCRETO	70080346	TON	1,00	102,36	102,36
01100302	TRANSP.TUBOS/PECAS CONCRETO	70080347	TOK	5,00	4,93	24,65
01100400	CARGA/TRANSP/DESC.PVC R?/PE/RPVC/DEFOFO					
01100401	C/T/D ATE 10KM 150MM PVC RGR/RPVC/DEFOFO	70080319	KM	1,00	978,39	978,39
<b>Total do Grupo</b>						<b>2.479,40</b>
01110000	REMANJ REDE ESG MÉT NÃO DESTRUTIVO					
01110100	REMANEJ REDE ESG MND POR TUBO CRAVADO					
01110101	EXE REDE ESG MND/TB CRAV. PV1A3 C.NÉBIAS	503001	GB	1,00	290.755,37	290.755,37
01110102	EXE REDE ESG MND/TB CRAV. PV4A5 J.BARROS	503002	GB	1,00	253.243,93	253.243,93
<b>Total do Grupo</b>						<b>543.999,30</b>
01120000	PAVIMENTAÇÃO					
01120100	LEVANTAMENTO DE PAVIMENTAÇÃO					





Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp

Folha: 6 / 6

Data: 30/08/17

ID: 05/2017


Licitação: 14.837/17-00

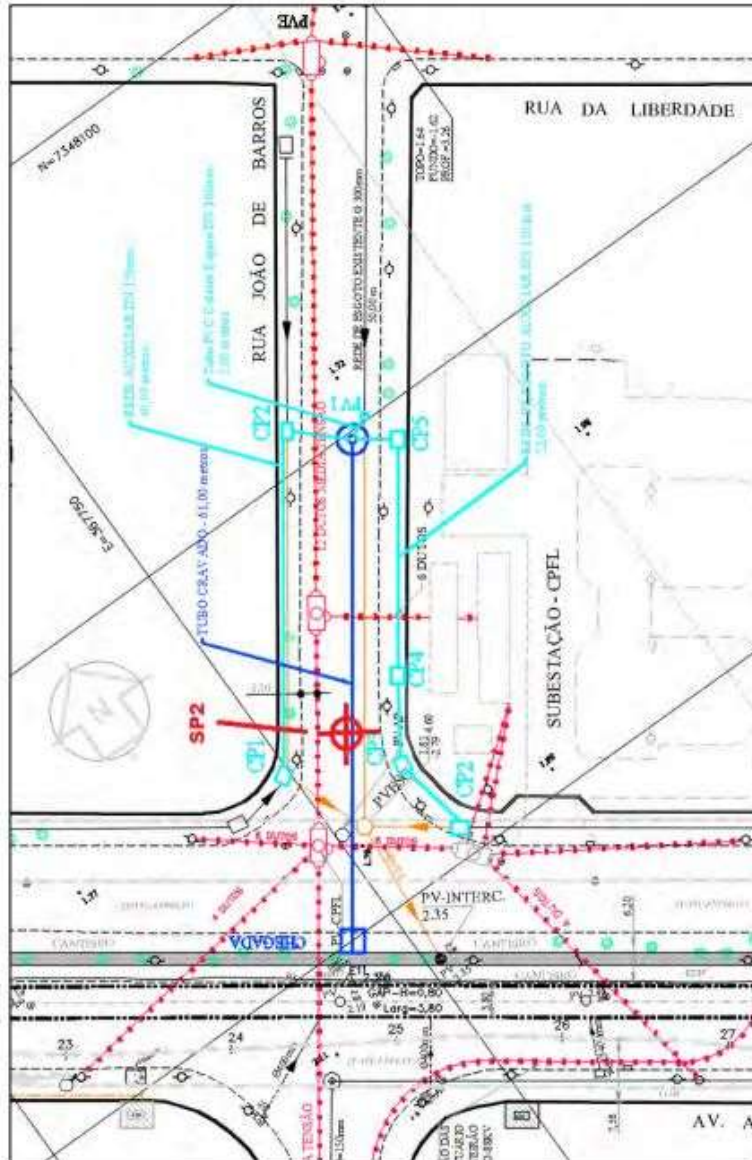
Unid. Adm. Contrato: RSST

Objeto: EXECUÇÃO DAS OBRAS DE REMANEJAMENTO DE REDES COLETORAS PELO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO POR TUBOS CRAVADOS EM SANTOS - UN. BAIXADA SANTISTA - RS

PLANILHA DE ORÇAMENTO						
Item	Descrição	N. Preço	Unid.	Quant.	P. Unit.	Total
01120101	LEVANTAM.PAVIM.ASFALTICA(A)	70090001	M2	300,00	22,39	6.717,00
01120102	LEVANTAM.PASSEIOS CIMENTADOS(A)	70090003	M2	125,00	14,44	1.805,00
01120103	LEVANTAM.PASSEIOS LADRILHO HIDRAULICO(A)	70090004	M2	140,00	19,23	2.692,20
01120104	LEVANTAM.PASSEIOS MOSAICO(A)	70090005	M2	100,00	21,56	2.156,00
01120105	LEVANTAM.SARJETAS(A)	70090006	M3	5,00	105,89	529,45
01120106	LEVANTAM.GUIAS(A)	70090007	M	30,00	20,47	614,10
01120107	LEVANTAM.PARALELEPIP.C/CAPA ASFALTICA(A)	70090013	M2	10,00	22,59	225,90
01120200	EXECUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO					
01120201	EXEC.PASSEIOS CIMENTADOS(A)	70090056	M2	125,00	97,89	12.236,25
01120202	EXEC.PASSEIOS LADRILHO HIDRAULICO(A)	70090057	M2	140,00	58,73	8.222,20
01120203	FORNEC.LADRILHO HIDRAULICO	70090058	M2	140,00	63,37	8.871,80
01120204	EXEC.PASSEIOS MOSAICO(A)	70090059	M2	100,00	39,87	3.987,00
01120205	FORNEC.MOSAICO	70090060	M2	50,00	78,63	3.931,50
01120206	ASSENTAM.GUIAS(A)	70090061	M	30,00	10,04	301,20
01120207	FORNEC.GUIAS	70090062	M	10,00	26,88	268,80
01120208	CONSTRUCAO SARJETAS(A)	70090063	M3	5,00	616,88	3.084,40
01120300	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA					
01120301	PREPARO DE CAIXA(A)	70090083	M2	300,00	14,94	4.482,00
01120302	SUB-BASE BRITA OU MACADAME HIDRAULICO(A)	70090084	M3	80,00	160,14	12.811,20
01120303	IMPRIMACAO LIGANTE(A)	70090086	M2	300,00	7,50	2.250,00
01120304	BINDER(A)	70090087	M3	30,00	753,83	22.614,90
01120305	CAPA DE CONCRETO ASFALTICO(A)	70090088	M3	10,00	829,81	8.298,10
01120306	CONCRETO PARA FECHAMENTO DE VALAS(A)	70090089	M3	20,00	351,84	7.032,80
01120400	EXECUÇÃO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL					
01120401	SINAL HORIZ COM TINTA REFLEXIVA À QUENTE	506001	M2	30,00	50,88	1.526,40
<b>Total do Grupo</b>						<b>114.658,20</b>
01130000	LIGAÇÕES PREDIAIS					
01130100	LIG.DOM.ESGOTO 100MM					
01130101	LIG.DOMESGOTO PASS.COMPL100MM PVC	70100003	un	5,00	91,46	457,30
01130200	LIG.DOM.ESGOTO 150MM					
01130201	LIG.DOMESGOTO PASS.COMPL150MM PVC	70100014	un	1,00	101,12	101,12
<b>Total do Grupo</b>						<b>558,42</b>
<b>Total da Frente</b>						<b>914.187,23</b>
<b>Total da Planilha</b>						<b>914.187,23</b>

APÊNDICE B – Planta de localização


	Código	RT-5940/17	Rev.	00
	Emissão	11 DE JULHO DE 2017		8 de 9
	Emitente	EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.		







## APÊNDICE D – Relatório das Sondagens a Percussão

	Código	RT-5940/17	Rev.	00
	Emissão	11 DE JULHO DE 2017		3 de 9
	Emitente	EGIS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.		

### RELATÓRIO DAS SONDAgens A PERCUSSÃO

#### 1 INTRODUÇÃO

Este relatório contém os resultados das 2 sondagens a percussão realizadas no dia 27 de junho de 2017, na Avenida Conselheiro Nébias x Avenida Bartolomeu de Gusmão e na Avenida Afonso Pena x Rua João de Barros, município de Santos - SP, em atendimento a solicitação da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

As sondagens foram nomeadas conforme projeto de SP-1 e SP-2, totalizando 21,14 metros de solo perfurado.

Incluem nesta apresentação os Boletins de Campo, as plantas de localização e os Perfis Individuais das Sondagens a Percussão.


#### 2 METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS

A seguir são apresentadas as metodologias e os equipamentos utilizados na execução das sondagens à percussão com retirada de amostras deformadas para caracterização tátil-visual.

##### 2.1 SONDAgens A PERCUSSÃO

As sondagens à percussão foram iniciadas com uso de trado de diâmetro externo 4", até ser atingido o lençol freático ou quando o avanço do trado foi inferior a 5 cm em 10 minutos, prosseguindo então com o método de circulação de água (lavagem). As leituras do N.A. (nível d'água) foram realizadas até a estabilização do nível.

Durante a execução das sondagens, foram medidas, de metro em metro, as resistências oferecidas pelo terreno à cravação do amostrador padrão SPT (*Standard Penetration Test*), conforme norma ABNT NBR 6484, de 2" e 1<sup>3/8"</sup> de diâmetro nominais respectivamente, externo e interno. Essas medidas feitas a cada metro do terreno penetrado correspondem ao número de golpes necessários de um peso de 65 Kg, caindo de uma altura de 75 cm, para a cravação dos 30 cm finais do amostrador.

		INTERESSADO SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.		SP-02	
OBRA REMANEJAMENTO DE REDES COLETORAS EM MND.		LOCAL AV. AFONSO PENA X RUA JOÃO DE BARRO, SANTOS - SP.		FOLHA 01 / 01	
NORMA ABNT-NBR-6484/01		ESTACA/ km -		COTA (m) -	
CADASTRO D33		O.S N° 645/17		COORDENADAS N: E:	
INICIO 27/06/17		TERMINO 27/06/17		DESENHISTA Thiago Casimiro	
				GEÓLOGO(A) RESPONSÁVEL Name: David Beck Crea: 506948464	

**PERFIL GEOTÉCNICO INDIVIDUAL - SONDAGEM A PERCUSSÃO**

Os resultados apresentados no documento referem-se à amostra ensaiada, qualquer parecer expresso neste relatório, não faz parte do escopo de acreditação. A reprodução deste documento somente poderá ser feita na íntegra e a sua utilização para fins promocionais, bem como a alteração de seu conteúdo, dependa da aprovação prévia.

