

**FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ – FAACZ
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNA MANARA
JAKSON COSTA DOS SANTOS
LEONARDO LOPES ROCHA**

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO EM OBRAS DE
REDES SUBTERRÂNEAS DE GÁS NATURAL PARA REDUÇÃO DOS
TRANSTORNOS URBANOS.**

**ARACRUZ
2018**

BRUNA MANARA
JAKSON COSTA DOS SANTOS
LEONARDO LOPES ROCHA

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO EM OBRAS DE
REDES SUBTERRÂNEAS DE GÁS NATURAL PARA REDUÇÃO DOS
TRANSTORNOS URBANOS.

Projeto apresentado ao colegiado do Curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Aracruz – FAACZ, como requisito para conclusão de curso.

Orientador: Prof. Evandro José Pinto de Abreu

ARACRUZ

2018

**BRUNA MANARA
JAKSON COSTA DOS SANTOS
LEONARDO LOPES ROCHA**

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO EM OBRAS DE
REDES SUBTERRÂNEAS DE GÁS NATURAL PARA REDUÇÃO DOS
TRANSTORNOS URBANOS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
coordenadoria do curso de Engenharia Civil das
Faculdades Integradas de Aracruz, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 11 de Outubro de 2018

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Esp. Evandro José Pinto de Abreu
Faculdades Integradas de Aracruz
Orientador

Prof. Esp./Me. Harley Davidson Gomes
Faculdades Integradas de Aracruz
Examinador interno

Prof. Esp./Me. Kamila Zamborline Waldetario

Faculdades Integradas de Aracruz
Examinadora interna

À Deus. Aos nossos pais, familiares e amigos.

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade analisar como a utilização do método não destrutivo de instalação de redes subterrâneas de gás natural nas cidades pode ser mais viável em comparação com o método convencional, e de que forma essa tecnologia ajuda na redução dos transtornos causados à sociedade durante esse tipo de empreendimento. Dessa maneira foram realizados dois estudos de caso em obras utilizando ambos os métodos, onde pode-se notar reduções significativas no seu desenvolvimento dinâmico como 50% na redução do tempo de obra, e até 86% de redução na quantidade de reclamações dos moradores. Conclui-se, portanto, que a utilização de métodos menos agressivos ao dia-dia da população para obras em meios urbanos é uma alternativa apropriada para minimizar os problemas urbanos causados por elas, assim pode-se conciliar o desenvolvimento urbano atual com o mínimo impacto possível.

Palavras-chave: Método não destrutivo; transtornos urbanos; Infraestrutura urbana.

ABSTRACT

The present work aims to analyze how the use of the non-destructive method of installing underground natural gas networks in cities may be more feasible compared to the conventional method, and how this technology helps in reducing the disorders caused to society during this type of enterprise. In this way, two case studies were carried out in works using both methods, where we could notice significant reductions in their dynamic development as 50% in the reduction of construction time, and up to 86% reduction in the number of complaints from residents. It is concluded, therefore, that the use of less aggressive methods to the day-day of the population for works in urban environments is an appropriate alternative to minimize the urban problems caused by them, so we can reconcile the current urban development with the minimum possible impact.

Keywords: Non-destructive method; Urban disorders; Urban infrastructure.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 JUSTIFICATIVA MERCADOLÓGICA	10
4 REFERENCIAL TEÓRICO	11
4.1 TIPOS DE TUBULAÇÃO	11
4.2 TIPOS DE SOLO	12
4.2.1 Solo arenoso	13
4.2.2 Solos argilosos	13
4.2.3 Rochas	14
4.2.4 Lençol freático	14
4.3 ESCAVAÇÕES	15
4.3.1 Escavações manuais	15
4.3.2 Escavações mecanizadas	15
4.4 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO DE REDES SUBTERRANEAS	16
4.4.1 Método destrutivo	16
4.4.1.1 Abertura e escoramento de valas	17
4.4.1.2 Assentamento da tubulação	17
4.4.1.3 Recobrimento da vala	18
4.4.2 Método não destrutivo	18
4.4.2.1 Perfuração Direcional Horizontal – “Horizontal Directional Drilling (HDD)”	19
4.4.2.2 Aplicação do método não destrutivo	20
4.4.2.3 Método construtivo	21
4.4.2.4 Equipamentos e materiais para execução do furo	22
4.4.2.5 Fluidos e aditivos de perfuração	24
4.4.3 Cadastro e sinalização A NBR 14.641-1 define: “como construído” (as built) ou levantamento topográfico de obras:	27
4.5 TRANSTORNOS urbanos CAUSADOS POR OBRAS DE REDES SUBTERRÂNEAS DE GÁS NATURAL	28
4.5.1 Interrupção de tráfego	29
4.5.2 Danos a rodovias e logradouros públicos	30

4.5.3 Restrição à acessibilidade.....	31
4.5.4 Impacto de vizinhança	32
4.5.5 Perda econômica.....	33
4.5.6 Segurança em obras	34
4.5.7 Impactos ambientais	35
5 METODOLOGIA	36
6 ESTUDO DE CASO	37
6.1 OBRA BENTO FERREIRA.....	37
6.2 OBRA RIO MARINHO	40
7 CONCLUSÃO	43
7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	44
8 ANEXOS	45

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas quatro décadas, a população brasileira aumentou de uma maneira acelerada, esse crescimento demográfico mais que dobrou o número de habitantes do País nesses 40 anos, em 1970 éramos cerca de 90 milhões de pessoas, já em 2010 ultrapassamos a marca de 190 milhões de habitantes, esse crescimento populacional conseqüentemente aumentou a concentração da população urbana que migrou gradativamente do campo em busca de oportunidades e melhores condições de vida (IBGE, 2010).

Com esse crescimento da população, principalmente nas cidades, houve uma enorme demanda social de infraestrutura urbana como serviços básicos de saneamento, redes de água e esgoto, drenagem pluvial além de serviços específicos como redes de gás natural canalizada para utilização como combustível veicular e fonte de energia alternativa em edifícios residenciais, comércio e indústria.

Com a missão de atender as necessidades da população, fez-se indispensável que a iniciativa pública e privada fomentassem projetos de obras para reparar, substituir e implementar novas redes de tubulações subterrâneas dentro das cidades, como o avanço dos conglomerados residenciais e comerciais se deram principalmente de forma rápida, desordenada e sem atender as exigências prévias de construção, as cidades brasileiras de forma geral, incluindo cidades planejadas como Curitiba e Brasília, cresceram sem a infraestrutura subterrânea apropriada para os avanços que surgiram com os anos, isso fez com que tal infraestrutura tivesse que ser construída posteriormente para atender a essa demanda.

No Brasil a maior parte das redes canalizadas para atender a população é situada sob o solo, em ruas, avenidas e calçadas, isso faz com que seja necessário o conhecimento e estudo prévio das características do terreno, bem como do lençol freático, pois o solo se comporta de maneira diferente quando escavado. O acesso a essa tubulação é feito normalmente através de abertura mecanizada de valas, o que em centros com uma densidade demográfica elevada em meio a edifícios, pessoas e carros torna-se um enorme desafio de execução da obra, além dos transtornos urbanos causados principalmente pela interrupção de tráfego, obstrução de entradas de garagem e acessos a centros comerciais, a execução de tais atividades provoca a

deterioração prematura do pavimento, gera congestionamentos e elevados custos à sociedade (NAJAFI, 2004).

A instalação de dutos subterrâneos pelo Método não Destrutivo (MND) apareceu como uma solução revolucionária e muito bem aceita. Para a instalação de dutos é uma técnica muito apropriada, podendo ser utilizada para tubos de aço carbono revestidos e PEAD. Esse método construtivo já utilizado principalmente em países desenvolvidos iniciou-se no Brasil, na década de 80 como uma alternativa promissora para uma maior facilidade e praticidade de execução desse tipo de obras com a redução dos vários transtornos urbanos causados pela abertura de trincheiras ao longo das extensões urbanas (DEZOTTI, 2008).

A construção de infraestrutura por Métodos não Destrutivos (MND) é antiga no mundo e no Brasil, basta lembrarmos que um túnel rodoviário construído na década de 80, é uma construção por MND, pois evitou a destruição de áreas de conservação, mas também permitiu a transposição de obstáculos naturais ou não. (ABRATT, 2010).

Com o subsolo das cidades geralmente já densos por várias redes subterrâneas instaladas, em terrenos arenosos próximos ao litoral onde o nível do lençol freático é muito próximo da superfície, e em determinadas situações como travessia de leitos de rios, rodovias e linhas férreas, a abertura de valas torna-se uma tarefa extremamente difícil. Em alguns casos é inviável à execução da obra, essas interferências naturais e artificiais podem ser mais facilmente trabalhadas com a utilização do (MND), proporcionando melhor trabalhabilidade e maior agilidade da obra.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a implantação e execução do método não destrutivo de rede subterrânea de gás natural urbana, a fim de demonstrar as características da redução dos transtornos causados com a utilização desse método em comparação ao método convencional.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever os métodos destrutivos e não destrutivos;
- Descrever os tipos de tubulações utilizados;
- Caracterizar a influência dos tipos de solos e lençol freático nesse tipo de obra;
- Analisar os transtornos urbanos causados pelo método de abertura de valas, como bem estar social, interrupções de tráfego, perdas econômicas, impactos ambientais, e definir como o método não destrutivo é mais viável neste ponto de vista;
- Demonstrar de que forma a utilização do método não destrutivo pode ser alternativa para esse tipo de obra demonstrando suas qualidades;
- Realizar pesquisa de campo desse tipo de obra e levantar informações acerca dos impactos causados.

3 JUSTIFICATIVA MERCADOLÓGICA

O interesse por esse estudo surgiu mediante a grande demanda dos centros urbanos por gás natural, fonte mais barata de energia e que pode ser utilizada em vários setores, com isso evidenciou-se a necessidade de infraestrutura urbana para atender a essa demanda. O método não destrutivo de assentamento de dutos subterrâneos e suas tecnologias aplicadas na instalação das redes vieram como alternativa para diminuir os problemas com as escavações de valas, procedimento convencional que interfere no meio urbano por danificar de forma ampla o pavimento e causar grandes transtornos aos centros residenciais, comerciais entre outros. O método não destrutivo

tem uma característica mais prática no mercado, sendo bem satisfatório uma vez que diminui tais transtornos supracitados.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 TIPOS DE TUBULAÇÃO

O gás natural canalizado como uma fonte versátil de energia podendo ser utilizado em indústrias, no comércio, em residências e em veículos, e quando é distribuído por dutos tem a característica de fornecimento constante em volume e pressão. As tubulações de gás, nas cidades, são de responsabilidade de empresas concessionárias que fazem sua distribuição e as extensões das redes, depois de tratado, o produto é transportado até as estações através de redes de tubulações subterrâneas por dutos apropriados atendendo as especificações do projeto de distribuição, basicamente os tubos que transportam o gás desde a sua extração até a distribuição final são feitos em aço carbono e polietileno de alta densidade (PEAD).

Figura 5.1.a tubulação de PEAD



Fonte: do autor

As tubulações são instaladas sob as vias de rolamento ou sob as calçadas e possuem uma grande variedade de diâmetros, no geral variam de 40 mm a 180 mm, o polietileno costuma ser empregado para distribuir o gás a uma pressão de até 4 bar,

para instalações de redes urbanas é comum utilizar diâmetros de 63 mm e 125 mm. Os tubos são feitos com resinas PE 80 (amarelo) e PE 100 (laranja), as cores são normatizadas para identificar que se trata de tubulação de gás, esse material tem uma característica excelente quanto a resistência a agressividade do meio onde é instalado, no caso, o subsolo. Nas redes de alta pressão, geralmente linhas principais que transportam o gás até as estações, são utilizados tubos em aço carbono para pressões que variam geralmente de 4 a 28 bar, por se tratar de um material sujeito a oxidação e desgaste, os tubos em aço carbono são isolados com manta emborrachada para garantir que não haja contato com o meio (ANP) "Lei do Gás" (AGENCIA2009).

Figura 5.1.b tubulação de aço carbono



Fonte: do autor

4.2 TIPOS DE SOLO

Uma das mais importantes fases preliminares em qualquer tipo de construção, demolição e escavação é a investigação sobre as características do terreno aonde vai ser inserida a obra, recomenda-se a realização de ensaios de campo para identificar as camadas que formam o perfil geotécnico. Para isso é necessário conhecer os tipos de solo.

O solo é composto de materiais minerais e orgânicos. São derivados das rochas, que ao longo do tempo sofrem influências mecânica, físicas e químicas provocando a sua

deterioração, originando grãos cada vez menores. Essa variabilidade nas dimensões das partículas dos solos atribui aos solos diversas características que constituem as propriedades de cada tipo.

4.2.1 Solo arenoso

Solos arenosos são aqueles em que a areia predomina. Esta se compõe de grãos grossos, médios e finos.

Segundo Braga (2011), os solos arenosos são aqueles que apresentam menos de 15% de argila. Estes solos possuem uma maior proporção de areia (70%), por isso secam mais rapidamente porque são porosos e permeáveis. Os solos arenosos têm como característica, a sua resiliência, habilidade do solo de resistir ao estresse e recuperar-se depois de cessado o mesmo.

Outro ponto crucial, o solo arenoso é pobre em nutrientes e água, o PH ácido e baixo teor de matéria orgânica.

4.2.2 Solos argilosos

Os solos argilosos possuem uma consistência fina e é impermeável a água. São chamados de solo pesado. Quanto à consistência classifica-se em muito moles (vasas), moles, médias, rijas e duras.

O solo argiloso contém mais de 35% de argila, que é formada por grãos menores que os da areia. A densidade de um solo argiloso varia de 1,0 a 1,6 g/cm³ e ela aumenta à medida que aumenta a profundidade. Quanto maior a densidade aparente de um solo, menor é a porosidade deste solo. A argila corresponde partículas que apresentam diâmetro menor que 0,002 mm (BRAGA, 2011).

Tem como características, dificuldade de desagregação, formam barro plástico e viscoso quando úmido e permitem taludes com ângulos praticamente na vertical.

4.2.3 Rochas

Rocha é um agregado sólido que ocorre naturalmente e é constituído por um ou mais minerais. As rochas podem ser classificadas de acordo com sua composição química, sua forma estrutural, ou sua textura, sendo mais comum classificá-las de acordo com os processos de sua formação (GOLÇALVES, 2016).

As propriedades das rochas são afetadas por vários fatores tais como: os minerais que as constituem, a textura grossa ou fina e a estrutura, densa ou porosa da rocha, as juntas existentes no maciço de intemperismo químico ou físico, e as falhas decorrentes de movimentos tectônicos.

Quanto à gênese as rochas são classificadas em três grandes grupos: magmáticas ou ígneas, sedimentares e metamórficas.

4.2.4 Lençol freático

O lençol freático é composto por toda a água que cai numa chuva, uma parte infiltra no terreno e o resto escoar pela superfície sendo que, o que corre pela superfície vai formar a enxurrada e a parte que infiltra vai formar o lençol freático. O nível freático ou hidrostático pode variar sua profundidade de acordo com o clima, topografia, permeabilidade do solo e cobertura vegetal (WATANABE, 2012).

A classificação depende da profundidade em que o lençol se encontra e do seu contato com camadas impermeáveis.

O rebaixamento do lençol freático se torna necessário quando se deseja executar uma obra de grande profundidade no terreno. Se o lençol freático for raso, a escavação vai ficar cheia de água e não será possível desenvolver qualquer tipo de trabalho. O esgotamento da água é feito através de bombas, jogando para fora toda a água que minar das paredes da escavação, possibilitando trabalhar a seco.

4.3 ESCAVAÇÕES

A implantação de redes de gás natural é executada por meio de escavações, uma vez que necessário especificar profundidade e estabilidade.

“Escavação define o processo empregado para romper a compacidade do solo, normalmente no seu estado natural, através de ferramentas cortantes, desagregando-o e tornando possível o seu manuseio” (RICARDO; CALANI, 2007, p. 178).

4.3.1 Escavações manuais

As escavações são feitas de forma manual utilizando pás e picaretas para o corte. Este tipo de trabalho é de pouco rendimento e, como tal, a sua continuidade depende, sobretudo, de mão de obra abundante e barata.

No método de escavação manual, para obter a produção de 50m por 3 horas de escavação, empregar-se, pelo menos 10 homens. Refere ainda que, embora a escavação manual seja um processo mais lento, os prazos de execução da movimentação de terras em grandes volumes são razoáveis, isto desde que a mão de obra fosse abundante (RICARDO; CALANI, 2007).

4.3.2 Escavações mecanizadas

A escavação mecanizada permite o desmonte de grandes volumes de terra em prazos curtos, mas requerem grandes investimentos em equipamentos de alto custo, por outro lado, a escavação mecânica exige um bom planejamento e execução.

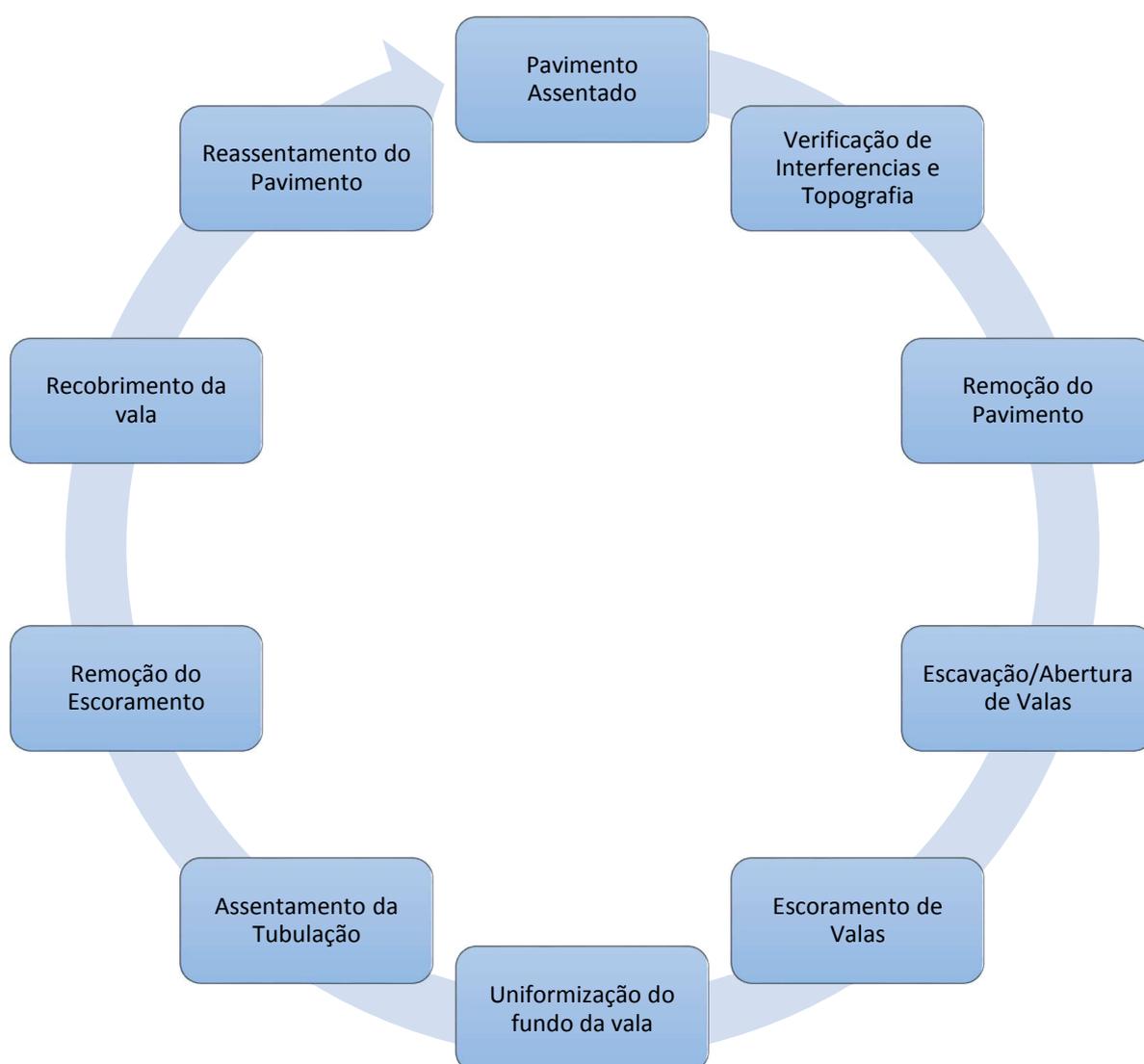
Os equipamentos mecanizados têm a vantagem de proporcionar alto rendimento ou produtividade o que naturalmente conduz a preços mais baixos se comparados com os preços referentes ao processo de escavação manual (RICARDO; CALANI, 2007).

4.4 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO DE REDES SUBTERRANEAS

4.4.1 Método destrutivo

O método destrutivo utiliza a escavação de valas a céu aberto para a instalação de redes subterrâneas, trata-se de um método de assentamento de tubulações no solo, ao longo de todo o trecho determinado no projeto executivo (CORAL; STEINER 2015).

Figura 5.2.a fluxograma método destrutivo



Fonte: do autor

4.4.1.1 Abertura e escoramento de valas

A vala é uma abertura feita no solo que se caracteriza por apresentar largura e profundidade de pequena extensão, se comparadas ao comprimento, sendo basicamente utilizada nas obras lineares de infraestrutura, tais como: galerias, gasodutos e redes telefônicas (VASCONCELLOS, 2013).

A escolha do tipo de vala depende da natureza do terreno, do serviço, do processo de escavação, da profundidade e, da segurança dos trabalhadores. As obras escavadas podem algumas vezes lançar mão de escavações em taludes, cujas superfícies inclinadas repetem o ângulo de talude natural do solo em questão. As seções trapezoidais ou mistas possibilitam a dispensa do uso de escoramento e são indicadas para solos estáveis desde que haja espaço disponível e vantagem técnica ou econômica.

O escoramento consiste na proteção das paredes da vala contra possíveis desmoronamentos servindo de sustentação do maciço de solo no trecho onde se situa a vala. É uma estrutura provisória que deve ser removida posteriormente.

O escoramento da vala é uma estrutura provisória, removível posteriormente, destinada a manter estáveis os taludes das escavações e que visa dar proteção ao trabalhador e segurança aos prédios e às redes de infraestrutura próximas à vala. Os escoramentos devem resistir às pressões laterais devido ao solo e à água. No caso de areias puras ou de areias pouco argilosas e siltosas submersas, qualquer que seja a altura do corte a ser praticada, a escavação deverá ser acompanhada com a contenção lateral das paredes do corte (VASCONCELLOS, 2013).

4.4.1.2 Assentamento da tubulação

O assentamento da tubulação deve seguir paralelamente a abertura da vala. Sempre que o trabalho for interrompido, tanto durante o período de trabalho, como no final de cada jornada diária, o último tubo assentado deve ser tamponado, a fim de evitar a entrada de elementos estranhos.

O fundo da vala deve ser uniformizado, com a disposição e elementos de proteção da tubulação de gás (berço de areia) a fim de que a tubulação se assente em todo o seu comprimento, observando o espaço determinado de 0,50 metros de largura em toda extensão e profundidade de 1,50 metros, definidos pela fiscalização e pelos órgãos envolvidos (CORAL, STEINER 2015).

4.4.1.3 Recobrimento da vala

A reposição da pavimentação em vias públicas deve objetivar o restabelecimento das condições da abertura da vala, obedecendo às recomendações de projeto, no que couber, bem como as exigências municipais.

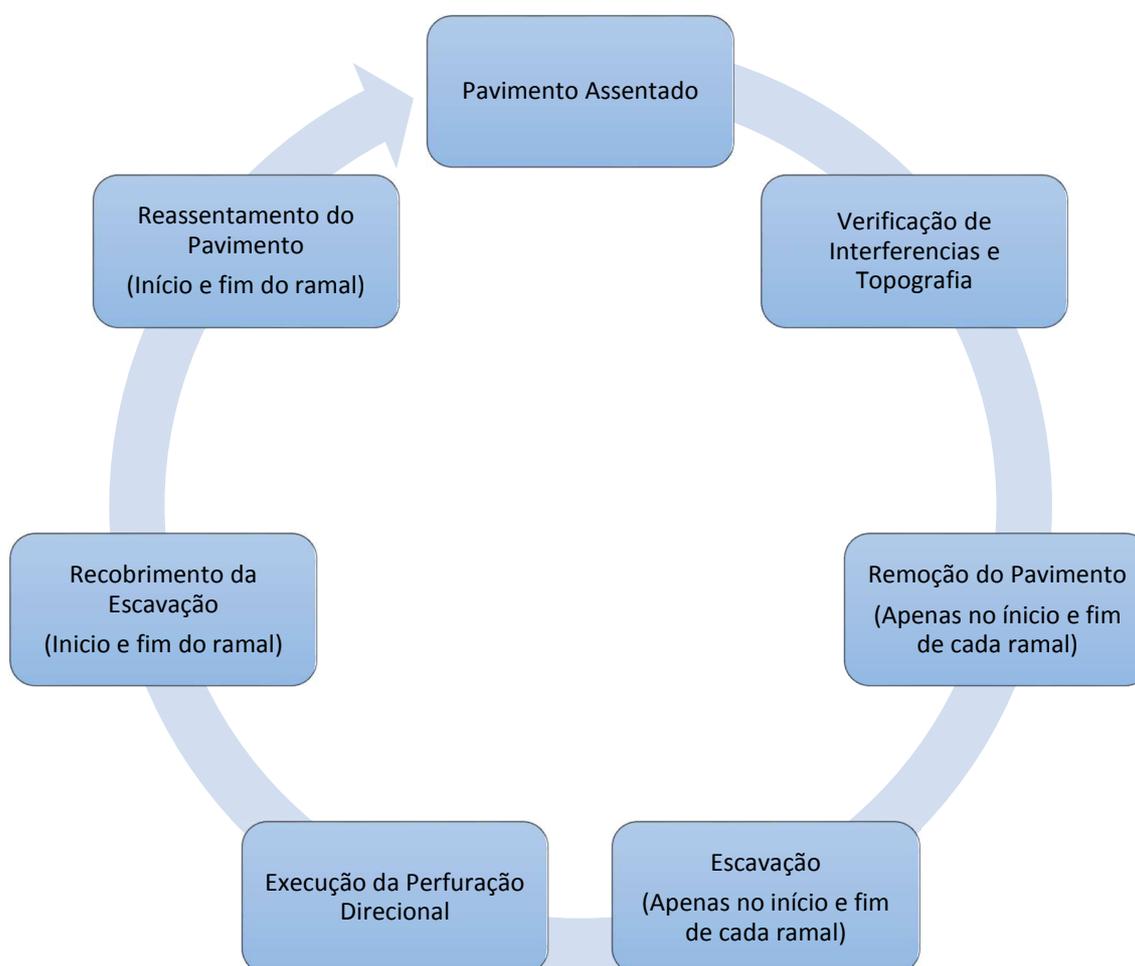
Deve obedecer às características dos materiais existentes, de forma a reconstituir as condições anteriores. A limpeza geral deve ser realizada após a reposição da pavimentação e consiste na remoção de toda a terra solta, entulho e demais materiais não utilizados (LUIZA; FRANÇA; OLIVEIRA, 2015).

4.4.2 Método não destrutivo

Os métodos não destrutivos (MND) têm as características de serem aplicados à instalação, reforma reparos e remanejamento de tubos, dutos e cabos subterrâneos utilizando processos construtivos que minimizam os impactos causados pelas escavações (ABRATT, 2010).

Os métodos não destrutivos podem ser utilizados para instalação e recuperação de utilidades subterrâneas sob-rodovias, ferrovias, pistas de aeroporto, rios, canais e edificações. Podem ser empregados também, nos casos em que se queira ou se necessite minimizar a perturbação do espaço superficial, que geralmente ocorre quando se empregam métodos tradicionais de abertura de vala em áreas urbanas. Atualmente, as principais utilidades subterrâneas que vêm sendo instaladas e reabilitadas através de métodos não destrutivos, são: tubulações de esgoto, adutoras de água potável, sistema de drenagem, oleodutos, canalização de gás, cabos elétricos e de telecomunicações (DEZOTTI, 2008, p.15).

Figura 5.2.b fluxograma método não destrutivo



Fonte: do autor

4.4.2.1 Perfuração Direcional Horizontal – “Horizontal Directional Drilling (HDD)”.

A perfuração Direcional Horizontal (HDD) é uma tecnologia de travessias subterrâneas definidas como um sistema de perfuração dirigível caracterizado pela habilidade de indicar a localização da cabeça da sonda e guia-la durante o processo de perfuração, esta se dá início na superfície e se direciona uma navegação por entre as interferências existentes, é um método de execução rápida e com viabilidade econômica. Apesar de suas vantagens o método de furo direcional tem algumas restrições, quando o espaço a ser trabalhado for pequeno para a inserção dos equipamentos no local de obra (NAJAFI, 2004).

Figura 5.3 Equipamento de detecção da cabeça da sonda



Fonte: DRILLING COMPANY, 2010.

O Método (HDD) podem reduzir os danos ambientais e os custos sociais e, ao mesmo tempo, representam uma alternativa econômica para a substituição dos métodos de instalação, reforma e reparo com vala a céu aberto. O método cada vez mais vem sendo visto como uma atividade de aplicação geral do que como uma especialidade, e muitas empresas de instalação de redes têm uma tendência a aplicar essa tecnologia não destrutiva sempre que possível, em função dos custos e dos aspectos ambientais e sociais (ABRATT, 2010).

4.4.2.2 Aplicação do método não destrutivo

Perfuração direcional permite a instalação para:

- Redes de gás natural, óleo, álcool (abastecimento e distribuição)
- Redes d'água (adução e distribuição)
- Redes de esgotos (emissários e coletores)
- Redes de comunicação de dados e voz
- Redes de transporte de sólidos (Mineriodutos)
- Redes de energia (Geração e Distribuição)
- Redes para descontaminação (Solos contaminados)

Perfuração direcional permite a instalação de:

- Tubulações de aço
- Tubulações de polietileno de alta densidade (PEAD)
- Tubos semirrígidos com juntas elásticas (Flex-Ring) atualmente nos EEUU
- PVC que permite termo fusão das barras (também em uso nos EEUU)
- Tubulações especiais para descontaminação.

O HDD é também muito utilizado como solução para serviços de passagens de tubulações em lugares e condições de difícil acesso e situações adversas como travessias de rios e lagos, canais, vales, rodovias, ferrovias e hábitat de vida selvagem onde as utilizações de métodos destrutivos não podem ser aplicadas (CAPP, 2004).

4.4.2.3 Método construtivo

Para a execução de um projeto de perfuração direcional horizontal, basicamente são necessárias algumas etapas construtivas tais como análise tecnológica do tipo de solo do local a ser feito o furo, a sondagem física e eletrônica se aplicável das interferências existentes, projetos “*as built*” das redes existentes de saneamento, e o cadastro topográfico preliminar do trecho da obra. A partir das informações obtidas pelo estudo de toda a extensão da obra é elaborado um projeto executivo com todas as informações pertinentes e um plano de furo para cada trecho informando as características e toda a orientação a ser seguida pelo operador, como detalhamento de localização e profundidade das interferências para que a sonda da perfuratriz siga pela trajetória correta do furo, o método HDD apresenta a maior taxa de avanço de perfuração do furo piloto entre todos os métodos de instalação não destrutivo existente (NAJAFI, 2004).

Tabela 1 - Principais vantagens e desvantagens do HDD

Vantagens	Desvantagens
Capacidade de dirigibilidade.	O tipo de tubo utilizado deve apresentar suficiente resistência à tração axial.
Não necessita de poço de entrada e saída.	Nas instalações da tubulação em pequenas profundidades pode ocorrer movimentação de solo.
O tempo de instalação dos equipamentos e relativamente menor comparado aos demais métodos.	
Pode alcançar em um único ponto de lançamento o maior comprimento de instalação de que qualquer método não tripulado.	

Fonte: Abraham, Baik e Gokhale, 2002

4.4.2.4 Equipamentos e materiais para execução do furo

Segundo Rocco (2006), a perfuratriz direcional horizontal é um equipamento montado sobre esteiras, o que permite seu posicionamento para perfuração do solo a partir da superfície. Alguns desses equipamentos possuem um martelo percussivo hidráulico que permite a perfuração em solos com até 30% de rocha, locais que sistemas convencionais não perfuram.

Figura 5.4 Perfuratriz direcional



Fonte: ABRAHAM, 2002.

Para o posicionamento da perfuratriz é necessário que seja feita a localização do início do furo, geralmente descrito no plano de furo. É necessário que se faça a abertura de uma trincheira com dimensões mínimas de (1x1,5m) segundo a NBR 12.266/92 para que a perfuratriz insira a sonda e inicie o furo, essa vala deverá posteriormente ser utilizada para o fechamento de “*tie-in*”, onde é feito o processo de união de uma tubulação à outra através de soldagem.

Figura 5.5 Perfuratriz direcional



Fonte: do autor

Na maioria das vezes o processo de perfuração é feito em dois estágios, o primeiro consiste na perfuração do furo piloto com a sonda ao longo do trecho desejado, no

segundo estágio o furo é alargado para ter o diâmetro apropriado à dimensão da tubulação a ser instalada, dessa forma quando se faz necessário o alargamento é colocado na ponta da sonda um alargador que reabre o furo e traz a tubulação ao ser puxado pela perfuratriz.

Tabela 2- relação recomendada entre diâmetro do tubo e diâmetro do alargamento

Diâmetro do tubo (mm)	Diâmetro de alargamento (mm)
<200	Diâmetro do tubo + 100mm
200 a 600	Diâmetro do tubo x 1,5
>600	Diâmetro do tubo + 300mm

Fonte: BENETTI; ARIARATINAM; COMO, (2004)

Figura 5.6 Sonda para alargar o furo



Fonte: ABRAHAM, 2002.

4.4.2.5 Fluidos e aditivos de perfuração

Para a instalação das redes de tubulações de gás natural ou em qualquer obra que necessite de interferência no subsolo do local a ser realizada a atividade, é extremamente importante à análise previa e conhecimento das características do solo ao qual se assentará a tubulação, tanto para o caso de abertura de valas quanto para furos direcionais. Se pensarmos que um procedimento executivo utilizado em um terreno arenoso será diferente de um terreno argiloso ou rochoso e também quando

a obra é feita sob o nível do lençol freático, podemos ver tal importância citada acima. Para cada tipo de solo (NAJAFI, 2004), cita a importância da aplicação do fluido apropriado para a execução do furo e também se alargamento caso necessário, este fluido irá ter uma função essencial para a correta execução do furo evitando retrabalhos e consequentes prejuízos financeiros.

Todos os furos devem ser abertos utilizando fluidos de perfuração, esses podem ser aditivos de polímeros, bentonitas, barrilhas leve e água, a característica principal dos fluidos é a viscosidade e a gelatinosidade que agem amolecendo o solo, lubrificando e estabilizando o furo executado, estas características de operação variam de acordo com o tipo de solo (viscosidade da lama e consumo esperado) (ABRATT,2010).

A mistura correta de água, bentonita e polímero devem ser preparados para cada condição particular do solo, no equipamento em uso, a bentonita é despejada por um funil alcançando o jato d'água emergente de um venturi, sendo assim carregado para o tanque de fluido, os quais são providos de misturadores, que evitam a decantação e a deposição do material no fundo dos mesmos, o fluido de perfuração é bombeado pelo interior das hastes, atravessando os jatos situados na ferramenta de perfuração erodindo as formações, durante a operação de perfuração devem ser constantemente observados também os manômetros de pressão instalados na própria máquina, os quais podem mostrar uma elevação súbita de pressão provocada por alguma interferência não cadastrada, alguma rocha, entupimento da broca ou do alargador, todos os resíduos de lama da perfuração deverão ser retirados do local da obra através de caminhões a vácuo e destinados aos aterros autorizados. Existem empresas especializadas que produzem uma grande variedade de alternativas de perfuração, é importante assegurar que as hastes de perfuração sejam compatíveis com o equipamento, especialmente se este possui um sistema automático de manuseio, isso vale também para outros componentes como cabeça de perfuração.

Figura 5.7 Fluidos de perfuração



Fonte: do autor

Tanto na execução do furo piloto quanto no alargamento do furo e puxada da tubulação são utilizados fluido de perfuração, esses fluidos têm a função principal de lubrificar e também de fazer a contenção da parede do furo, isso é importante principalmente em solos de baixa coesão e com características instáveis como os solos arenosos, dessa forma evita-se que a parede do furo desmorone e obstrua a passagem da tubulação (NAJAFI, 2004).

Tabela 3 – Principais funções dos fluidos de perfuração

Betonita + água (solos argilosos)	Polímeros + água (solos arenosos)
Remover material escavado para a superfície.	Estabilizar a perfuração e prevenir desmoronamento da parede do furo.
Lubrificar o conjunto da perfuração.	Lubrificar o conjunto da perfuração.
Transmitir energia hidráulica a ponta da sonda.	Transmitir energia hidráulica a ponta da sonda.
Diminuir o atrito entre o tubo e a parede do furo.	Diminuir o atrito entre o tubo e a parede do furo.

Fonte: (NAJAFI, 2004).

4.4.3 Cadastro e sinalização A NBR 14.645-1 define: “como construído” (as built) ou levantamento topográfico de obras:

Levantamento topográfico específico, integrante do procedimento fiscal de execução de obras na construção civil e industrial, que, amarrado ao mesmo sistema tridimensional de referência espacial adotado no projeto de uma construção e utilizando instrumentalmente todos os processos adequados ao rigor exigido pelo procedimento fiscal, que realiza o acompanhamento da obra, passo a passo, até a sua conclusão (ABNT, 2001, pág. 05).

Dessa forma todo o cadastro topográfico para georreferenciamento das tubulações são feitas por aparelhos capazes de fornecer as coordenadas necessárias para o projeto de “as built”, gerando assim um documento único contendo todas as informações necessárias (NBR 14.645-1, 2001).

A sinalização é feita para advertir no caso de novas obras de instalação, manutenção ou reparo de outras redes de utilidade que existe a presença de dutos de gás natural subterrâneo, os tipos de sinalização são basicamente em telas plásticas sobre o trecho do duto (caso de método destrutivo), e com placas de concreto, sinalizadores eletrônicos e tachões fixados na superfície das vias ou calçada nos casos de método não destrutivos.

Figura 5.8 Sinalização com planas de concreto para método destrutivo



Fonte: do autor

Figura 5.9 Sinalização com tela de segurança para método destrutivo



Fonte: do autor

Figura 5.10 Tachão de sinalização para ambos os métodos



Fonte: do autor

4.5 TRANSTORNOS URBANOS CAUSADOS POR OBRAS DE REDES SUBTERRÂNEAS DE GÁS NATURAL.

Para Campos (1996) transtorno urbano tem uma parcela significativa dentro da implantação de um projeto, relacionado ao bem estar social e ambiental no entorno da obra, causados pelos efeitos colaterais não absorvidos no processo de produção.

Obras de construção, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas, necessitam de uma análise criteriosa dos problemas relativos aos transtornos causados, uma vez que envolvem a interrupção do tráfego veicular, danos a rodovias e pavimentos, danos à estrutura adjacentes, barulho, vibração, sujeira,

segurança dos pedestres, perdas econômicas, insatisfação da população e impactos ambientais (NAJAFI, 2004) e (RAHMAN, VANIER E NEWTON, 2005).

Em relação a esse método podemos citar alguns transtornos urbanos que podem ser causados:

4.5.1 Interrupção de tráfego

Os danos relativos à interrupção de tráfego estão relacionados diretamente ao tipo de método construtivo adotado. No método destrutivo esses conflitos podem ser mais elevados, já que em sua maioria é necessário o fechamento total da via. Podendo correlacionar vários fatores negativos.

Um deles é o congestionamento do tráfego, fazendo com que os transeuntes tenham que efetuar desvios no trajeto, ocasionando engarrafamento de veículos e perda de tempo no deslocamento, o desconforto acarreta em um trânsito ainda mais caótico.

Outra conjuntura que pode agravar essa situação é o local de implantação da obra, em vias de trânsito rápido, onde se tem um maior fluxo de passageiros, os locais mais movimentados e com elevados horários de pico, tende a causar insatisfação na população.

No método não destrutivo necessita apenas o fechamento parcial da via, ou nenhuma faixa de tráfego, dependendo da via, evitando assim esses transtornos para população (DEZOTTI, 2008).

Figura 6 Interrupção parcial de tráfego



Fonte: do autor

4.5.2 Danos a rodovias e logradouros públicos

Com as atividades de infraestrutura urbana em geral faz-se necessário as análises dos impactos as rodovias e pistas de rolamento a fim de minimizar os danos e atender as solicitações mínimas de prevenção de impactos do projeto.

DEZOTTI, 2008 apud Augusto Jr., Giampaglia e Cunha (1992) afirmam que:

A abertura e o fechamento de valas por concessionárias de serviços de infraestrutura urbanas podem acarretar muitos problemas à pavimentação, como a 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 quente, devido à compactação a baixa temperatura.

Para execução do método destrutivo, os trechos utilizados para desvio do local da obra, não projetado para tráfegos pesados, como ruas adjacentes ou residenciais acarretam em danos das estruturas do pavimento, diminui a duração da vida útil de serviço sendo de suma importância à necessidade de restauração do pavimento e reajuste no final da obra (DEZOTTI, 2008).

O uso do método não destrutivo tem potencial para reduzir significativamente as perdas e intervenção de manutenção e reabilitação da rodovia, pelo fato da não

interferência direta ao longo de todo o trecho no pavimento e mínima característica de necessidade de recomposição da camada de acabamento da via este método tem sido muito apreciado inclusive para facilidade de aprovação do licenciamento das prefeituras (ROCCO, 2006).

Figura 6.1 Recomposição de pavimento



Fonte: do autor

4.5.3 Restrição à acessibilidade

É bem comum a obra se instalar próximo a edifícios residenciais, garagens de estacionamento, shoppings, centros comerciais, aeroportos, por se tratar de uma obra urbana, impedindo o acesso direto a reentrâncias. No método destrutivo, a falta de acesso motiva mudanças no cotidiano dos moradores locais e comerciantes provocando a insatisfação, acarretando em reclamações.

Quanto à tecnologia não destrutiva, esse transtorno é amenizado, pois a restrição a acessibilidade é reduzida, isso porque, a obra será executada em apenas uma faixa da via ou no acostamento da via, deixando assim a maior parte da via livre de restrição. Nesse método não há necessidade de escavação em toda via, dessa forma ficam livres praticamente todas as entradas de casas, garagens e comércio.

Figura 6.2 Restrição à acessibilidade



Fonte: do autor

4.5.4 Impacto de vizinhança

Impacto de vizinhança é toda e qualquer ocupação/inscrição (edifício, hospital, indústria) de objeto no espaço – geográfico, ou mais precisamente no espaço urbano repercutira enquanto causa ou efeito de um conjunto de relações socioculturais, econômicas e políticas na área que o circunscreve. É, portanto, esse conjunto de relações que definimos como Impacto de Vizinhança, podendo os mesmos serem positivos ou negativos sobre o seu entorno, variando em função da escala (tamanho) do respectivo empreendimento (Junior, 2016).

Com isso, construção de infraestruturas subterrâneas pode causar deslocamentos e descarregamentos desiguais em estruturas vizinhas, acarretando trincas, fissuras e rachaduras, provocadas por tremores e impactos, como exemplificação a condenação de muros de prédios ou residências. Outro problema a ser citado é a interrupção de redes de fornecimento básico, o posicionamento quanto a possível danificação de cabos de energia elétrica subterrâneos ou aéreos, tubulações água e oleodutos. Além de problemas que são gerados devido a atividades como 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 abertura de valas (NAJAFI, 2004).

Mais um fator que está relacionado aos métodos tradicionais de abertura de vala, é o barulho e vibrações, exemplo disso são maquinários pesados para execução dos serviços integrantes, tais como: escavadeiras, caminhões e pá carregadeiras, que influenciam na produção de vibração e barulho, os quais geram certo desconforto para o entorno. Este problema é ainda mais agravado em áreas críticas, tais como: escolas, hospitais e áreas de densa urbanização, como os centros urbanos e comerciais.

Para o método não destrutivo esses danos são amenizados, não sendo necessário todo maquinário pesado, uma vez que disponibilizam de uma perfuratriz, sonda e algumas máquinas de pequeno porte. No método não destrutivo não é necessário à escavação em todo o trecho, essa escavação será feita somente nos pontos de entrada e saída da tubulação, não afetando tanto as edificações ao seu entorno.

Figura 6.3 Impacto de vizinhança



Fonte: AGENCIA, 2018

4.5.5 Perda econômica

Construções realizadas em áreas comerciais estão associadas a perdas nas vendas do comércio. A população é bastante impactada sob a construção utilizando métodos convencionais de abertura de valas, o que pode resultar em uma redução das vendas ou até mesmo fechamento de lojas e outros comércios durante o período de construção (GANGAVARAPU, 2003).

No método não destrutivo esse impacto é bem menor, devido ao seu artifício de aplicação e viabilidade. Sendo assim, os comerciantes conseguem efetuar suas atividades sem perdas significativas em seus faturamentos.

4.5.6 Segurança em obras

As instruções de segurança são pautadas pela Norma Regulamentadora 18 (NR-18), item 18.6, que lida de escavações, fundações e desmonte de rochas. A NR-18 estabelece alguns procedimentos administrativos, de planejamento e de ação relacionados ao trabalho na construção civil em geral.

O local da escavação deve ser previamente limpo, retirando entulhos e materiais oriundos de natureza da área, garantindo que possam ter a estabilidade durante a execução do serviço. Cortes do terreno devem ser escorados por taludes - procedimento que deve ser feito também com muros e edificações próximos à escavação (CORSINI 2013).

Acidentes relacionados ao local de trabalho, com colaboradores, pedestres e públicos em geral, como colapso da parede da trincheira, desmoronamentos, eficácia ou não cumprimento das normas de segurança e outros acidentes de quedas nas valas são comuns em construções utilizando do método destrutivo.

As escavações localizadas em vias públicas devem ter sinalização de advertência, que permite uma melhor visualização principalmente no período de baixa visibilidade, e isolamento em todo o perímetro. De forma geral para obras em zonas urbanas é um dos fatores que mais influenciam na causa de acidentes envolvendo o local de trabalho. Como o acidente que aconteceu na Avenida Carlos Lindenberg, em Vila Velha, no Espírito Santo, um carro capotou e outro veículo foi atingido na lateral, devido à falta de sinalização de uma obra na pista (G1 ESPIRITO SANTO, 2018).

Sendo assim no método destrutivo há uma incidência maior deste risco. Enquanto no método não destrutivo essa sinalização também se faz necessária, uma vez que autorizado pela empresa competente, o acesso é limitado e transitável quando necessário.

Figura 6.4 Segurança – Acidente por falta de sinalização



Fonte: Carro..., 2018

4.5.7 Impactos ambientais

A instalação de utilidades enterradas geram congestionamentos, principalmente quando se utiliza métodos tradicionais de abertura de vala. Estes congestionamentos contribuem significativamente para o aumento da poluição do ar, visto que, segundo Azuaga (2000), os veículos são os principais responsáveis pela poluição atmosférica, pois emitem três poluentes principais: hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono. Adicionalmente, estes motores também emitem uma grande quantidade de dióxido de carbono, o qual contribui para o aquecimento global do planeta. Além da emissão de gases, o uso de retroescavadeiras, pás carregadeiras e caminhões geram um ambiente empoeirado. Desta forma, os métodos construtivos tradicionais são muito mais agressivos ao meio ambiente.

A preocupação com a melhora da qualidade de vida e saúde, associada com a poluição gerada por estes tipos de obras, resultam em uma perturbação pública.

Em comparação, o método destrutivo gera uma quantidade maior de poluentes, isso porque ocorre uma quantidade maior de congestionamentos e utiliza-se uma quantidade maior de máquinas pesadas por um período maior de tempo, agora no método não destrutivo esses congestionamentos ocorrem em menor quantidade, uma vez que haverá sempre pelo menos uma faixa da via livre, nesse método tem-se ainda

uma quantidade menor de máquinas trabalhando durante o processo, isso por um tempo menor, pois com o método não destrutivo permanece um tempo menor de obra comparado ao método destrutivo, dessa forma a utilização do método não destrutivo vai emitir sempre uma quantidade menor de poluentes em relação ao método destrutivo.

Figura 6.5 Impacto ambiental – Devido a grandes emissores de gases poluentes



Fonte: Trânsito... 2015

5 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste na análise da implantação do método não destrutivo para instalações de dutos subterrâneos de gás natural em zona urbana como forma de redução dos transtornos urbanos causados pela aplicação do método convencional de abertura de valas, através de estudos acadêmicos de levantamento bibliográfico quantitativo e estudo de caso de dois casos reais na cidade de Vitória - ES, exemplificando as tecnologias inerentes a essa técnica a qual vem inovando o conceito de infraestrutura subterrânea urbana.

Para efeito de comparação entre os dois métodos, serão propostos dois estudos de casos de duas obras que serão executadas com furo direcional, como se as mesmas obras fossem feitas por vala, sendo que em ambas serão utilizadas a mesma tubulação de polietileno. Nesses estudos de casos serão demonstradas as extensão dos trechos, sendo que esses dados serão reais para os casos em estudo, executados pelo método não destrutivo (furo direcional), e serão os mesmos dados utilizados para efeito de estudo e comparativo com a execução através do método destrutivo (abertura de valas), serão analisados o tempo de execução, incluindo mobilização e desmobilização, entre os dois métodos, e por fim serão analisados e comparados os transtornos urbanos causados em cada forma de execução.

Cada método tem as suas etapas a serem seguidas, serão demonstradas e comparadas essas etapas, qual planejamento e programação devem ser seguidos, e de que maneira essas etapas afetam a população.

Serão feitos os comparativos entre os transtornos urbanos causados pela execução dos dois métodos, nesse comparativo teremos uma noção dos impactos causados a população devido a esse tipo de obra. Por fim teremos informações suficientes sobre os transtornos causados, dos dois métodos, que serão analisados em confronto para que assim possa ser demonstrado qual método é mais vantajoso.

6 ESTUDO DE CASO

6.1 OBRA BENTO FERREIRA

Para comparação entre os dois métodos foi realizado estudo de caso da obra descrita abaixo, essa obra foi executada com o método não destrutivo e proposto que o mesmo trecho fosse executado pelo método destrutivo.

A obra em estudo foi executada pela empresa Gás Capital Engenharia e fiscalizada pela empresa CCT Conceitual Construções / Petrobras Distribuidora, na rua Chafic Murad - Bento Ferreira - Vitória ES, com extensão de 100 metros, teve a finalidade de estender a rede para atender o Edifício Ilha de Cozumel.

Utilizando o método não destrutivo a obra teve início no dia 20/03/2018 e foi realizada em apenas 01 dia, o que amenizou muito os transtornos urbanos causados por uma obra desse porte, segundo o técnico responsável pela obra, Douglas Henrique Salles

Noronha, caso fosse realizada com o método destrutivo seriam necessários 02 dias para a conclusão da mesma.

Foi necessário interditar apenas uma faixa da via para realização da obra, e das 08 residências apenas 03 ficaram com acessibilidade restringida, isso pelo período de apenas 01 dia de obra, em comparação ao método destrutivo também seria necessário interditar apenas uma faixa da via, mas ficariam todas as 08 residências com acessibilidade restringida e os moradores teriam suas garagens impedidas de transitar seus veículos, isso pelo período dos 02 dias de obra.

Quanto à interrupção de tráfego, como já dito antes, podemos observar que teríamos apenas 01 faixa da via interditada para os dois métodos, normalmente transitam 1030 veículos a cada hora pela via, dessa forma, segundo estimativa do técnico responsável Douglas Henrique Salles Noronha, 405 veículos ficaram impedidos de transitar pela via a cada hora, isso para os dois métodos, a diferença é que como o prazo de execução da obra diverge entre os dois métodos, esses veículos ficaram impedidos de transitar por apenas 01 dia com o método não destrutivo, já com o método destrutivo seriam o dobro de veículos impedidos de transitar, isso porque o prazo de execução com esse método é de 02 dias.

Durante o período não foi registrada nenhuma reclamação de morador local, mas foi possível notar a insatisfação desses moradores quanto à mudança que tiveram em seu cotidiano devido à execução da obra, um tipo de reclamação bem evidente que ocorre nesse método é quanto ao barulho.

Comparando os dois métodos é possível estimar três tipos de reclamações que podem ocorrer em ambos os métodos, que são possíveis reclamações quanto à quantidade de sujeira, poeira e barulho, ainda é possível estimar outros quatro tipos de reclamações que podem ocorrer somente no método destrutivo, que são possíveis reclamações relativas a possibilidade de falta de água, problemas na rede de esgoto, problemas nas redes de telefonia e TV a cabo, problemas na rede elétrica, isso ocasionado devido a possibilidade de danos que poderiam ser causados nas instalações públicas durante as escavações.

É importante citar que evita-se ao máximo utilizar o método destrutivo. Trabalhar com vala aberta traz alto impacto para a comunidade local e um potencial grande para causar estragos em instalações de outras concessionárias mesmo que o mapeamento

de interferências seja bem feito, além do método não destrutivo causar poucos danos nos locais afetados, a sua apresentação nos projetos para licenciamento junto aos órgãos públicos (Prefeituras, DER, DNIT dentre outros) permite que se tenha uma celeridade nos processos por conta do baixo impacto e alta velocidade de construção.

Tabela comparativa - Obra Bento Ferreira			
	Método Destrutivo	Método Não Destrutivo	Redução com a utilização do Método Não Destrutivo
Extensão da Obra	100 metros	100 metros	
Tempo da obra	02 dias	01 dia	50%
Interrupção de Tráfego			
Faixa de Via Interditada	01 faixa	01 faixa	
Carros Impedidos de Transitar (por hora)	405 veículos	405 veículos	
Carros Impedidos de Transitar durante toda obra (considerando 07:00 as 18:00)	8910	4455	50%
Danos a Rodovias e Logradouros Públicos	100 metros	30 metros	70%
Restrição a Acessibilidade	08 residências	03 residências	62,5%

Tabela 4 – Tabela Comparativa – Obra Bento Ferreira

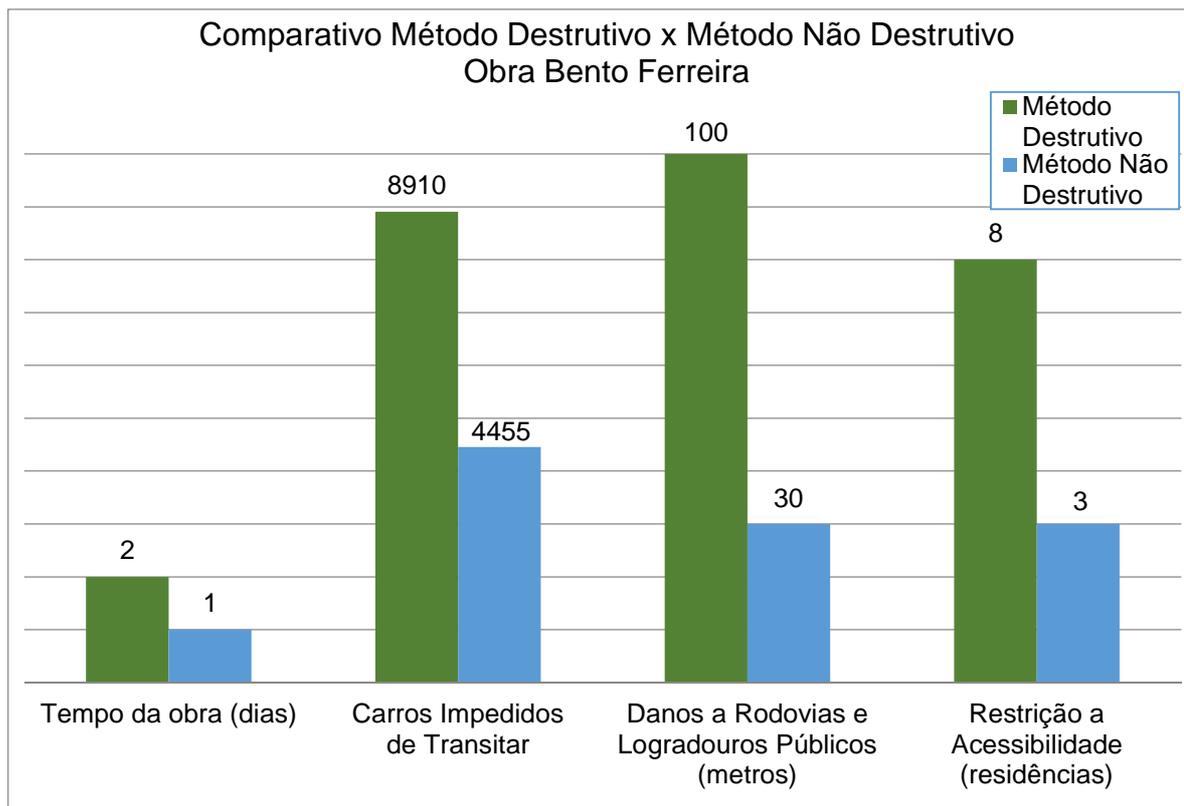


Gráfico 1 – Comparativo Método Destrutivo x Método Não Destrutivo – Obra Bento Ferreira

6.2 OBRA RIO MARINHO

A obra de Rio Marinho tem a particularidade de ser executada somente pelo método não destrutivo, isso porque ela se dá sob passagem do rio, mesmo com essa particularidade foram coletados os dados para que se pudesse fazer a comparação entre os dois métodos, foi realizado então estudo de caso da obra, que foi executada com o método não destrutivo, e proposto que o mesmo trecho (em extensão) fosse executado pelo método destrutivo.

A obra em estudo foi executada pela empresa Ódri Engenharia e fiscalizada pela empresa CCT Conceitual Construções / Petrobras Distribuidora, no bairro Nova América – Vila Velha - ES, com extensão de 81 metros, teve a finalidade de remanejar o gasoduto sob o Rio Marinho, com furo sob o leito do rio.

Utilizando o método não destrutivo a obra teve início no dia 10/04/2018 e foi realizada em 15 dias, segundo o técnico responsável pela obra, Douglas Henrique Salles

Noronha, caso fosse realizada com o método destrutivo, para mesma extensão de obra, seriam necessários 20 dias para a conclusão da mesma.

Foi necessário interditar uma faixa da via por 80% do tempo da obra, e interditar toda via em apenas 20% (03 dias) do tempo da obra, e das 05 residências apenas 02 ficaram com acessibilidade restringida, em comparação ao método destrutivo seria necessário interditar uma faixa da via por 50% do tempo da obra, e interditar toda a via nos outros 50% (10 dias) do tempo da obra, ficariam todas as 08 residências com acessibilidade restringida e os moradores teriam suas garagens impedidas de transitar seus veículos, isso pelo período dos 20 dias de obra.

Quanto à interrupção de tráfego, normalmente transitam 3840 veículos a cada hora pela via, dessa forma, segundo estimativa do técnico responsável Douglas Henrique Salles Noronha, 960 veículos ficaram impedidos de transitar pela via a cada hora, isso para os dois métodos, a diferença é que como o prazo de execução da obra diverge entre os dois métodos, esses veículos ficaram impedidos de transitar por 15 dias com o método não destrutivo, já com o método destrutivo os veículos ficariam impedidos de transitar pelo período de 20 dias.

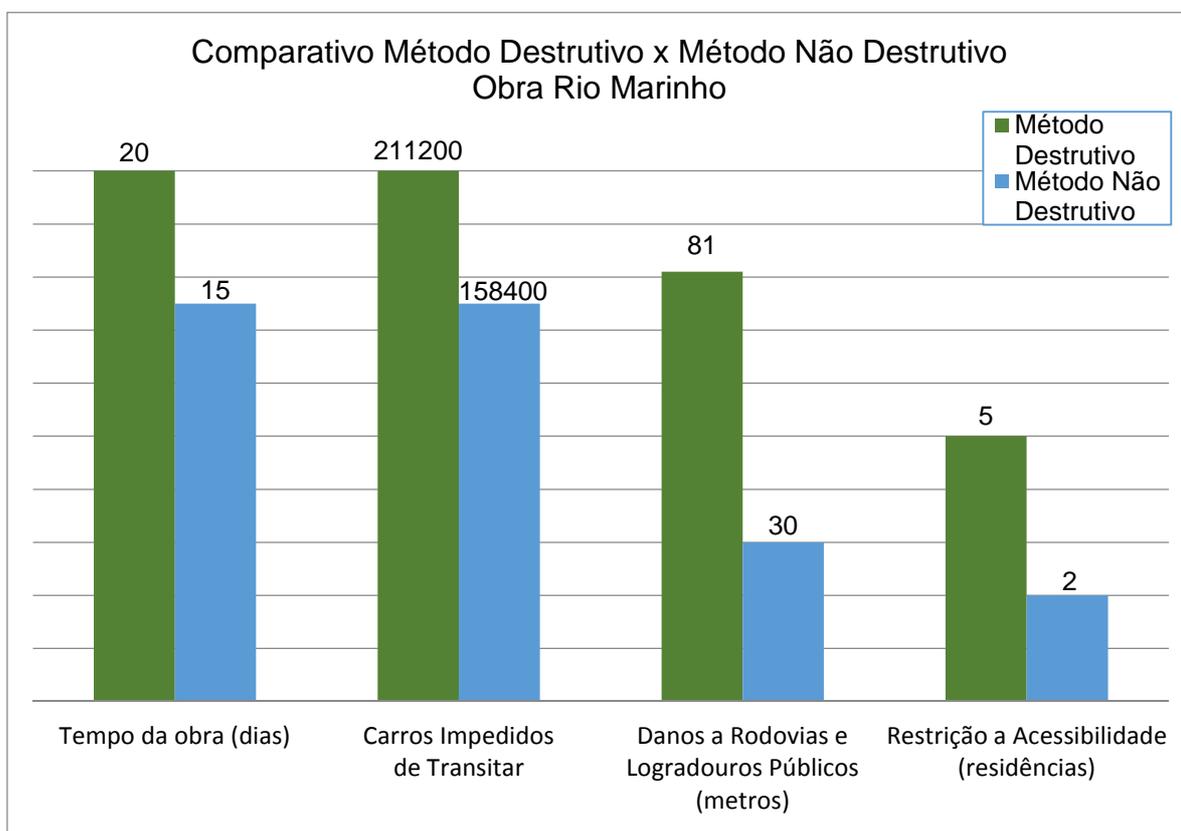
Durante o período foi registrada 01 reclamação de morador local, isso em determinado momento da obra em que foi necessário executar trabalhos noturnos e o morador reclamou do barulho emitido.

Comparando os dois métodos é possível estimar três tipos de reclamações que podem ocorrer em ambos os métodos, que são possíveis reclamações quanto à quantidade de sujeira, poeira e barulho, ainda é possível estimar outros quatro tipos de reclamações que podem ocorrer somente no método destrutivo, que são possíveis reclamações relativas a possibilidade de falta de água, problemas na rede de esgoto, problemas nas redes de telefonia e TV a cabo, problemas na rede elétrica, isso ocasionado devido a possibilidade de danos que poderiam ser causados nas instalações públicas durante as escavações.

Tabela comparativa - Obra Rio Marinho			
	Método Destrutivo	Método Não Destrutivo	Redução com a utilização do Método Não Destrutivo
Extensão da Obra	81 metros	81 metros	
Tempo da obra	20 dias	15 dias	25%
Interrupção de Tráfego			
Faixa de Via Interditada	01 faixa	01 faixa	
Carros Impedidos de Transitar (por hora)	960 veículos	960 veículos	
Carros Impedidos de Transitar durante toda obra (considerando 07:00 as 18:00)	211200	158400	25%
Danos a Rodovias e Logradouros Públicos	81 metros	30 metros	63%
Restrição a Acessibilidade	05 residências	02 residências	60%

Tabela 5 – Tabela Comparativa – Obra Rio Marinho

Gráfico 2 – Comparativo Método Destrutivo x Método Não Destrutivo – Obra Rio Marinho



7 CONCLUSÃO

Em suma, este trabalho buscou apresentar um comparativo na implantação do método destrutivo e o método não destrutivo na execução de obras para instalação de redes subterrâneas de gás natural em regiões urbanas, e de que forma esse tipo de atividade interfere na vida da população gerando custos sociais urbanos significativos que podem ser principalmente minimizados com a utilização de novas tecnologias cada vez mais inseridas em obras de engenharia.

Dessa forma o trabalho pôde, também, mostrar que a utilização do método não destrutivo modifica a dinâmica da obra e reduz de maneira ampla todos os impactos urbanos causados, no estudo de caso 01, obra Bento Ferreira, notou-se que os principais transtornos urbanos, como, interrupção de tráfego e o tempo de obra foram reduzidos em 50%, às restrições de acessibilidade dos moradores foram reduzidos em 62,5%, os danos a rodovias e logradouros tiveram redução de 70% e os tipos de reclamações de moradores reduziram em 86%, de forma geral foi obtido uma redução significativa nos transtornos urbanos, o que no cenário atual urbano, com enormes problemas de falta de fluidez no trânsito e congestionamento, ajuda a diminuir consideravelmente tais problemas.

Outro fator relevante que pôde ser concluído foram algumas particularidades da utilização do MND, a execução desse tipo de obra em locais adversos como exemplificado no estudo de caso 2, Obra Rio Marinho, onde foi feito por método não destrutivo um furo direcional sob o leito do rio marinho em Vila Velha ES, situação impossível de se fazer de forma destrutiva, outros exemplos podem ser citados, como travessias de passagens de nível, travessias de rodovias de tráfego intenso onde a interrupção mesmo que parcial causaria um enorme transtorno e passagem de tubulação sob terrenos contaminados como aterros sanitários onde é extremamente improvável de se utilizar o método convencional de abertura de vala, nesse segundo estudo de caso também foram obtidas reduções significativas nos transtornos urbanos em comparação se caso tivesse sido efetuado pelo método destrutivo.

Assim o trabalho mostrou que quanto maior for a interferência direta de obras dentro das cidades no cotidiano da população maior será a intensidade dos transtornos causados, dessa forma a utilização do método não destrutivo contribui muito para a

diminuição desses problemas nas instalações subterrâneas de infraestrutura urbana nos dias atuais.

7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As pesquisas sobre a utilização de métodos não destrutivos como alternativa para reduzir os transtornos urbanos, ainda apresentam muitos pontos a serem estudados. Como sugestão para trabalhos complementares, destaca-se a análise quantitativa de outros fatores não considerados nesta pesquisa, envolvendo particularmente:

- Estudo comparativo entre o custo monetário dos métodos com abertura de vala e os métodos não destrutivos;
- Possibilidade de um estudo de caso, se a obra fosse instalada num empreendimento do município de Aracruz.

8 ANEXOS

Anexo 01

		<p align="center">Mantenedora: FUNDAÇÃO SÃO JOÃO BATISTA <u>Curso: Engenharia Civil</u></p>
Questionário Técnico		
Equipe	Bruna Manara	Professor: Evandro José Pinto de Abreu
	Jakson Costa dos Santos	Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso
	Leonardo Lopes Rocha	Período: 9º
		Data: Junho/2018
<p>Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Aracruz – FAACZ, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Eng. Civil.</p> <p>Orientador: Evandro José Pinto de Abreu.</p>		
Data: 16/06/2018		Horário: 16:00
Responsável Técnico: Douglas Henrique Salles Noronha		
Empresa: CCT Conceitual Construções / Petrobras Distribuidora		
Tipo de Obra: Extensão de rede para atender o Ed. Ilha de Cozumel		
Data de Início da Obra: 20/03/2018		
1	Onde foi executada a obra?	
Rua Chafic Murad - Bento Ferreira - Vitória ES		
2	Qual a extensão da obra?	
100 m		
3	Qual a quantidade de residências impactadas diretamente pela obra?	
8 residências		
4	Quantas residências foram obstruídas o acesso na utilização do MND?	

3 residências, aproximadamente 30 m de extensão	
5	Quantas residências seriam obstruídas o acesso na utilização do método destrutivo?
Todas as residências, ao longo de todo trecho.	
6	Em quantos dias a obra foi executada?
1 dia	
7	Quantos dias seriam necessários caso a mesma obra fosse executada com o método destrutivo?
<p>2 dias.</p> <p>É importante citar que evitamos ao máximo utilizar o método destrutivo. Trabalhar com vala aberta traz alto impacto para a comunidade local e um potencial grande para causar estragos em instalações de outras concessionárias mesmo que o mapeamento de interferências seja bem feito, além do método não destrutivo causar poucos danos nos locais afetados, a sua apresentação nos projetos para licenciamento junto aos órgãos públicos (Prefeituras, DER, DNIT dentre outros) permite que se tenha uma celeridade nos processos por conta do baixo impacto e alta velocidade de construção.</p>	
8	Quantos funcionários trabalharam na obra? Descrever a equipe por função.
<p>16 Profissionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Fiscal - 1 Engenheiro mecânico - 1 Encarregado de obras - 1 Técnico de segurança - 1 Motorista de veículo leve - 5 Ajudantes de mão de obra civil + 1 ajudante para a perfuratriz - 1 Navegador de perfuração direcional - 1 Operador de perfuração direcional - 1 Operador de caminhão sugador - 1 Operador de caminhão pipa - 1 Soldador PEAD - 1 Pedreiro 	

9	Quantos funcionários seriam necessários caso a mesma obra fosse executada com o método destrutivo?
15 Profissionais: - 1 Fiscal - 1 Engenheiro mecânico - 1 Encarregado de obras - 1 Técnico de segurança - 1 Motorista de veículo leve - 6 Ajudantes de mão de obra civil - 1 Operador de retroescavadeira - 1 Operador de caminhão basculante - 1 Soldador - 1 Pedreiro	
10	Quantas faixas de trânsito foram interditadas devido a obra? Ou a via inteira foi interditada?
Apenas uma faixa foi interditada	
11	Quantas faixas de trânsito seriam interditadas caso mesma obra fosse executada com o método destrutivo? Ou a via inteira seria interditada?
Apenas uma faixa seria interditada	
12	Qual a quantidade média de veículos por hora que trafegam nessa via em condições normais?
1030 veículos	
13	Qual estimativa por hora de automóveis ficaram impedidos de trafegar pela via?
405 veículos	
14	Qual estimativa diária de automóveis ficariam impedidos de trafegar pela via caso a obra fosse executada com o método destrutivo?
405 veículos	

15	Quantas reclamações de moradores locais foram registradas? E quais tipos de reclamações?
<p>Não houveram reclamações, porém os moradores demonstram insatisfação pela execução afetar o dia-a-dia deles. Vale frisar que, antes desse tipo de obra, temos a preocupação de fazer um trabalho de comunicação social junto a comunidade local. É feito um comunicado porta-a-porta em cada edificação que será afetada de acordo com o projeto básico elaborado explicando o contexto da atividade, tempo estimado da obra e detalhes da execução.</p>	
16	Quais tipos de reclamações de moradores poderiam ocorrer caso a obra fosse executada pelo método destrutivo?
<p>Perigo por conta do fluxo contínuo de veículos pesados ao redor do local da obra, quantidade de sujeira e barulho, falta de água, problemas na rede de esgoto, problemas nas redes de telefonia/tv a cabo e problemas na rede elétrica em decorrência de danos causados nas instalações públicas durante as escavações.</p>	
17	Quantas reclamações de comerciantes locais foram registradas? E quais tipos de reclamações?
<p>Nenhuma, a área afetada pela obra é totalmente residencial.</p>	
18	Quais tipos de reclamações de comerciantes poderiam ocorrer caso a obra fosse executada pelo método destrutivo?
<p>Nenhuma. A área afetada pela obra é totalmente residencial.</p>	
Validação das Informações	
 Douglas Henrique S. Noronha Fiscalização de Obras e Serviços CCT Conceitual Construções Ltda	
Entrevistador	Entrevistado
	Entrevistado

Anexo 02

		<p align="center">Mantenedora: FUNDAÇÃO SÃO JOÃO BATISTA <u>Curso: Engenharia Civil</u></p>
Questionário Técnico		
Equipe	Bruna Manara	Professor : Evandro José Pinto de Abreu
:		
	Jakson Costa dos Santos	Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso
	Leonardo Lopes Rocha	Período: 9º
		Data: Junho/2018
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Aracruz – FAACZ, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Eng. Civil. Orientador: Evandro José Pinto de Abreu.		
Data: 16/06/2018		Horário: 16:00
Responsável técnico: Douglas Henrique Salles Noronha.		
Empresa: CCT Conceitual Construções / Petrobras Distribuidora.		
Tipo de Obra: Remanejamento do gasoduto sob o Rio Marinho / furo sob o leito do rio.		
Data de Início da Obra: 10/04/2018		
1	Onde foi executada a obra?	
Nova América - Vila Velha ES		
2	Qual a extensão da obra?	
81m		
3	Qual a quantidade de residências impactadas diretamente pela obra?	
5 residências.		
4	Quantas residências foram obstruído o acesso com a utilização do MND?	

2 residências	
5	Quantas residências seriam obstruído o acesso com a utilização do método destrutivo?
Todas as residências ao longo do trecho.	
6	Em quantos dias a obra foi executada?
15 dias	
7	Quantos dias seriam necessários caso a mesma obra fosse executada com o método destrutivo?
O perfil da obra não permite a construção por Método Destrutivo por se tratar de uma passagem de rio, mas, considerando a extensão do trecho e as condições técnicas do local, pelo MD a obra duraria em torno de 20 dias.	
8	Quantos funcionários trabalharam na obra? Descrever a equipe por função.
<p>22 Profissionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Fiscal Engenheiro mecânico - 1 Encarregado de obras - 1 Técnico de segurança - 1 Motorista de veículo leve - 8 Ajudantes de mão de obra civil + 1 ajudante para a perfuratriz - 1 Navegador de perfuração direcional - 1 Operador de perfuração direcional - 1 Operador de retroescavadeira - 1 Operador de caminhão munck - 1 Operador de caminhão pipa - 1 Soldador - 1 Caldeireiro - 1 Pedreiro 	
9	Quantos funcionários seriam necessários caso a mesma obra fosse executada com o método destrutivo?

<p>22 Profissionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Fiscal - 1 Engenheiro mecânico - 1 Encarregado de obras - 1 Técnico de segurança - 1 Motorista de veículo leve - 11 Ajudantes de mão de obra civil - 1 Operador de retroescavadeira - 1 Operador de caminhão munck - 1 Operador de caminhão pipa - 1 Soldador - 1 Caldeireiro - 1 Pedreiro 	
10	<p>Quantas faixas de trânsito foram interditadas devido a obra? Ou a via inteira foi interditada?</p>
<p>Durante 80% do tempo de obra somente uma faixa teve que ser interditada. A interdição total foi necessária em apenas 20% do tempo de obra durante algumas operações-chave</p>	
11	<p>Quantas faixas de trânsito seriam interditadas caso mesma obra fosse executada com o método destrutivo? Ou a via inteira seria interditada?</p>
<p>O perfil da obra não permite a construção por Método Destrutivo, mas, considerando a extensão do trecho e as condições técnicas do local, pelo MD pelo menos 50% do tempo de obra necessitaria de interdição total</p>	
12	<p>Qual quantidade média por hora de automóveis que trafegam nessa via em condições normais?</p>
<p>3840 veículos</p>	
13	<p>Qual a estimativa por hora de veículos ficariam impedidos de trafegar pela via?</p>
<p>960 veículos</p>	
14	<p>Qual a estimativa por hora de veículos ficariam impedidos de trafegar pela via, caso a obra fosse executada no método destrutivo?</p>

960 veículos	
15	Quantas reclamações de moradores locais foram registradas? E quais tipos de reclamações?
Houve 01, reclamação de muito barulho em um determinado momento da obra em que foi necessário trabalhar durante o período noturno	
16	Quais tipos de reclamações de moradores poderiam ocorrer caso a obra fosse executada pelo método destrutivo?
Demora na conclusão da obra, quantidade de sujeira e barulho, falta de água ou problemas na rede esgoto em decorrência de danos causados nas instalações públicas durante as escavações.	
17	Quantas reclamações de comerciantes locais foram registradas? E quais tipos de reclamações?
Nenhuma reclamação de comerciante foi registrada.	
18	Quais tipos de reclamações de comerciantes poderiam ocorrer caso a obra fosse executada pelo método destrutivo?
Demora na conclusão da obra, quantidade de sujeira e barulho, falta de água ou problemas na rede esgoto em decorrência de danos causados nas instalações públicas durante as escavações.	
Validação das Informações	
_____	<i>Douglas Henrique S. Noronha</i> Fiscalização de Obras e Serviços
Entrevistador	Entrevistado CT Conceitual Construções Ltda
_____	Entrevistado

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, D. M.; BAIK H. S. GOKHALE S. (2002) **Development of decision support system for selection of trenchless technologies to minimize impact of utility construction on roadway**. Springfield, VA: National Technical Information Service, 2002.

ABRATT; ISTT, Associação Brasileira de Tecnologia não Destrutiva **Um Guia dos Métodos Não Destrutivos (MND) para instalação, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de escavação**, SP, 2010.

AGÊNCIA BRASIL. **Obras do metrô do Rio em região afetada por tremores continuam interrompidas**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-05/obras-do-metro-do-rio-em-regiao-afetada-por-tremores-continuam-interrompidas>> Acesso em 24 agosto 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP) "**Lei do Gás**" (nº11.909, de 4 de março de 2009).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.266/92: Projetos de execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.645-1/01: Elaboração de "como construído" (As Built) para edificações. Levantamento planialtimétrico e cadastral de imóvel urbanizado com área de até 25.000 m², para fins de estudos, projetos e edificações**. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 15589-1/16: Indústria do petróleo e gás natural – proteção catódica para sistemas de transporte de dutos**. Parte 1: Dutos terrestres.

AUGUSTO JÚNIOR, F.; GIAMPAGLIA, H. R.; CUNHA, M. A. (1992). **Manual de pavimentação urbana**. Instituto de Pesquisa Tecnológico. 236 p. São Paulo, 1992.
AZUAGA, D. (2000). Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil. 168 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2000.

BRAGA, Gastão Ney Monte. **Na sala com Gismonti**. 2011. Disponível em: <<https://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2011/05/os-solos-arenosos.html>> Acesso em 20 abril.2018.

CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, **NORMA REGULAMENTADORA 18 - NR 18**. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.htm>> Acesso em 14 jun.2018

CAMPOS, L. M. de S. (1996). **Um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 1996.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Livros Técnicos e Científicos, 2000, 498p.

CORAL, Danielle De Bona; STEINE, Luiz Renat. **COMPARATIVO ENTRE PERFURAÇÃO DIRECIONAL HORIZONTAL (MND) X MÉTODO DESTRUTIVO (VALA), PARA IMPLANTAÇÃO DE REDE DE GÁS NATURALURBANA. ESTUDO DE CASO**. 2015. 21 f. Trabalho de graduação – Curso de Engenharia Civil, UNESC-Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2015.

CORREIO POPULAR. **Trânsito está à beira do colapso e correio risco de travar em 8 anos**. Disponível em: <http://correio.rac.com.br/_conteudo/2015/01/capa/campinas_e_rmc/232845-transito-de-campinas-esta-a-beira-do-colapso.html> Acesso em Junho.2018

CORSINI, Rodnei. **Fundações e Contenções-Saiba quais as diretrizes obrigatórias para escavações no solo durante a execução de fundações ou outras estruturas**.2013. Disponível em <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/24/solucoes-tecnicas-1-seguranca-em-escavacoes-277854-1.aspx>> Acesso em 23 junho.2018.

DEZOTTI, M. C. Tese (mestrado) USP, **Análise da utilização de métodos não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas**, SP, 2008.

DRILLING COMPANY, 2010. Disponível em: <http://drillingcompany.com.br/images>, Acesso em 19 de abril de 2018.

FERNANDES, A. S. A; OLIVEIRA, F. (2002). **Licenciamento ambiental para redes de infraestrutura urbana**. 1ª ed. P. 1-14. São Paulo.

G1 ESPIRITO SANTO. **Carro capota e bate em outro veículo na lateral em Vila Velha ES**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/es/espírito-santo/post/2018/06/05/carro-capota-e-bate-em-outro-veiculo-na-lateral-em-vila-velha-es.ghtml>> Acesso em 19 junho.2018.

GOLÇALVES, Ana Patrícia. **O Ciclo das Rochas**. 2016, Disponível em: <<http://www.anapatriciagoncalves.com/o-ciclo-das-rochas/>> Acesso em 21 abril.2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de referência geocêntrico para América do Sul**: IBGE, 2010.

LUIZA, Ana; FRANÇA, Débora. Oliveira Renata. **Execução de escavação de valas** 2015. Disponível em: <<http://www.reativarambiental.com/2015/02/execucao-de-escavacao-de-valas.htm>> Acesso em 22 abril.2018.

NAJAFI, M. **Trenchless technology: pipeline and utility design, construction, and renewal**, 1ª ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2004.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Fundações Guia Prático de Projeto - Execução e Dimensionamento**. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Zigurate. 2008. 238p.

RICARDO, HELIO DE SOUZA; CARALANI, GUILHERME. MANUAL PRÁTICO DE ESCAVAÇÃO - TERRAPLENAGEM E ESCAVAÇÃO DE ROCHA. 3 ED. SÃO PAULO: MCGRAW-HILL, 2007.

ROCCO. J. Tese de USP, **Métodos e procedimentos para execução e o georeferenciamento de redes subterrâneas da infraestrutura urbana**, SP, 2006.

TICS – Tecnologias de Comunicação e Informação nos Cursos de Graduação. **Apostila de Materiais de Construção Básicos**. 2011, Universidade Aberta do Brasil, Instituto Federal Sul-rio-grandense. 2011/2.

VASCONCELLOS, José Luiz de Godoy. **Valas aberturas, escoramento provisório e esgotamento de água**. 2013. Disponível em <<http://docplayer.com.br/59419869-Valas-abertura-escoramento-provisorio-e-esgotamento-d-agua.html>> Acesso em 22 abril.2018.

WATANABE, Roberto Massaru. **Efeitos do Rebaixamento do Lençol Freático**. 2012. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/pericias/lfeifeitos.htm>> Acesso em 21 abril.2018.