

## **II-1211 – ANÁLISE ECONÔMICA PRELIMINAR DA EXECUÇÃO DE REDE POR MÉTODO NÃO DESTRUTIVO E VALA A CÉU ABERTO (ESTUDO DE CASO – LINHA DE RECALQUE)**

**Thallita Kuira de Almeida de Oliveira** <sup>(1)</sup>

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

**Camila Leal Vieira** <sup>(1)</sup>

Graduação em Engenharia Civil Universidade Estadual de Feira de Santana (2014), mestrado em Engenharia Ambiental, na área de concentração: Gestão de Recursos Hídricos, pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2017). Atualmente é professora Assistente da Universidade Estadual de Feira de Santana

**Felipe Freitas Cerqueira** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

**Isabela Lima Ribeiro** <sup>(1)</sup>

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana (2019). Possui MBA em Gestão de Obras e Empreendimentos e Engenharia de Custos pelo Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos (IBEC). Atualmente é aluna de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Avenida Transnordestina, s/n - Novo Horizonte - Feira de Santana- BA - CEP: 44036-900 - Brasil - Tel: (75) 3161-8310 - e-mail: [thallitakuira@gmail.com](mailto:thallitakuira@gmail.com)

### **RESUMO**

O saneamento básico de esgoto possui relevante importância para a manutenção de uma qualidade de vida satisfatória, sendo, inclusive, o acesso a esse sistema um direito assegurado no Brasil, consagrado no art. 21, inciso XX da Constituição Federal de 1988. O uso de Método Não Destrutivo para execução de redes de esgoto, instalação de novas redes e reabilitação, bem como a análise preliminar dos custos que a envolvem, foi o enfoque desta pesquisa, tendo como estudo de caso uma linha de recalque na cidade de Feira de Santana-BA. Os dados analisados, referentes a rede de estudo, foram obtidos através da concessionária local de saneamento básico a EMBASA. Para compor o cálculo dos custos envolvidos na execução da rede, buscou-se informações em trabalhos similares e, além dos custos relacionados à execução propriamente dita do caso analisado, abordou-se também os custos intangíveis, evidenciando a sua relevância e importância na composição do preço final de uma obra de rede de esgoto. Os itens que compõem o orçamento do método de abertura de vala, foram coletados a partir de planilhas de uma empresa executora de obras de infraestrutura com atuação no nordeste do país, a qual preferiu-se manter a identidade preservada. As informações orçamentárias relacionadas ao MND, foram obtidas de forma similar. Nesse sentido o presente trabalho de conclusão de curso visou identificar possíveis soluções e alternativas para sanar reparos à rede, bem como a reabilitação das já existentes, dando o enfoque para os custos relacionados com a obra, principalmente o custo social e a sua relevância para tomada de decisão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Custo Social, Rede de Esgoto, Método Não Destrutivo.

### **INTRODUÇÃO**

O sistema de esgotamento sanitário tem por objetivo coletar e tratar os esgotos domésticos e, com isso, evitar a proliferação de doenças e a poluição de corpos hídricos após seu lançamento. O acesso a esse sistema é essencial para a manutenção da saúde da população, bem como para a preservação ambiental. Contudo, a cobertura de esgotamento sanitário no Brasil ainda apresenta um índice insatisfatório, atendendo pouco mais da metade da população, em números 61,9%. (SNIS, 2019).

A rede, devido ao tempo de uso e desgaste natural dos materiais, apresenta uma necessidade de reparos. Segundo Rodrigues, Motta e Obraczka (2017) as alternativas convencionais de solução para danos e instalações de adutoras conferem demolições, danos à periferia da rede. No entanto, surgem intervenções de reabilitação e instalação que se entendem por agir sem que grandes estragos protagonizem a interferência.

A aplicação do Método Não Destrutivo (MND) tem sido difundida de maneira gradual no Brasil, e um dos campos de difusão é justamente nas obras de infraestrutura. Como esse é um método menos invasivo, se torna uma alternativa em potencial, de menor impacto ambiental, visto que reduz consideravelmente os recortes na pavimentação. Tratando de ambientes urbanos onde se tem um tráfego de pessoas e veículos, soluções através do MND permitem uma redução dos custos da obra e reduzem os transtornos gerados pela abertura de valas.

A Sociedade Internacional de Tecnologia Não Destrutiva (ISTT), criada no Reino Unido em setembro de 1986, difundiu o uso de tecnologias não destrutivas, destacando que ainda é considerada uma tecnologia recente, portanto, surge a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que apresentem parâmetros para classificar de maneira mais efetiva o uso de cada método.

Os impactos causados pela interferência de métodos destrutivos abrem espaço para a discussão e análise da viabilidade do uso de técnicas que minimizem os danos causados ao ambiente. Atuando como um vetor, a pesquisa atual consiste em explicar e tornar mais acessível o uso da tecnologia abordada, engajando possíveis contribuições de continuação.

Para fins práticos, foi tomada como objeto de estudo a linha de recalque que liga a Estação de Tratamento de Esgoto Jacuípe I à Estação Jacuípe II, e feita uma simulação dos custos de assentamento, bem como os sociais, da substituição/reabilitação com o objetivo de comparar os valores praticados pelas obras convencionais com as obras que aplicam o MND.

## **OBJETIVO DO TRABALHO**

O objetivo desse artigo é realizar uma comparação preliminar acerca da viabilidade econômica da aplicação do Método Não Destrutivo com o método de abertura de vala para a substituição/recuperação da linha de recalque que liga duas Estações de Tratamento de Esgoto, na cidade de Feira de Santana-BA, e junto a isso apresentar os principais parâmetros que interferem no uso dos Métodos Não Destrutivos e abordar sobre a necessidade de considerar os custos intangíveis para tomada de decisão.

## **METODOLOGIA**

Os métodos utilizados para o desenvolvimento do presente trabalho consistem na interpretação de pesquisas bibliográficas, como artigos científicos, de forma a embasar a abordagem acerca do tema, tendo como objetivo também a composição de parâmetros capazes de permitir a análise de aspectos que geram interferência na implantação do Método Não Destrutivo em redes de esgoto.

O produto final da pesquisa consiste numa comparação entre os custos de uma mesma obra através do método convencional de abertura de vala e os métodos não destrutivos, desenvolvidos através de duas perspectivas, quais sejam: (A) a comparação entre a execução através do MND-HDD, que consiste em um método que permite o ajuste da direção de perfuração independente da etapa do serviço, e o método convencional de abertura de vala; e (B) a comparação entre o Pipe Bursting, que permite a substituição completa de um trecho de rede por uma nova, sem causar demolições excessivas, e o método convencional. Para a análise serão tomados como parâmetros orçamentos reais de empresas executoras da tipologia de obra abordada e na ausência de tais dados, lançou-se mão de dados da base do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2022).

O objeto de estudo será a linha de recalque que vai da Estação Jacuípe I até a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Jacuípe II, localizada nas imediações do bairro Nova Esperança, na cidade de Feira de Santana-BA.

O levantamento dos quantitativos foi feito com base no projeto Linha de Recalque/Gravidade da Elevatória EE-06 Poço 02, fornecido pela concessionária local, e os custos envolvendo o processo de assentamento de tubo para linha de recalque em estudo, possuem com base o orçamento de empresa executora de obras de infraestrutura na região nordeste do país, a qual prezamos pelo anonimato, com exceção do preço de assentamento de tubo DN 400, 500 e 600 os quais foram obtidos através de consulta ao SINAPI.

Já com relação aos custos intangíveis que são aqueles que se associam ao custo social, ou seja, é a valoração de impactos causados devido ao serviço de assentamento de tubo, através do método convencional de abertura de vala, estes foram feitos com base no estudo elaborado por Dezotti (2008).

Alguns custos não foram levados em consideração, como o custo da perda de produtividade devido ao ruído e vibração causados pelas obras e o custo devido a atrasos decorrentes dos impactos nas vias de tráfego. Os mesmos não foram considerados devido à complexidade de estimativa, no entanto são valores que possuem relevância e que existem num contexto geral.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

Com base nos dados coletados e os parâmetros adotados, foram obtidos os seguintes valores: um volume de 4016,52 m<sup>3</sup> referente a escavação, 401,65 m<sup>3</sup> de lastro de areia e 4498,5 m<sup>3</sup> de bota fora, uma área de escoamento igual a 3773,91 m<sup>2</sup>. O custo que envolve a aquisição da tubulação de PEAD foi obtido através de valores obtidos na plataforma do SINAPI, contudo foi necessária a interpolação para chegar a valores de diâmetros não disponibilizados na plataforma. Os valores obtidos foram de R\$ 1.816,00 para DN 400, R\$ 3.188,22 para DN 500 e R\$ 4.741,78 para DN 600.

O cálculo dos itens intangíveis inicia através da valoração dos impactos ambientais com carros e caminhões a uma dada velocidade média, estabelecida de acordo com as características da via. Inicialmente analisa-se que a abertura de vala por vezes apresenta a necessidade da interdição dos dois sentidos da via, o que aumenta consideravelmente os engarrafamentos, sendo esse um fator que contribui para a redução de rendimento dos veículos, tornando-os menos econômico.

Para o cálculo da contribuição da emissão de gases nos custos intangíveis é importante que seja mensurado os trechos onde há baixa velocidade devido engarrafamento. É necessário pontuar que no MND, os impactos ambientais são consideravelmente reduzidos, diante do impacto ao tráfego ser minimizado, visto que não há necessidade de isolamento total da via, apenas de forma pontual.

O custo com combustíveis é obtido considerando para sua precisão o combustível usual para cada tipo de automóvel. Diante do fechamento das faixas da via, surge a necessidade dos usuários daquela via, optarem por rotas alternativas, o que aumenta as distâncias de percurso até o destino final, e conseqüentemente, ocasiona um aumento considerável de consumo de combustível.

A vida útil dos pneus é reduzida diante da ampliação do percurso realizado, promovida pelas rotas alternativas. Diante da escolha de obras através do método de abertura de vala, tem-se um período de obra mais longo se comparado a escolha do MND.

A troca de fluídos automotivos é em sua grande parte calculada de acordo com o intervalo de tempo ou distância percorrida, sendo essas indicações dos fabricantes dos veículos.

Diante da execução de obra através do método de abertura de vala existe um aumento substancial da emissão de resíduos e partículas suspensas no ar, passam a aderir nos veículos, o que requer um aumento na quantidade de lavagens. Consideração essa nem sempre feita, mas que apresenta relevância nos custos intangíveis.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Chega-se a um resumo do custo por metro linear para execução de uma rede através do método convencional de abertura de vala e a mesma rede sendo executada por meio de método não destrutivo (HDD, PB) descrito na Tabela 01 abaixo.

**Tabela 01: Custos de execução de rede**

	MAV (R\$/M)	MND - HDD (R\$/M)	MND - PB (R\$/M)
DN 400	R\$ 1.915,56	R\$ 3.176,00	R\$ 4.016,00
DN 500	R\$ 3.305,66	R\$ 4.888,22	R\$ 5.938,22
DN 600	R\$ 4.872,59	R\$ 6.883,78	R\$ 8.206,78

Trazendo a luz as discussões abordadas nessa pesquisa acerca da viabilidade econômica, e os custos para implementação de cada um dos métodos referidos, de acordo com o diâmetro nominal, permitindo identificar a justificativa da escolha majoritária por execuções através do método convencional, afinal a mesma apresenta um menor custo econômico se comparada aos métodos não destrutivos.

É possível verifica-se que o fluxo de veículos na região da rede do estudo de caso é intenso, portanto, existe a necessidade da consideração de uma quantidade elevada de veículos, além disso é importante a consideração da quantidade significativa de veículos pesados como caminhões. A definição do tráfego da via deve ser feita em todos os parâmetros, ou seja, multiplicar sempre pela quantidade de veículos que por ali transitam.

De acordo com Dezotti (2008) no seu estudo de caso identificou números expressivos quando feita a comparação dos métodos, o custo social corresponde a 201,38% dos custos diretos da construção, já os custos sociais para os MND correspondem a 27,55%. Os números apresentados por Dezotti (2008) expressam o quão significativo pode ser o impacto dos custos sociais. No entanto para isso é preciso que se tenha os dados referentes à localidade de maneira mais específica, para que dessa forma os resultados sejam compatíveis.

Diante da limitação de dados do local, como uma simulação de rotas de desvio escolhidas pelos usuários da via, devido o engarrafamento, algumas informações ficaram suprimidas nessa pesquisa, como custos que envolvem o atraso que o engarrafamento pode ocasionar, o custo que envolve a redução de produtividade ocasionada devido a emissão de ruídos provenientes da execução de obra pelo método convencional. Contudo ainda assim é possível inferir que o custo intangível possui relevância considerável diante da obra como um todo.

## CONCLUSÕES

Assim, diante dos itens discutidos e apresentados podemos concluir, em suma, que essa pesquisa buscou identificar os custos que compõem a execução e/ou reabilitação de uma rede de esgoto tendo como parâmetros o método mais utilizado, qual seja, o método de abertura de vala, bem como abordar as possibilidades de execução e/ou reabilitação através da tecnologia ainda em difusão, a dos métodos não destrutivos, em espécie o *Pipe Bursting* e HDD.

O fato da tecnologia do Método Não Destrutivo ainda estar em difusão, passando a ser aceita e conhecida no país, aponta uma dificuldade de acesso financeiro, os custos que envolvem a execução através do MND além dos equipamentos de custo elevado, existe a necessidade de uma mão de obra especializada, requer uma análise específica do tipo de solo da região, visto que nem sempre será possível utilizar métodos não destrutivos, afinal o solo passa a ser um fator determinante.

Como ponto chave da pesquisa tem-se o esforço para valoração dos custos intangíveis envolvidos em tais processos, dentre os quais estão relacionados, principalmente, os custos sociais atrelados à execução de uma obra de infraestrutura tão invasiva na comunidade, os quais são proeminentes em uma execução/reabilitação de uma rede de esgoto por meio de valas a céu aberto e, de outro giro, imperceptíveis quando são executados/reabilitados através de métodos não destrutivos.

Portanto a pesquisa vem a explicar diante da problemática, que não se trata apenas do custo social, mas sim o impacto sofrido pela população afetada diante de métodos convencionais, abrindo margem para discussões que venha a relativizar a importância econômica frente as questões sociais, tanto em relação ao custo, que como demonstrado são relevantes, quanto em relação ao impacto.

Diante disso, o trabalho em questão passa a ser um embrião motivador para o desenvolvimento e auxílio de futuras pesquisas que venham a contribuir com o estudo do MND, bem como sua difusão, garantindo, dessa forma, que a tomada de decisão seja assistida pela maior quantidade de informações possíveis, inclusive àquelas intangíveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9814/1987 - Execução de rede coletora de esgoto sanitário. \_\_\_\_\_ . NBR 12266/1992: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.
2. ABRANCHES, Roberto; SIQUEIRA, Natally Annunciato. I-153–CONSTRUÇÃO DE REDES SUBTERRÂNEAS POR MÉTODO NÃO DESTRUTIVO–ESTUDOS DE CASO. São Paulo. Congresso ABES FENASAN 2017. Disponível em: . Acesso em: 21 set. 2021.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA - ABRATT. TECNOLOGIA. São Paulo, 2017. Disponível em: < <https://www.abratt.org.br/tecnologia/>>. Acessado em: 10 set. 2021.
4. BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
5. BUSH, G.; SIMONSON, J.. Rehabilitation of Underground Water and Sewer Lines...The Costs Beyond the Bid. University of Houston, 2001.
6. DA SILVA RODRIGUES, Patricio; MOTTA, Sandra Lacouth; OBRACZKA, Marcelo. II419-COMPARAÇÃO DE CUSTOS DE UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS–MND E DE ABERTURA DE VALA EM OBRAS LINEARES DE SANEAMENTO. Rio de Janeiro. Congresso ABES FENASAN 2017. Disponível em: < <https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2018/10/II-419.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2021.
7. DE ARAUJO, Ana Alice Quintans; DE LIMA, Amanda Raquel Bezerra. Perda de Água e a Reabilitação de Sistemas de Abastecimento. Brazilian Journal of Development, Universidade Estadual da Paraíba, 2020.
8. DEZOTTI, M. C. Análise da utilização de métodos não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas. 2008. 231p. Tese (Mestre em Engenharia Civil: Transportes) Escola De Engenharia de São Carlos, São Paulo.
9. NAJAFI, Mohammad. Tecnologia não destrutiva: planejamento, equipamentos e métodos. Bookman Editora, 2016.
10. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO –SINIS. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. Site institucional, 2015. Disponível em:. Acesso em: 03 agosto 2021
11. FEDERAL, Caixa Econômica. SINAPI – Índice da Construção Civil. Brasil, Governo Federal. Disponível em:< [http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/municipal/programa\\_des\\_urbano/SINAPI/index.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/index.asp)>. Acesso em: 10 abril 2022.