



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Rennê Angelo da Silva

COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA PELOS MÉTODOS
DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO: Estudo para cidades de Palmas e Gurupi – TO.

Palmas - TO

2020

Rennê Angelo da Silva

COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA PELOS MÉTODOS
DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO: Estudo para cidades de Palmas e Gurupi – TO.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Denis Cardoso Parente.

Palmas - TO

2020

Rennê Angelo da Silva

COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÃO DE ÁGUA PELOS MÉTODOS
DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS: Estudo para cidades de Palmas e Gurupi – TO.

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.sc Dênis Cardoso Parente.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.sc Dênis Cardoso Parente.

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.a Dra. Nome do Avaliador Interno

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.a Dra. Nome do 2º Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2020

RESUMO

O presente trabalho busca fazer um comparativo entre o método não destrutivo e o método de abertura de valas método destrutível, em instalações, manutenção, e substituição de redes de ramais de ligações de água, visando apresenta um estudo de viabilidade que compara os resultados entre dois métodos construtivos. Assim feita abordagem sobre a funcionalidade de cada método e a técnica e orçamento para cada comprimento de ramal, tendo em vista a viabilidade financeira, para execução de ligação do ramal de água tratada nas cidades de Palmas e Gurupi – To, foram elaboradas planilhas orçamentarias para o método destrutivo e não destrutivo de implantação destes serviços. A qual busca o mais viável financeiramente.

PALAVRAS-CHAVE: Método destrutivo. Método não destrutivo. Comparativo de custo. Redes de ligação de água. Viabilidade financeira.

ABSTRACT

The present work seeks to make a comparison between the nondestructive method and the method of trenching destructible method, in installations, maintenance, and replacement of networks of extensions of water links, aiming to present a feasibility study that compares the results between two constructive methods. Thus, an approach was made on the functionality of each method and the technique and budget for each extension length, in view of the financial viability, for the execution of connection of the treated water extension in the cities of Palmas and Gurupi – To, budget spreadsheets were elaborated for the destructive and non-destructive method of implementation of these services. Which seeks the most financially viable.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 arrebentamento de tubo usando uma cabeça cortante.....	18
Figura 2 Quantitativo de Ramais Simples	27
Figura 4 Quantitativo de Ramais Duplos nas cidades de palmas e Gurupi-TO	28
Figura 10 Comparativo de Custo por Ligação na cidade de Palmas (MD e MND).....	30
Figura 10 Comparativo de Custo por Ligação na cidade de Palmas (MD e MND).....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Principais características dos métodos de reparo localizado	17
Tabela 2 Custo de serviços para execução de ramais de ligação pelo método destrutivo.....	25
Tabela 3 Custo de serviços para execução de ramais de ligação pelo método não destrutivo .	26
Tabela 4 Ramais Simples Palmas e Gurupi (total quantitativo e total %).....	27
Tabela 5 Tabela 10 Ramais de Duplos Palmas e Gurupi (total quantitativo e total %)	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
MND	Método não destrutivo
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
NBR	Normas Brasileiras
TT	Trenchless Technology
EUA	Estados Unidos da América
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
HDD	Perfuração Direcional Horizontal
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEAD	Pleno De Alta Densidade
CIPP	Crued-In-Place Pipe
MD	Método Destrutivo
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SINAP	Sistema Nacional de Custos e Índice da Construção Civil
ABRATT	Associação Brasileira de Tecnologias não Destrutivas

LISTA DE SÍMBOLOS

m	Metros
Ø	Diâmetro
mm	Milímetros
km	Quilômetro
m ³	Metros cúbicos

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivos Específicos.....	11
1.2	JUSTIFICATIVA.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	METODOS CONSTRUTIVOS	11
2.1.1	Método destrutivo (MD)	12
2.1.2	Método não destrutivo (MND)	12
2.1.3	Visão geral método não destrutivo (MND)	13
2.1.4	Reparo e reforma	14
2.1.5	Substituição.....	18
2.1.6	Instalação de Novas Redes.....	18
2.2	ORÇAMENTO DAS OBRAS DE EXTENSÃO DE RAMAL.....	20
2.2.1	Custos de instalações de redes de abastecimento	20
3	METODOLOGIA	21
3.1	LEVANTAMENTO DO QUANTITATIVOS E METODOS DE DISTRIBUIÇÃO PARA LIGAÇÃO DE ÁGUA METODO DESTRUTIVOS.	22
3.2	QUANTITATIVOS E METODOS DE DISTRIBUIÇÃO PARA LIGAÇÃO DE ÁGUA METODO NÃO DESTRUTIVOS.....	23
3.3	PROPOSTA DO COMPARATIVO.	24
4	RESULTADOS.....	24
4.1	ANALISE E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO.....	24
4.2	ANALISE TECNICO	26
5	30
6	CONCLUSÃO	31
ANEXOS ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
BIBLIOGRAFIA	32

1. INTRODUÇÃO

O acesso ao sistema de abastecimento de água é indispensável em toda habitação, meio necessário para obtenção de água tratada nos grandes centros urbanos, se havendo a necessidade de melhorias e aperfeiçoamentos nas técnicas e tecnologia para melhorar os tipos de ligações de água existentes, facilitando a execução e diminuindo os transtornos à população.

No Brasil ainda é utilizado com mais frequência o método tradicional destrutivo (abertura de valas a céu aberto) para ligações de água, que eleva os custos cada vez mais, e encontra obstáculos no espaço para instalá-los devido à infraestrutura já instalada no local (pavimentação, passeios) aumentando a complexidade em trabalhar nesses espaços.

Mesmo com a grande diversificação de métodos não destrutivos, a utilização do método não destrutivo (MND) é pouco difundida no Brasil, porém se tornou muito importante para fazer ligações em situações que não se possa obstruir o meio a ser instalado. Sua aplicação se dá pela desobstrução de redes, execução e ligações de ramais e substituição de redes antigas ou inaptas.

Na perfuração horizontal direcional é de suma importância para instalações sob a superfície, sendo empregado nas distribuições de água, energia e gás, a mesma pode ser guiada desviando de obstáculos com um prévio mapeamento do terreno (PINI, 2004).

Os custos dos dois métodos são equivalentes, mas as vantagens são nítidas quando se fala no método de escavação não destrutivo (MND): Precisão na execução; não interrupção do tráfego; redução de prazo (NUVOLARI, 2003).

A execução das ligações de água tratada é realizada geralmente após a conclusão do pavimento e muitas vezes após o calçamento, assim visando o melhor método de ligação entre o método destrutivo e o método não destrutivo (MND ou TT) para manter os princípios de economia, execução e agilidade,

Tendo as cidades de Palmas e Gurupi – TO objeto de trabalho para o desenvolvimento desta pesquisa, com o objetivo de apresentar qual o método de ligação de água que representara o menor custo para a implantação, nas cidades em estudo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Comparar custos de implantação de ligações potenciais de água tratada pelos métodos destrutivos e não destrutivos para a cidade de Palmas e Gurupi – TO.

1.1.2 Objetivos Específicos

Analisar os métodos destrutivos e não destrutivos utilizados para instalação de ramais de ligação de água;

Quantificar serviços e elaborar orçamento de ambos os métodos com custos unitários da concessionária de abastecimento local;

Comparar os custos de ramais de ligações para a variedade de comprimentos, características de passeio e pavimento de Palmas e Gurupi –TO.

1.2 JUSTIFICATIVA

O processo de ligação de água é causa de vários transtornos o que eleva bastante o custo da obra devido aos serviços necessários para realiza-lo como; corte do pavimento e calçada, abertura de valas, reatero, recobrimento, compactação e reconstituição do pavimento.

A realização do estudo proposto caracteriza-se como elemento de subsidio para equiparação quanto as vantagens e diferenças de custos, dos métodos de ligação de água destrutivos e não destrutivos, que proporcione a redução de transtorno e qualidade do serviço a ser realizado, tendo como base as cidades de Palmas e Gurupi –TO.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 METODOS CONSTRUTIVOS

Segundo (Dezotti 2008), há diversos métodos para a instalação, recuperação, substituição e reparos de infraestruturas urbanas subterrâneas, a seleção do melhor método a ser utilizado depende das condições específicas de cada projeto, tais como:

- Característica do solo
- Diâmetro da tubulação
- Precisão requerida
- Prazo de execução
- Disponibilidade (local do método construtivo)
- Método com melhor economia de implantação

Dentre as técnicas construtivas para a implantação e recuperação de tubulação e dividida em dois grupos distintos: métodos de abertura de trincheiras (método destrutivo) e métodos não destrutivos (MND).

2.1.1 Método destrutivo (MD)

Método de escavação a céu aberto é considerado o mais tradicional ou normal no que se refere ao assentamento das tubulações. Nele são realizadas escavações ao longo de todo o comprimento do trecho que deve ser isolado para não ter o acesso de pessoas não autorizadas e com a sinalização de segurança exigida. Deverão ser feito o desvio no tráfego próximo à execução da obra, ou caso não exista essa possibilidade, o mesmo terá que ser interrompido e ser direcionado e bem sinalizado, adequando a velocidade do trânsito no local, entre outras medidas de segurança (Dezotti, 2008)

Dezotti (2008) conceitua que no método de trincheiras o desenvolvimento tecnológico, teve pouco progresso visto que os principais equipamentos utilizados na execução dos serviços são: retroescavadeiras, escavadeiras, pás carregadeiras, compactadores, máquina de corte de pavimento, caminhões e valadoras que foi a última inovação tecnológica adotada para este método.

Sendo o método mais utilizado e o método de trincheiras para implantação e instalação de tubulações subterrâneas, não caracteriza ser há melhor opção, pois depende do local a qual for executado a ligação de água, para minimizar em que o método for aplicado os gastos com reparos de pavimentos e calçadas podem elevar os preços de execução. Para a correta execução do método de abertura de valas devendo seguir o preconiza a seguinte norma:

NBR 12266 (ABNT, 1992) – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;

2.1.2 Método não destrutivo (MND)

Devido a adversidade do método não destrutivos sua utilização para instalação e utilidades subterrâneas podem ser usadas para reparos, instalações, substituições de dutos e cabos, que empregam máquinas especiais que perfuram o subsolo horizontalmente, entre dois poços de acesso, onde serão passadas as tubulações. Desta forma, não é necessário fazer a abertura de toda estação do piso por onde passará a instalação.

Segundo (Carvalho 2013) No método de escavação não destrutivo pode ser tanto usado para a implantação de novas tubulações como também fazer revitalização e

substituições em casos extremos, este método abrange grande números de empresas que estão localizadas nos grandes centros urbanos, onde há a necessidade de métodos mais elaborados diminuindo o retrabalho na reconstituição do pavimento, proporcionando um menor custo de obra se comparando ao método destrutivo com abertura de valas.

Os métodos não destrutivos podem ser divididos em duas categorias: métodos de construção não destrutivos e métodos de recuperação não destrutivos. Os métodos de construção não destrutivos incluem todos os métodos para instalação de novas tubulações e utilidades. Os métodos de recuperação incluem todos os métodos de reparo, reabilitação e ou substituição de um sistema de tubulação existente. (DEZOTTI, 2008).

De acordo com Drosemyer (2004), Gangavarapu (2003) e Najafi (2004), afirmando que os métodos não destrutivos apresentam muitas vantagens, tais como:

- Reduz a perturbação no tráfego,
- Menor área de trabalho e áreas congestionadas;
- Possibilitam o uso de caminhos predeterminados providos pela tubulação já instaladas;
- Requerem menos espaços subterrâneos, minimizando a possibilidade de interferir em tubulações existentes e abandonadas no local;
- Possibilita o aumento do diâmetro da tubulação sem abertura de trincheira;
- Requerem uma área de trabalho menos exposta;
- Elimina a necessidade de remoção de despejo e minimiza os danos ao pavimento e a outras tubulações existente no local.

2.1.3 Visão geral método não destrutivo (MND)

Segundo a Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva (2007), os métodos de escavação não destrutivo (MND) são divididos em três categorias: reparo e reforma; substituição in loco; e instalações de novas redes.

Divisão do métodos não destrutivos conforme a demonstração da tabela 1 (ABRATT, 2010).

TABELA 1 – CATEGORIAS DOS MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS

Reabilitação e Recuperação	Substituição por Arrebetamento pelo Mesmo Caminhamento	Construção de Redes Novas
- Inserção de novo tubo (<i>sliplining</i>)	- Substituição por Arrebetamento pelo mesmo caminhamento (<i>pipebursting</i>)	- Perfuração por percussão e Cravação
- Inserção de tubulação deformada (<i>close-fit lining</i>)		- Perfuração Horizontal Direcional (HDD)
- Revestimento por aspersão (<i>spray lining</i>)		- Cravação de Tubos e Micro-túneis
- Revestimento de Cura no local (CIPP: <i>cured in place pipe</i>)		
- Reparos pontuais e vedações localizadas		

FONTE: ABRATT (2010)

Revista Multidisciplinar Eletrônica FACEAR

2.1.4 Reparo e reforma

Nesta categoria e compreendida os métodos de restauração e integridade das estruturas subterrâneas que possuem tubulação corrompidas, que tem com objetivo o prolongamento da vida útil da tubulação, os métodos envolvidos neste quesito são os seguintes (ABRATT, 2007).

2.1.4.1 Revestimento por inserção de novo tubo (Sliplining):

Esta técnica é a mais comumente utilizada principalmente nas aplicações estruturais, quando as tubulações já existente não possui junções justapostas e ou está desalinhada, pratica o pleno de alta densidade (PEAD) é a escolha mais usual. Por apresentar resistente a abrasão e flexibilidade para transpor curvas durante a instalação (ABRATT, 2007).

Essa técnica simples de substituição de redes, cujas as dimensões impossibilita a entrada de pessoas, consiste em puxar a velha tubulação e empurrar a nova tubulação para dentro da existente. Sendo possível com essa técnica obter uma rede nova, mas consiste em ter uma redução do diâmetro bem significativa, como resultado essa redução do diâmetro ligeiramente inferior pode ser a escolha mais viável em alguns casos e pode ser utilizada em diversas redes subterrâneas como as redes de gás, água potável e industriais.

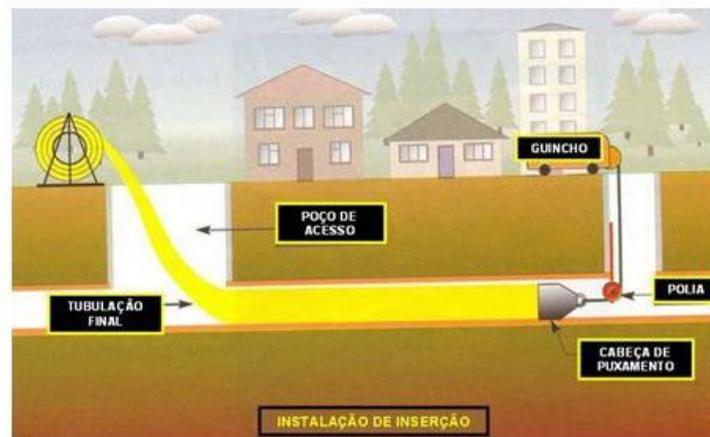


Figura 1 Método Sliplining

FONTE: ABRATT,2007

2.1.4.2 Revestimento por inserção apertada de tubulação deformada (close-fit lining):

No que se refere (ABRATT 2007), este método feito uma redução temporária da área da seção transversal do tubo através de passagens por rolos ou ferramentas, antes de ser inserido na tubulação existente, logo após a sua inserção no tubo ele se expande para a sua forma e tamanho original, promovendo sua justaposição no tubo existente.

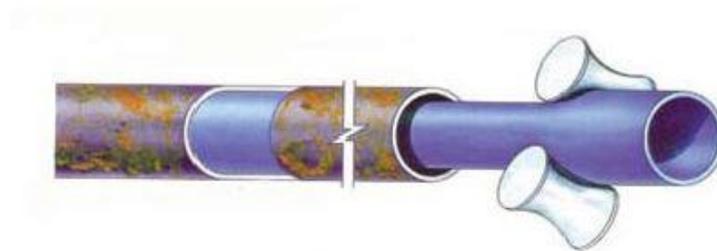


Figura 2 Método Close-fit lining

FONTE: ABRATT 2007

2.1.4.3 Revestimento por aspersão (Spray lining):

Segundo (DEZOITTI, 2008). Este método o revestimento é aplicado para a reabilita tubulações antigas, e para fazer a proteção de novas redes subterrâneas, proporcionando o prologando da vida útil das mesmas. para tubulações onde não há possibilidade de entrada para fazer a instalação, os revestimentos promovem melhorias nas características hidráulicas, fornecendo resistência contra corrosão, no caso de tubulações metálicas.



Figura 3 Método Spray lining

FONTE: ABRATT, 2007

2.1.4.4 Revestimento por inserção com cura in loco (Crued-in-place Piper):

Este tipo de método tem como objetivo a recuperação de tubulações de esgoto pressurizada como com o auxílio de gravidade, possui resistência calculável e pode ser projetado para atender a varias condições de projeto necessária.

Segundo (DEZOITTI, 2008). e uma técnica polivalente, podendo ser empregada tanto para fins estruturais, quanto para não estruturais. O CIPP pode ser utilizado para reabilitação de tubulações principais, ramais e para reparos pontuais.

Este tipo de revestimento e invertido usando a pressão do ar, usando o vapor para curar a resina e formar um tubo de substituição que se ajusta, sendo continuo sem juntas e resistente à corrosão. As laterais de serviço são restauradas internamente com dispositivos de corte controlados por robotização no tubo.

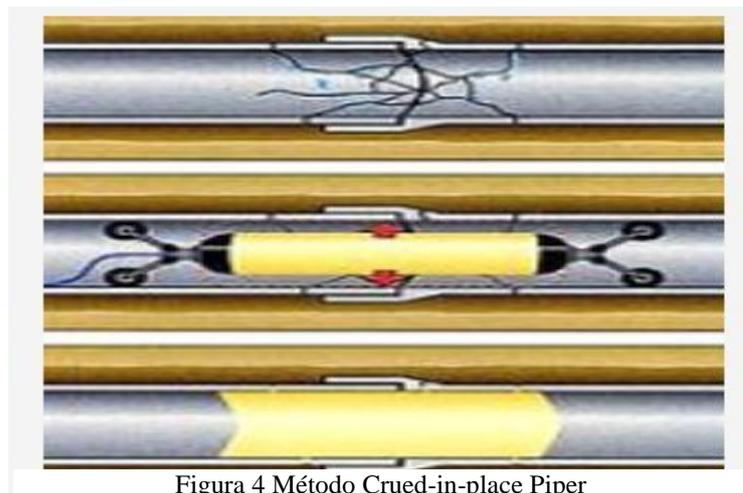


Figura 4 Método Crued-in-place Piper

FONTE: ABAIT ENGENHARIA, 2020

2.1.4.5 Reparos localizados pontuais e vedações:

Este método de reparo localizado foi desenvolvido e destinado para recuperação de redes de esgoto e vedação de juntas em redes pressurizadas esta forma de reparo traz algum grau de melhoria estrutural, os sistemas de revestimento inclusive os reparos com inserção,

fazem isto através de um tubo novo, que é inserido ou curado no interior do existente, e tem sua aplicação quando os defeitos estruturais for menos de 25% da extensão da rede embora o equacionamento varie de acordo com as circunstâncias específicas. (ABRATT, 2007).

No método de reparo localizado e feito a aplicação de maneira pontual revitalizando o ponto que esteja com defeito, como trincas, tubos quebrados, intrusão de raízes, infiltração e vazamentos, as técnicas empregadas nesse sistema foram desenvolvidas para tubulações de esgoto e outras para o selamento de juntas nas tubulações sobre pressão (DEZOTTI, 2008).

Tabela 1 Principais características dos métodos de reparo localizado

Método	Diâmetros (mm)	Material	Aplicações
Reparo por robô	200-760	Resina epóxi, cimento acrílico.	Tubulação sob gravidade.
Grauteamento	-	Grautes químicos, grautes de base cimentícia.	Qualquer tipo de Tubulação.
Selagem interna	150-2794	Mantas especiais	Qualquer tipo de Tubulação.
CIPP pontual	100-1200	Fibra de vidro, poliéster, etc.	Tubulação sob gravidade.

FONTE: DEZOTTI, 2008

2.1.4.6 Recuperação de tubos de grande diâmetro e de Poços de acesso:

As técnicas empregada na recuperação de redes de poços de visita de tubulações de diâmetros maiores são as mais antigas formas de métodos não destrutivos, os processos de recuperação das mesmas devem ser usados não só nas redes, como também nos poços de visitas que possuem diâmetros no interior dos tubos de 900mm ou mais .



Figura 5 Instalação de elementos de revestimento de GRP numa rede de esgotos com condições de acesso de pessoa.

FONTE: ABRATT 2020.

2.1.5 Substituição

É uma rede que possui capacidade inadequada a qual se encontra em situação estrutural que não permita sua recuperação, em muitas vezes podem ser trocadas sem escavação, usando o sistema de substituição por arrebatamento in situ ou direta.

Método que é utilizado em redes nas quais não a viabilidade de recuperação ou se torna presente a necessidade do aumento de diâmetro da rede devido à necessidade local, tal técnica resulta na destruição da rede em questão (ABRATT, 2007).

Os sistemas de substituição por arrebatamento de tubos usam uma cabeça cortante de acionamento hidráulico ou pneumático para romper a rede existente, instalando simultaneamente uma nova tubulação final (ABRATT, 2007).



Figura 1 arrebatamento de tubo usando uma cabeça cortante.

FONTE: ABRATT.

Disponível em: <http://www.abratt.org.br/seminario/info.pdf>. Acesso 22/10/2020.

2.1.6 Instalação de Novas Redes

Nos métodos não destrutivos para instalação de novas redes subterrâneas, não há necessidade de abertura de trincheiras ao longo do seu percurso, assim não há instalação direta da tubulação ou duto em valas escavadas.

2.1.6.1 Perfuração Direcional ou Guiada (HDD):

O desenvolvimento da tecnologia de perfuração guiada e unidirecional (HDD) são usadas na instalação de novas redes sendo um método não destrutivo, sendo reto ou ligeiramente curvo e a direção da perfuração pode ser ajustada durante a execução do serviço para contornar obstáculos (ABRATT, 2007).

Esta instalação se faz em duas etapas, sendo a primeira constituída pela determinação do percurso feito por um furo piloto na qual conduzira o segundo passo que é o alargamento do furo feito no sentido contrário no qual foi feita o furo piloto, a tubulação é presa ao alargador por meio de uma conexão articulada. Em certas condições onde o solo apresenta

dificuldade de perfuração, pode haver vários estágios de alargamento do furo piloto, o aumentando assim progressivamente (ABRATT, 2007).

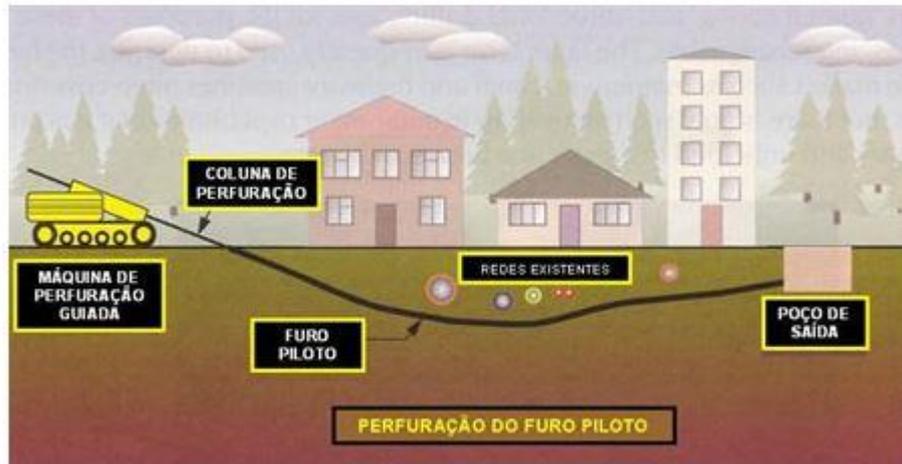


Figura 7 Perfuração Direcional & Guiada (HDD)

FONTE: ABRATT.

Disponível em: <https://www.abratt.org.br/tecnologia/> acesso: 21/10/2020

2.1.6.2 Cravação de Tubos e Micro Túneis (PIPEJACKING):

Essa tecnologia de cravação de tubos e execução de micro túneis possuem as mesmas características das técnicas de instalação de tubulações, recomendadas para a instalação de tubos de 150mm ou mais (ABRATT, 2007).

As técnicas de micro túneis são escavação por uma máquina direcionável com controle remoto, para fazer o lançamento de tubos de pequeno diâmetro, sem a possibilidade de acesso humano, por pistões hidráulicos. Frequentemente, as máquinas de escavação de micro-túneis utilizam um sistema de direcionamento por laser para manter o alinhamento e nivelamento durante a instalação (ABRATT, 2007).

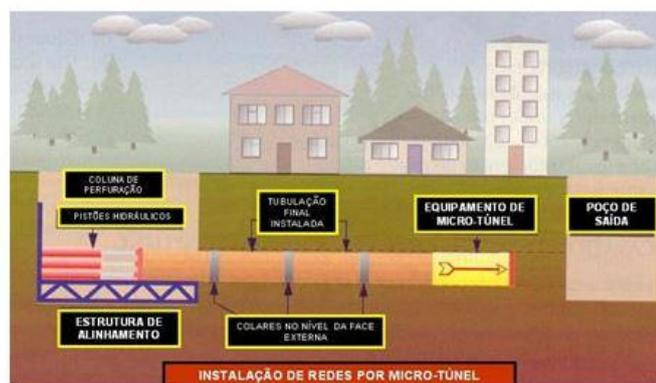


Figura 8 Cravação de Tubos e Micro Túneis

FONTE: ABRATT.

Disponível em: <https://www.abratt.org.br/tecnologia/> acesso:

2.2 ORÇAMENTO DAS OBRAS DE EXTENSÃO DE RAMAL

Para que seja possível determinar o método construtivo mais viável os projetistas devem fazer o levantamento de todos os elementos de custo de um orçamento de um projeto afim de prever e fazer a melhor escolha do método que proporcionara o menor custo-benefício.

Segundo (MATTOS, 2006), os custo indireto pode ser definido como todo custo que não apareceu como mão de obra, material ou equipamento nas composições de custos unitários do orçamento.

Cordeiro, (2007) o orçamento é o cálculo dos custos para execução de uma obra, e é uma das principais informações que o empreendedor deve levar em consideração, acarretando lucros ou prejuízos, dependendo dos critérios técnicos e econômicos adotados.

Para a criação de um orçamento deve ser demonstrada seu levantamento de material e serviços em planilha, constando suas descrições, unidades de medidas e quantidades, a composição, de mão de obras dos materiais e representar os valores total por item e o valor global da obra, para representar credibilidade, as informações produzidas nele, assim resultar em lucro ou prejuízo.

2.2.1 Custos de instalações de redes de abastecimento

Os custos que envolvem a implantação de uma rede de distribuição de água e compostos pelos custos dos materiais envolvidos, bem como pelos serviços realizados para sua construção(ANAP 2016).

A infraestrutura de abastecimento de água necessita de investimentos, portanto os sistemas existentes não podem ser trocados ou melhorados dentro de um curto período de tempo. A idade das tubulações pode geralmente ser estimada pelo tipo de material de sua composição.

Segundo (TSUTIYA, 2004), a rede de distribuição é, o componente de maior custo do sistema de abastecimento de água, compreendendo percentual que varia de 50 a 75% do custo total de todas as obras de abastecimento.

No desenvolvimento deste trabalho, serão obedecido as considerações dos seguintes serviços para a composição dos custos de serviços, baseando-se na:

NBR 12.268/1992 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 1992)

- Locação da rede de distribuição de água;
- Ligação domiciliar;
- Escavação mecânica de vala não escorada, com material de primeira categoria;

- Regularização e compactação manual do fundo de vala;
- Assentamento de tubulação em PVC;
- Reaterro de valas com compactação manual das camadas;
- Reaterro de vala com compactação mecânica;
- Carga transporte e descarga de material para bota fora;
- Remoção e reposição de pavimento, bem como transporte e descarga;
- Assentamento de tubulação

Para os serviços listados acima, procurou-se junto ao SINAPI as unidades de medição e os custos médios considerados.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa em questão é caracterizada como exploratória, em que assume forma de pesquisa bibliográfica de estudo de caso. foram levantados custos ocasionados pela a instalação de ramais de ligação de água tratada em duas das maiores cidades do Tocantins sendo Palmas e Gurupi, pelos métodos não destrutivo e método destrutivo que objetivo de realizar uma comparação de serviços e análise de custos entre esses dois métodos em duas das maiores cidades do estado de tocantins.

O comparativo deu-se com abordagem nas tomadas de decisões, com a caracterização das redes ou ramais de ligações, há identificados feita por meio do cadastro de redes, as ligações em que apresentam as mesmas características como mesmo comprimento de ramal e as mesmas ações executivas adotadas em obras.

Elementos retirados das de material de pesquisa que possuiem cadastro de redes, Subsidiou a análise de dados amostrais, na qual cada da cidade, foi analisado a profundidade e local aonde a rede será instalada, identificou-se o método construtivo que melhor se adequa a ligação de água na cidade, após o levantamento, será evidenciado qual seria o melhor métodos vantajoso a ser implantado nas cidades de Palmas e Gurupi -TO.

A caracterização e separação dos ramais de ligação de água foi feita de acordo com a sua extensão, setor de planejamento, e obras da concessionaria de abastecimento, obteve a necessidade do conhecimento do tempo de execução, do comprimento do trecho, volumes de materiais a ser movimentado, pavimento e passeios a ser removidos e reconstituídos.

3.1 LEVANTAMENTO DO QUANTITATIVOS E METODOS DE DISTRIBUIÇÃO PARA LIGAÇÃO DE ÁGUA METODO DESTRUTIVOS.

Na composição dos custos de implantação necessitou relacionar o tipo de solo a ser escavado, sendo classificados como materiais de primeira, segunda, ou terceira categoria, ou solo mole ou solo brejoso.

Categoria	Material	Processo
1ª	Solo	Escavação simples
2ª	Solo resistente	Escarificação
3ª	Rocha	Desmonte com explosivo

Tabela 4 Classificação do Solo Por Categoria de Escavação

Disponível: <https://www.demolidorasolum.com.br/blog/categorias-de-escavacao/> Acesso: 18/10/2020

A composição do orçamento, tem-se necessidade de um levantamento de material, no qual foi seguido o procedimento de calculo descrito abaixo com os seguintes parâmetros específicos:

Volume de escavação de vala:

$$\text{Vol} = L * C * P$$

Vol : volume de escavação
L : largura
C : comprimento
P : profundidade

Amplamento ou compactação da vala antes e depois do reaterro:

$$A = C * L$$

A : área da vala
L : largura
C : comprimento

Havendo a introduzido de uma tubulação de 25 mm no reaterro não há a necessidade de cálculos, pois dispõe de um volume muito pequeno pra ser quantificado, comparado as dimensões das valas.

Havendo a Necessidade do corte de pavimento e passeio:

$$A = C * L$$

A : área do corte
L : largura
C : comprimento do trecho

- Para todos os tipos de solos deve –se seguir as seguintes equações :

Volume de aterro com compactação manual realizada até 0,30 m acima da geratriz superior da tubulação:

$$VACM = (1 + \epsilon) * (L_v * (0,30 + \varnothing_e) - \frac{\pi * (\varnothing_e)^2}{4}) * Z$$

VACM : volume de aterro com compactação manual

ϵ : grau de empolamento

L_v : largura da vala

Z : comprimento do trecho

\varnothing_e : diametro externo da tubulação

Volume de aterro com compactação mecânica:

$$VACM_{ec} = (1 + \epsilon) * (H_v - (0,30 + \varnothing_e)) * L_v * Z$$

VACM : volume de aterro com compactação mecânica

ϵ : grau de empolamento

L_v : largura da vala

Z : comprimento do trecho

\varnothing_e : diametro externo da tubulação

O grau de empolamento deve –se ser escolhido aparti do material como demonstrado na tabela a seguir :

Material Escavado	Empolamento
Solo argiloso	40%
Terra Comum	25%
Solo arenoso seco	12%

Tabela 4 Empolamento em função do tipo do material escavado

FONTE: Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades (2016)

3.2 QUANTITATIVOS E METODOS DE DISTRIBUIÇÃO PARA LIGAÇÃO DE ÁGUA METODO NÃO DESTRUTIVOS.

Neste processo de composição dos custos seguiu-se os mesmos parâmetros do método referente acima, como este método não tem há necessidade de abertura de valas, apenas uma breve abertura no ponto de inserção da haste guiada e outra no ponto do medidor domiciliar (hidrômetro) como segue ilustração abaixo .

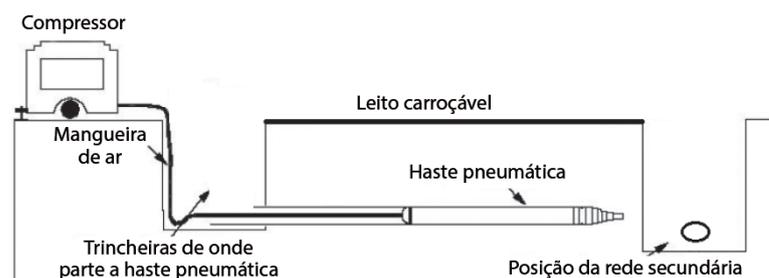


Figura 9 Corte de execução do metodo não destrutivo

FONTE: Revista Liberato, Novo Hamburgo Pag.163 (2016)

Na análise ambos os métodos foi considerado com as mesmas profundidades para obtenção de resultados mais precisos para alcançar o objetivo de avaliar os custos de ambos os métodos nas cidades de Palmas e Gurupi – TO.

3.3 PROPOSTA DO COMPARATIVO.

Com levantamento, das ligações das cidades em estudo nesse trabalho será separados em grupos e analisadas as ligações simples com características idênticas, e o mesmo serão feitas as ligações duplas. Para o qual sera feito o levantamento do tipo de terreno, a profundidade no qual foi ou será implantada, trechos em terreno natural ou com passeio e pavimentos em vias urbanas.

Com a definição do números de ligações analisadas foi possível mensurar o custo unitário das ligações unitárias que será através da média simples, entre a somatória dos custos unitários, dividido pelo número de ligações.

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO

A instalação de ramais de distribuição de água e por via subterrânea, em que muitos dos casos devido as características do ambiente de pesquisa nas cidades de Palmas e Gurupi - TO, esses ramais estão estalados abaixo de vias já pavimentadas e com passeios podendo eles ser de concreto, intertravado, material cerâmico, pedras ou gramas ate mesmo em abaixo de superfície com terrano natural.

As técnicas empregada sendo elas destrutivas e não destrutivas, podem contemplar os serviços, pode ser dividido em, civil e hidráulico de forma a identificar e favorecer a itens que fazem diferenciação dos custos dos métodos estudados.

Parente e Silva (2016) demonstra em tabela e gráficos a distinção de cada serviço na tabela abaixo mostra os custos unitário por metro para método destrutivo e método não destrutivo, e um breve comparativo entre os custo, diferenciando a parte civil e hidráulica para cada método.

ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO DO ITEM (R\$/LIGAÇÃO)					
		Ramal (2m)		Ramal (3m)		Ramal (4m)	
		MD	MND	MD	MND	MD	MND
1	LIGAÇÕES DOMICILIARES						
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	3,14	5,41	4,71	5,52	6,28	5,62
1.2	MOVIMENTO DE TERRA	24,44	63,15	36,78	65,84	48,89	68,53
1.3	REMOÇÃO/ REPOSIÇÃO DE PASSEIO	25,64	34,18	38,45	34,18	51,27	34,18
1.4	REMOÇÃO/ REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO	28,42	37,87	42,62	37,87	56,83	37,87
1.5	MATERIAL HIDRAULICO	140,03	140,03	141,38	141,38	142,72	142,72
	TOTAL:	221,67	280,64	263,94	284,79	305,99	288,92

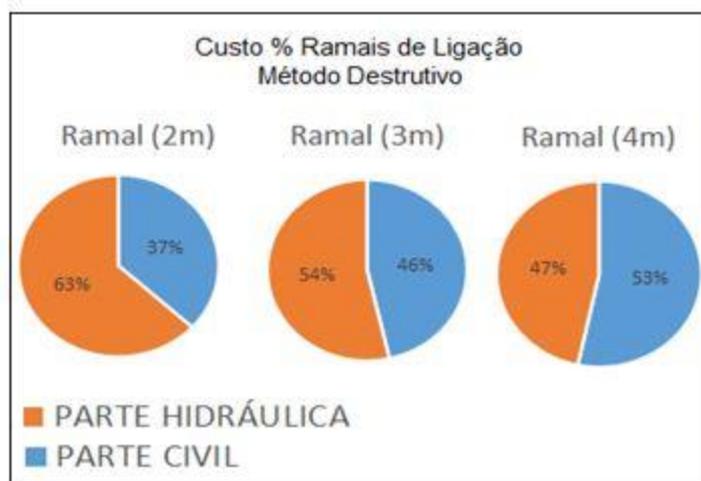


Tabela 2 Custo de serviços para execução de ramais de ligação pelo método destrutivo

FONTE: Parente e Silva (2016)

Na tabela a seguir contém o orçamento sintético para os ramais de ligações com os mesmos comprimentos, mesmas condições que foram analisados pelo método destrutivo, só que em análise para o método não destrutivo.

ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO DO ITEM (R\$)		
		Ramal (2m)	Ramal (3m)	Ramal (4m)
1	LIGAÇÕES DOMICILIARES			
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	5,41	5,52	5,62
1.2	MOVIMENTO DE TERRA	63,15	65,84	68,53
1.3	REMOÇÃO/ REPOSIÇÃO DE PASSEIO	34,18	34,18	34,18
1.4	REMOÇÃO/ REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO	37,87	37,87	37,87
1.5	MATERIAL HIDRAULICO	140,03	141,38	142,72
	TOTAL:	R\$ 280,64	R\$ 284,79	R\$ 288,92

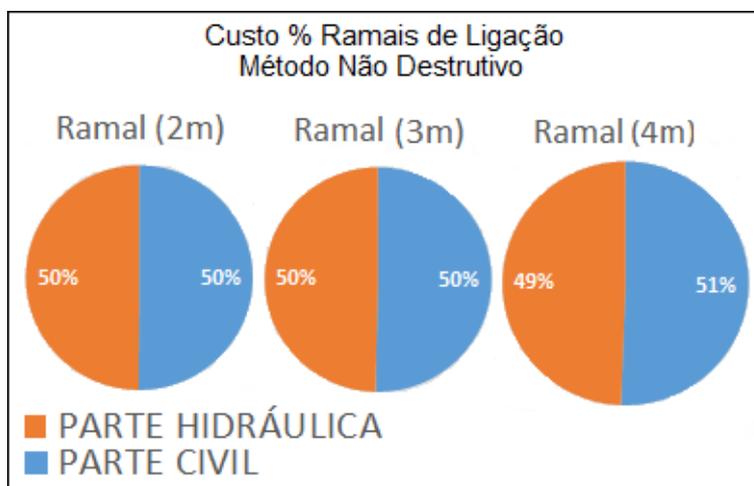


Tabela 3 Custo de serviços para execução de ramais de ligação pelo método não destrutivo

FONTE: Parente e Silva (2016)

os orçamentos podem ser feitos através do SINAPI, obtendo o custo global da obra e o custo unitário de cada composição e serviço.

4.2 ANÁLISE TÉCNICO

Todas as ligações analisadas nas cidades de Palmas e Gurupi-TO tem em sua maioria feita por forma convencional ou MD. Com abertura de trincheiras feitas com auxílio de máquinas pesadas e sua qualidade técnica em implantações dos ramais de ligação de água, significa associar durabilidade e desempenho dos serviços envolvidos em sua execução, para melhor apresentação de resultados, as análises referentes na escolha da metodologia a qual se adequa às essas cidades, representando a maior viabilidade financeira para execução de novas redes e ramais, substituição e manutenção das mesmas.

Na cidade de Gurupi Tocantins foram analisadas vinte e três mil e quatrocentas ligações de redes simples (23.400) e oito mil e duzentas (8.200) ligações com rede dupla, e na cidade de Palmas foram analisadas dezenove mil e cento e setenta ligações de redes simples (19.170) e vinte e um mil e quatrocentos e cinquenta (21.450) ligações com rede dupla. Com esses dados em mãos foi realizado o levantamento a quantidade de ligações e suas respectivas porcentagens levando em consideração a distância que cada uma se encontra, foram adotadas da seguinte forma para fazer essa avaliação; 0 a 1m, de 1 a 2m, de 2 a 3m, de 3 a 4m e acima de 4 metros,

Feito análises características das cidades de Palmas e Gurupi-TO, obtivemos os resultados a seguir demonstrativo em planilhas e gráficos quantitativos e percentuais, em que está em ressalva os ramais de ligações simples e duplos.

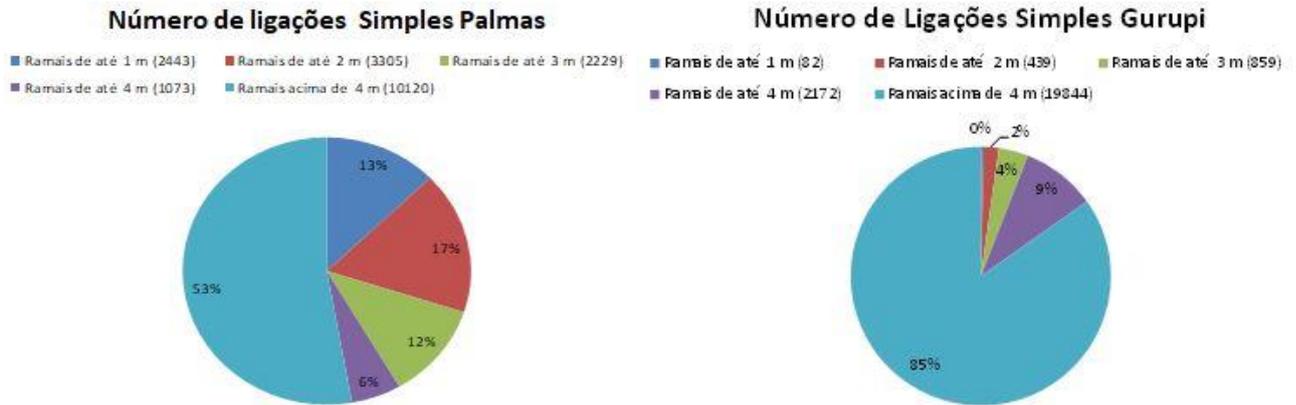


Tabela 4 Ramais Simples Palmas e Gurupi (total quantitativo e total %)

FONTE: R. Angelo (2020)

Observa - se que a predominância de comprimento de ramais de ligações simples está em ramais acima de 4 metros para ambas as cidades, e aumento significativo cidade de Gurupi –TO, demonstrando no gráfico a seguir totalidade 85% dos comprimentos das ligações de ramais simples demonstrando diferença de 53% da cidade de Palmas.

No gráfico a seguir demonstram os resultados ressaltados acima, para facilitar a compreensão visual, das totalidades de ligações analisadas em quantitativo e percentual para os ramais de ligações simples.

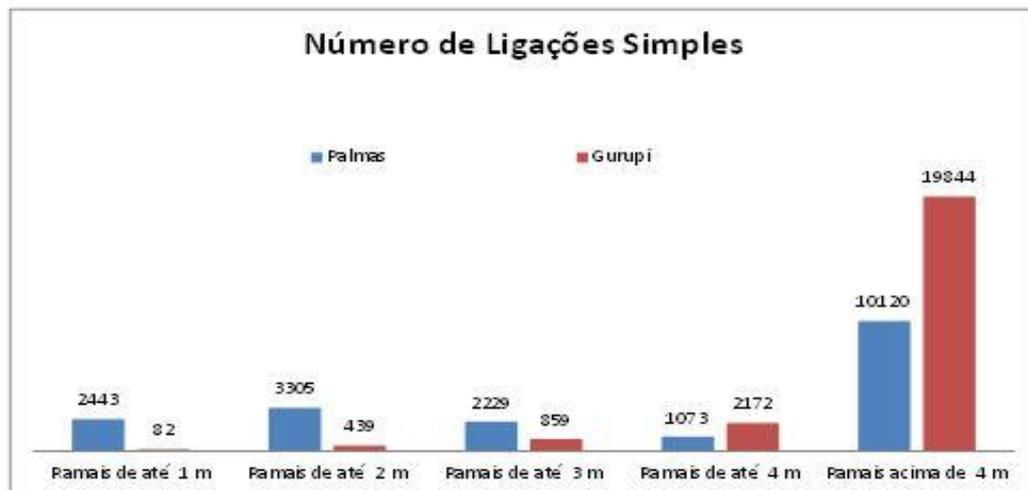


Figura 2 Quantitativo de Ramais Simples

FONTE: R. Angelo (2020)

Observa – se nos gráficos abaixo que a predominância de comprimento de ramais de ligações duplo na cidade de Gurupi em ramais de ate 2 metros representando 66% já a cidade de palmas a predominância e em ramais de até 1 metro com 42%.

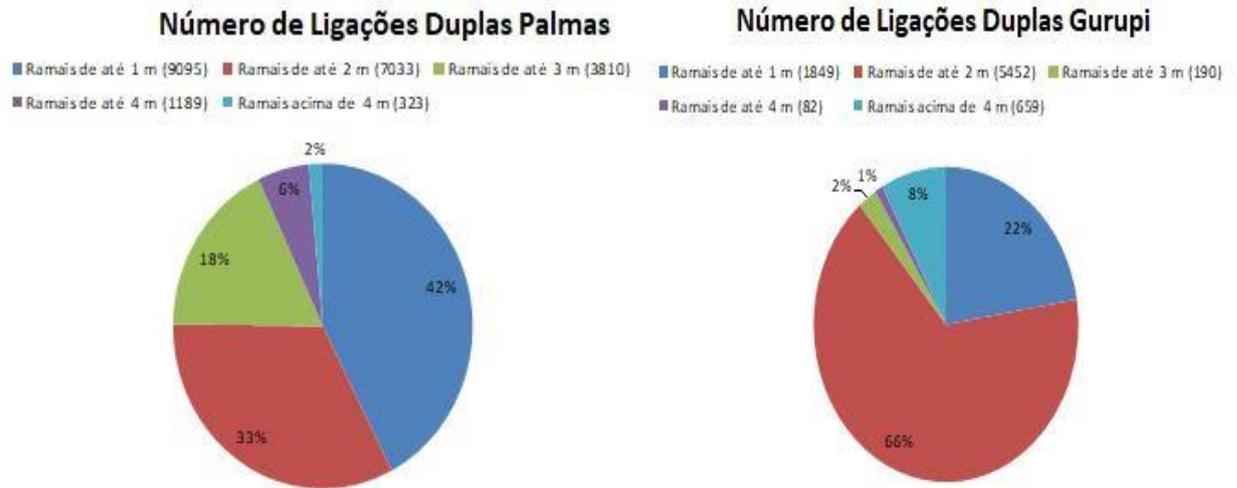


Tabela 5 Tabela 10 Ramais de Duplos Palmas e Gurupi (total quantitativo e total %)

FONTE : R. Angelo (2020)

No gráfico a seguir demonstram os resultados ressaltados acima, para facilitar a compreensão visual, das totalidades de ligações analisadas em quantitativo para os ramais de ligações duplas.



Figura 3 Quantitativo de Ramais Duplos nas cidades de palmas e Gurupi-TO

FONTE : R. Angelo (2020)

Em análise aos gráficos o quantitativo para cada ligação de ramais duplos existente no levantamento no gráfico e nítido que as redes de ligações simples na sua maioria apresentam trechos acima de 4 metros sendo possível adotar os dois métodos de instalação, com as ligações de redes duplas a representatividade das ligações de redes e de até um metro para palmas e dois metros em Gurupi impossibilita a viabilidade do método não destrutivo devido a falta de espaço para estacionar e manusear máquina perfuratriz no local.

Para os dois métodos distintos os serviços, que possui uma sub divisão entre os serviços da parte civil que demanda as atividades de remoção de pavimento escavação reaterro compactação e reconstituição do pavimento e a parte hidráulica com instalação de hidráulicas.

Nas tabela abaixo e gráfico exibira o comparativo de preços para execução de ramais pelos métodos destrutivos e não destrutivos, que vão até 2 metros, até 3 metros, até 4 metros, e até 5, os ramais de até um metro foi desconsiderado no comparativo pois representa inviabilidade neste método não destrutivo, visto que o diâmetro da perfuratriz que seria de 80 cm para execução dos furos.

COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE METODO DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO PARA PALMAS -TO		
LIGAÇÕES (m)	MÉTODO DESTRUTIVO	MÉTODO NÃO DESTRUTIVO
Ramais de até 2m	325,85	384,02
Ramais de até 3m	367,41	388,17
Ramais de até 4m	407,77	392,31
Ramais de até 5m	449,32	396,45
Ramais de até 12m	735,51	425,42

Tabela Comparativo de Custo por Ligação (MD e MND)

FONTE : Trabalho de conclusão de curso A. Richely (2018)

COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE METODO DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO PARA GURUPI -TO		
LIGAÇÕES (m)	MÉTODO DESTRUTIVO	MÉTODO NÃO DESTRUTIVO
Ramais de até 2m	329,09	388,32
Ramais de até 3m	372,67	392,47
Ramais de até 4m	414,23	396,6
Ramais de até 5m	457,78	400,74
Ramais de até 6m	499,58	404,88
Ramais de até 7m	542,92	409,02
Ramais de até 8m	584,7	413,17
Ramais de até 9m	627,95	417,3
Ramais de até 10m	669,75	421,44

Tabela Comparativo de Custo por Ligação (MD e MND)

FONTE : Adaptação Trabalho de conclusão de curso A. Sott (2018)

Observa-se nos gráficos abaixo que para ambas as cidades de Palmas e Gurupi a partir das ligações de ramais de quatro metros por essa características, torna-se mais vantajoso a escolha do método não destrutivo, pois a composição dos preço dos insumos globais utilizados na execusão dos serviços começam a diminuir comparado os com do método destrutivo.

Comparativo Entre os Métodos MD e MND Palmas

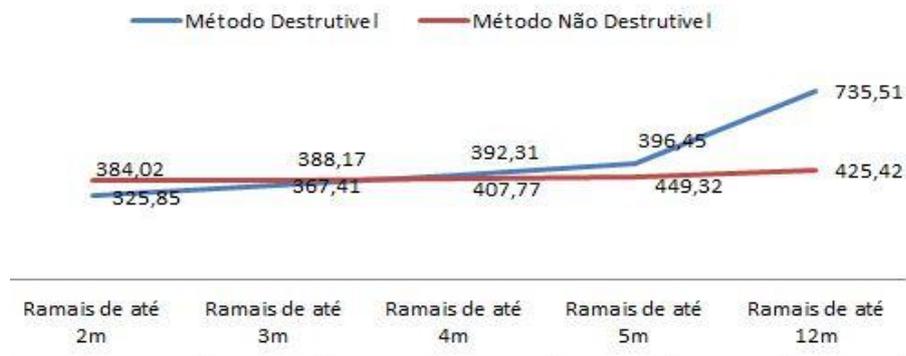


Figura 4 Comparativo de Custo por Ligação na cidade de Palmas (MD e MND)

FONTE : R. Angelo (2020)

Comparativo Entre os Métodos MD e MND Gurupi

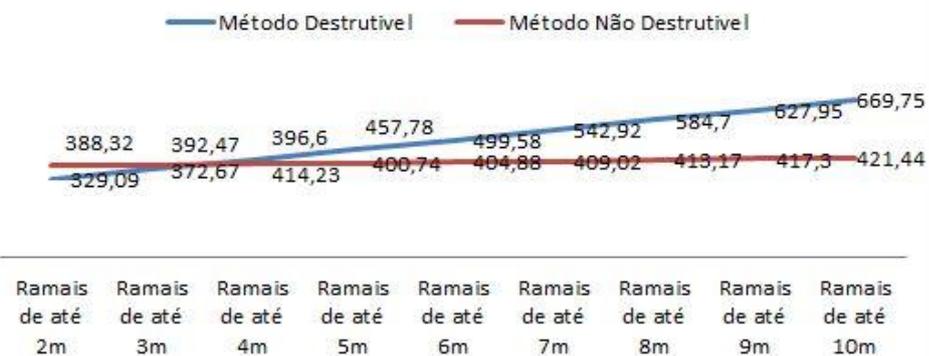


Figura 5 Comparativo de Custo por Ligação na cidade de Palmas (MD e MND)

FONTE : R. Angelo (2020)

O comportamento dos gráficos com os valores por ligações pelo método destrutivo e método não destrutivo demonstra a viabilidade por intervalo de cada método, método destrutivo representa 3,79% mais caro que o método não destrutivo, entre as ligações de até 4 metros e a 5 metros o método não destrutivo representa 11,77% mais barato que o método destrutivo, com aumento proporcional até 12 metros esse valor representa 42,15%, ambas as cidades possuem os valores dos métodos em comparação no intervalo de até 4 metros.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo apresentar a importância do aperfeiçoamento nas técnicas construtivas que possibilita avaliar os custos ocasionados em obra de instalação, manutenção e substituição de ramais de ligação de água, tendo como objetivo manter a durabilidade, desempenho diminuir os transtornos em vias públicas e o retrabalho ocasionado pela reconstituição do pavimento, que o método destrutivo pode ocasionar.

Este estudo foi composto de orçamentos para ligações com até 2 metros, até 3 metros, até 4 metros e superiores a 4 metros, desconsiderada as ligações de até 1 metro pelo método não destrutivo, devido ao equipamento requerer furos de diâmetros de 80 cm.

As cidades de Palmas e Gurupi possuem o número em sua grande maioria redes de ligações simples de até 4 metros, e as ligações duplas representa sua grande maioria até 2 metros, para os casos que a ligação ultrapasse a medida de 4 metros que possui variação de 3,79% a menos que o método destrutivo sendo esse valor sendo aumentado constantemente com a variação da distância a cada metro, para as cidades de Palmas e Gurupi- TO os custos de instalações de redes simples e dupla ficaram evidentes a viabilidade de instalação pelo método destrutivo o limite de até 4 metros e acima de 4 metros de extensão o emprego do método não destrutivo.

BIBLIOGRAFIA

- ABRATT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA A. Disponível em: <https://www.abratt.org.br/tecnologia/>. Acesso em: 20 novembro. 2020.
- Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Luterana de Palmas. Orientadora: Denis Cardoso Parente.
- GANDRA, A. Economia. agenciabrasil.ebc.com.br, 2013. Disponível em: . Acesso em: 18 novembro. 2020.
- ABRATT. Guia de metodo não destrutivo, para instalações, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de ecavação. Associação Brasileira de Tecnologia não destrutiva. Barra Funda, São Paulo. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1992. “NBR 12216: Projeto de Estação de Tratamento de Água Para Abastecimento Público.” *Associação Brasileira De Normas Técnicas*: 18.
- COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA PELOS MÉTODOS DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO: Estudo para cidade de Gurupi – TO. Conclusão de Curso. Andressa Richelly (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Luterana de Palmas. Orientadora: Denis Cardoso Parente.
- AS TÉCNICAS DE PERFURAÇÃO NÃO DESTRUTIVAS E COMO CONTRATÁ-LAS: Conheça as técnicas para realizar intervenções em redes subterrâneas sem a necessidade de abrir valas. São Paulo: Pini, maio 2013. Mensal. Edição 27. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/27/artigo288517-3.aspx>>. Acesso em: 20 novembro. 2020.
- ABBATE, V. Téchne. Tecnologia - Método não destrutivo, 2004. Disponível em: . Acesso em: 2020
- ABRATT. Introdução aos metodos não destrutivos ,Eng. Sergio Augusto Palazzo. Índice depalesta. 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: novembro. 2020.
- COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA PELOS MÉTODOS DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO: Estudo para cidade de Gurupi – TO. Conclusão de Curso. Ademar Pedro Sott (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade

Luterana de Palmas. Orientadora: Denis Cardoso Parente.

TSUTIYA, M.T. (2004). Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 643p.