



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

Ademar Pedro Sott Junior

**COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA PELOS MÉTODOS
DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO: Estudo para cidade de Gurupi – TO.**

Palmas - TO
2018

Ademar Pedro Sott Junior

**COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA PELOS MÉTODOS
DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO: Estudo para cidade de 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
2018

Ademar Pedro Sott Junior

COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA PELOS MÉTODOS
DESTRUTIVO E NÃO DESTRUTIVO: Estudo para cidade de 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.

Aprovado em: 08/11/2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. M.sc. Denis Cardoso Parente.

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. M.sc. Fábio Moreira Spinola de Castro.

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Hider Cordeiro de Moraes.

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas - TO
2018

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de viabilidade que compara a eficiência entre dois métodos construtivos que visam a implantação de redes subterrâneas, subdivido em método de ligação destrutivo, com abertura de vala e não destrutivo, com abertura de fossos. Realizou-se uma breve abordagem sobre a funcionalidade de cada método e o orçamento para cada comprimento de ramal, tendo em vista a viabilidade financeira, detectou-se a vantagem na implantação do método não destrutivo na cidade de Gurupi – To, devido ao baixo custo de implantação e cenário favorável.

ABSTRACT

This work presents a feasibility study that compares the efficiency between two constructive methods that aim at the implantation of underground networks, subdivision in method of destructive connection, with trench opening and non-destructive, with opening of pits. A brief approach was taken on the functionality of each method and the budget for each extension length, considering the financial feasibility, the advantage was detected in the implementation of the non-destructive method in the city of Gurupi-To, due to the low cost of implantation and favorable senary.

Lista de Figuras

Figura 1 - Substituição de Tubulação por Arrebentamento.	15
Figura 2 - Perfuração direcional	18
Figura 3 - Custos ramais de ligações (MD)	20
Figura 4 - Custos ramais de ligações (MND)	21
Figura 5 – Corte da Ligação Implantada	22
Figura 6 - Corte do Modelo de execução proposto pelo método não destrutivo	23
Figura 7 - número de ligações analisadas e suas respectivas porcentagens em redes de ligação simples.	25
Figura 8 - número de ligações analisadas e suas respectivas porcentagens em redes de ligação dupla.	25
Figura 9 - comparativo financeiro entre os métodos destrutivo e não destrutivo ao longo do comprimento dos ramais.	27
Figura 10 - Planta de cadastro da cidade de Gurupi - To	27
Figura 11 - Abertura de vala com retroescavadeira. Fonte: Do autor (2018)	31
Figura 12 - Extensão de ramal em PEAD da rede ao hidrômetro. Fonte: Do autor (2018)	31
Figura 13 - Fechamento de vala com apoio de retro. Fonte: Do autor (2018)	31
Figura 14 - Recomposição de pavimento asfáltico. Fonte: Do autor (2018)	31
Figura 15 - Posicionamento da rede e do hidrômetro de ligação. Fonte: Do autor (2018)	31
Figura 16 - Haste pneumática da perfuratriz. Fonte: Do autor (2018)	31
Figura 17 - Encanador lançando haste de perfuratriz através do furo de sondagem. Fonte: Do autor (2018)	32
Figura 18 - Chegada de perfuratriz rede de água. Fonte: Do autor (2018)	32
Figura 19 - Recalque em trechos repavimentados. Fonte: Do autor (2018)	32
Figura 20 - Valas encharcadas sem pavimentação já com sinais de recalque. Fonte: Do autor (2018)	32

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características de instalação.....	13
Tabela 2 – Catalogo de características de perfuratrizes.	17
Tabela 3 - Custo de serviços para execução de ramais de ligação pelo método destrutivo.	19
Tabela 4 - Custo de serviços para execução de ramais de ligação pelo método não destrutivo.	19
Tabela 5 - Comparativo de Custo de ligações Destrutivas e Não Destrutivas por Unidade Métrica.....	26
Tabela 6 - considerações para o cálculo do custo das ligações	28

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivos	8
1.1.1	Objetivo geral	8
1.1.2	Objetivo específico	9
1.2	Justificativa	9
2	REFERENCIAL TEORICO	9
2.1	Método Destrutivo (MD).	9
2.2	Método Não Destrutivo (MND).	10
2.2.1	Reparo e Reformas.	12
2.2.2	Substituição in loco (<i>pipe bursting</i>).	15
2.2.3	Instalações de novas redes	16
2.2.4	Perfuração direcional ou guiada	17
2.3	Orçamento de ligações de ramais	18
2.4	Custos de instalações de redes de abastecimento.	19
3	MATERIAIS E MÉTODOS.	21
3.1	Levantamento de quantitativo de serviço (MD).	22
3.2	Levantamento de quantitativo de serviço (MND).	23
3.3	Proposta do comparativo.	23
4	RESULTADOS.	24
4.1	Análise e Viabilidade de implantação.	24
4.2	Análise de implantação.	24
4.3	Planta e Considerações.	27
5	Método de Análise Utilizado.....	28
6	Conclusão.	29
7	Referências Bibliográficas	30
8	Anexo.	31

1 INTRODUÇÃO

A ligação de água e esgoto é indispensável em toda habitação, sendo de uma importância de bastante relevante quando se pensa em salubridade pública, números apontam que mais de 85% da população possui água tratada e 64% rede coletora de esgoto (IBGE, 2013), visto isso a tecnologias vem a nos ajudar a melhorar os tipos de ligações de água existentes, facilitando assim a execução e gerando menos transtornos à população.

Atualmente no Brasil o método destrutivo (aberturas de valas a céu aberto) é o mais utilizado em escavação em geral. Entretanto a novos métodos de escavação sem a necessidade de causar impactos nos espaços físicos, gerando assim menos trabalho para reconstituir os danos causados ao meio.

A utilização do método não destrutivo (MND) é pouco difundida no mercado brasileiro, porém muito importante em diversas situações que não se possa obstruir o meio a ser alterado. Sua aplicação se dá pela desobstrução de redes, execução e ligações de ramais e substituição de redes antigas ou inaptas.

A perfuração horizontal direcional é de suma importância para instalações industriais 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 redes de ligação de esgoto e de água tratada geralmente são realizadas após a execução do pavimento e calçamento, ocorrendo assim uma série de trabalhos desnecessários como a reconstituição de meio fio, calçadas e pavimento já existente no local. Visando a diminuição de custos e agilidade no processo, este trabalho vem fazendo o comparativo de viabilidade econômica entre os métodos de ligações, Método Destrutíveis (MD) e Método Não Destrutíveis (MND) na cidade de Gurupi/To - Brasil.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Comparar o custo de implantação das ligações de água tratada pelos métodos destrutivo e não destrutivo na cidade de Gurupi – To.

1.1.2 Objetivo específico

- Analisar os métodos destrutivo e não destrutivo utilizados para instalação de ramais de ligações de água;
- Quantificar serviços e elaborar orçamento de ambos os métodos com custos unitários da concessionária de abastecimento local;
- Comparar os custos dos ramais de ligações para a variedade de comprimentos, características de passeio e pavimento de Gurupi – To.

1.2 Justificativa

A execução da ligação de água é causadora de vários transtornos o que eleva bastante o custo da obra devido aos serviços como; corte do pavimento e calçada, abertura de valas, recobrimento e compactação.

Quando se leva todos os fatores mencionado em consideração, o método de ligação de água não destrutivo pode ser uma opção bem adequada a execução da ligação de ramais de água. Este estudo tem por finalidade demonstrar a comparação de custo de execução dos métodos de ligação de água destrutivo e não destrutivo e produzir um comparativo financeiro entres os métodos.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Método Destrutivo (MD).

Este método é muito utilizado em escavação para passagens das redes subterrâneas, trata-se do assentamento de tubulações com escavação de trincheiras a céu aberto sendo mecânica ou manual ao longo de todo o trecho descrito em projeto, colocação do tubo proposto com um lastro de materiais adequados, reaterro e compactação da trincheiro, este é um método que gera um maior prazo de execução e mais serviços se comparado com o método não destrutivo (MND).

Deve-se seguir algumas recomendações antes do início da escavação para que não gere maiores danos futuros.

- Mapeamento do local usando um localizador de cabos em busca de cabos dispostos no subsolo.

- Ter a real certeza aonde estão alocadas as redes de distribuição de água, coleta de esgoto e redes de drenagem pluvial.

A NBR 12266/1992 estabelece normativas de execução e diretrizes de projeto, na execução de trincheiras para tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana, dentre elas (ABNT, 1992):.

- Sinalização do trecho em obra;
- Retirada do pavimento caso haja;
- Abertura de valas ou trincheiras para colocação da tubulação;
- Esgotamento do lençol freático caso o mesmo impeça o assentamento dos tubos;
- Escoramento da vala ou trincheira quando necessário;
- Assentamento da tubulação prevista em projeto;
- Preenchimento da vala e compactação da mesma;
- Revitalização do pavimento quando necessário.

Apesar de ser um método conservador onde já pendura por vários anos no mercado, este método apresenta uma desvantagem, afeta a infraestrutura gerando assim impactos ambientais não previstos em fase de planejamento podem ser causados.

Segundo Dezotti (2008), os métodos de escavação apresentam pouca evolução tecnológica nos últimos 50 anos, os principais equipamentos para realização dos serviços são:

- Retroescavadeiras;
- Escavadeira;
- Valadoras;
- Pás Carregadeiras;
- Compactadores;
- Maquinas de Corte do Pavimento e
- Caminhões.

2.2 Método Não Destrutivo (MND).

Método não destrutivo (MND) tem por definição referente à reparação, instalação e reforma de dutos, tubos e cabos subterrâneos utilizando-se de técnicas que diminuem ou eliminem a necessidade de escavações. Os métodos não destrutivos (MND) podem reduzir os

custos sociais, danos ao meio ambiente, apresentando uma alternativa econômica para os métodos de instalação, reparo e reforma com vala a céu abertos (ABRATT, 2007).

O método de escavação não destrutivo tanto aborda a implantação de novas tubulações como também a revitalização e substituições em casos extremos, este método abrange um número grande de empresas localizadas nos grandes centros, onde se requer métodos mais elaborados visando a diminuição de retrabalhos, consecutivamente um menor custo global de obra se comparado ao método destrutivo com abertura de valas. (Carvalho, 2013).

A cidade de São Paulo possui em sua legislação o decreto nº 46.921/2006 cujo tem a finalidade de incentivar o uso do método não destrutivo como uma saída mais viável as instalações dispostas no subsolo.

Os métodos não destrutivos estão cada vez mais aumentando o interesse das empresas devido ao menor incômodo provocado aos centros urbanos se comparado à abertura das valas a céu aberto. Esta vantagem pode repercutir em menor custo global da obra. Lembrando que o uso do método tradicional, abertura de valas a céu aberto, demanda tempo, esforço devido ao rebaixamento do lençol freático, à compactação e à repavimentação caso seja necessária. Há ocasiões em essas atividades podem representar 70% do custo total da obra (Carvalho, 2013).

De acordo com Drosemeier (2004), o método não destrutivo apresenta várias vantagens, tais como:

- Redução da perturbação no tráfego;
- Possibilidade de adoção de caminhos pré-determinados providos ou não pela tubulação existente;
- Requer menor espaço de implantação subterrânea, minimizando assim o risco do encontro com outras tubulações existentes no local;
- Possibilita a oportunidade de aumento de diâmetro ou substituição da tubulação;
- Apresenta uma área de trabalho reduzida favorecendo a segurança aos trabalhadores e usuários da via;
- Eliminam a necessidade de limpeza de detritos deixado pela abertura de valas causando danos ao pavimento e a outras tubulações.

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.

2.2.1 Reparo e Reformas.

Esta categoria demonstra os métodos de restauração de tubulações comprometidas devido ao desgaste natural, bem como o prolongamento de sua vida útil. Os métodos são divididos em (ABRATT, 2007):

- Revestimento por introdução de novos tubos (*sliplining*);
- Revestimento por introdução apertada de tubulações deformadas (*close-fit lining*);
- Revestimento por aspersão (*spray lining*);
- Revestimento por introdução com cura in loco (*crured-in-place pipe*);
- Reparos e vedações localizados.

As características das modalidades citadas acima são aplicáveis a tubos já deteriorados, onde é refeita a parte interna da tubulação já existente com inserção ou aspersão de um material que repara a tubulação in loco, não havendo a necessidade de substituição da mesma, tal técnica é aplicada também em defeitos pontuais, o método descrito torna-se mais eficiente em redes de maiores diâmetros.

2.2.1.1 Revestimento por introdução de novos tubos (sliplining)

Dentre as técnicas existentes de substituição de redes que impossibilitem a entrada de uma pessoa esta é a mais simples devido ao fato a qual a técnica consiste em empurrar ou puxar a nova tubulação para dentro da tubulação já existente.

Explicando melhor a técnica sliplining, ela consiste na inserção de uma tubulação nova que é empurrada ou puxada de diâmetro menor que a original, geralmente são utilizadas matérias como, PVC e poliuretano, porém é possível a utilização de qualquer tipo de material, a metodologia de instalação e bem simples basta a chegada por meio de escavação a rede para se obter um ponto de partida, a partir daí e só inserir a tubulação a qual deve ser empurrada ou puxada, porém deve se levar em conta a menor área de tubo para que a mesma não comprometa no funcionamento da rede (DEZOTTI, 2008).

Para que a rede se apresente mais segura costuma-se inserir argamassa entre a tubulação nova e antiga para prolongar assim sua vida útil e a dar mais resistência, tal argamassa pode apresentar sua resistência em torno de 1 KPa (ABRATT, 2007).

2.2.1.2 Revestimento por introdução apertada de tubulação deformada (*close-fit lining*)

Este método tem por objetivo a redução momentânea da tubulação que é feita de duas formas, a primeira consiste em que o tubo passe através de um equipamento constituído de roldanas diminuem o diâmetro do tubo e em seguida ele é inserido na tubulação a ser reparada, a segunda forma de inseri a tubulação é por meio de dobra, a tubulação é dobrada e através de uma banda de retenção ela se mantém dobrada até a mesa entrar e sair da tubulação, quando essa tubulação encontrar a saída, a banda de retenção é retirada e a tubulação volta a seu diâmetro original.

Tabela 1 - Características de instalação.

Método	Gama de Diâmetros (mm)	Instalação Máxima (m)	Material	Aplicações
Inserção de tubulação deformada (estrutural)	75-600	300	PEAD, PEMD	Tubulação sob gravidade e pressão
Inserção de tubulação deformada (estrutural)	75-1600	300	PEAD, PEMD	Tubulação sob gravidade e pressão

Fonte: Naiafi (2010).

2.2.1.3 Revestimento por aspersão (spray lining)

Segundo Dezotti (2008) o revestimento por aspersão deve ser aplicado por meio de projeção, que tanto pode ser aplicado em redes novas quanto na revitalização de redes antigas, oferecendo assim um ganho de vida útil.

Em tubulações que não ultrapassem 1,20 m de diâmetro, impossibilitando assim a entrada de pessoas, tal revestimento oferece uma condição hidráulica e uma menor taxa de corrosão.

A aplicação deste método se dá através de uma máquina centrífuga a qual é controlada remotamente, onde a mesma pulveriza o revestimento na parede interna da tubulação. Em situações que permitam a entrada de pessoas e o equipamento projetor a reabilitação da tubulação se torna mais eficaz, tais tubulações podem ser utilizadas para fins estruturais devido a este método de aplicação que é mais comumente utilizado em redes sobre pressão da gravidade.

A argamassa usada no reparo dessas tubulações apresenta duas características, a baixa rugosidade que ela apresenta e ante corrosão da tubulação de aço ou mesmo de ferro fundido aonde este método é mais conceituado (ABRATT, 2007).

A utilização de resina epóxi em substituição da argamassa pode ser uma alternativa interessante pelo fato da mesma ter funções semelhantes como proteção contra corrosão e baixa rugosidade, o revestimento epóxi se caracteriza por apresentar uma espessura fina em comparação com a argamassa o que auxilia na não obstrução da tubulação.

2.2.1.4 Revestimento por inserção com cura in loco (cured-in-place pipe).

Este é um sistema que visa a recuperação de tubulações de esgoto tanto pressurizadas como com auxílio da gravidade, tal método dominou o mercado de reparo por aproximadamente 20 anos (ABRATT, 2007).

Tal sistema pode ser desenvolvido pensando em uma função estrutural ou não, sua utilização e de grande abrangência, podendo ser utilizada em diversas tubulações como água, óleo, gás e em drenagem urbana.

O método de aplicação consiste na inserção de uma manta de feltro de fibra em poliéster a qual de ser fabricada sobre medida e saturada com uma resina termoestável. Após a inserção da manta na tubulação a mesma é pressurizada por ar ou água, fazendo com que a manta se expanda contra a parede da tubulação já existente. Como a manta é flexível ela permite a instalação em tubulações que não sejam lineares, tornando possível o preenchimento de pequenas trincas na tubulação já existente (DEZOTTI, 2008).

2.2.1.5 Reparos e vedações localizadas.

O método de reparo localizado é aplicado de maneira pontual revitalizando algum ponto que esteja com defeito, como trincas, tubos quebrados, intrusão de raízes, infiltração e vazamentos, algumas das técnicas empregadas nesse sistema foram desenvolvidas para tubulações de esgoto e outras para o selamento de juntas nas tubulações sob pressão (DEZOTTI, 2008).

Para que se inicie a reparação de pontos defeituosos da rede a mesma deve estar limpa, com ausência de entulhos ou materiais os quais impeçam a execução do reparo, deve-se levar em consideração o estado de degradação da mesma, caso a rede esteja comprometida em mais que 25% de sua extensão total deve-se avaliar se realmente é interessante a recuperação com reparos pontuais ou tomar uma atitude mais drástica e partir para algum método de intervenção citada acima (ABRATT, 2007).

2.2.2 Substituição in loco (*pipe bursting*).

Este método é utilizado em redes as 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 no arrebentamento da rede em questão (ABRATT, 2007).

A operação consiste em inserir uma ferramenta de formato cônico no interior da tubulação através de um foço de acesso, a partir daí a ferramenta inserida é empurrada ou puxada em direção da outra extremidade do tudo, promovendo assim o arrebentamento da tubulação existente, simultaneamente uma nova tubulação é puxada para o espaço deixado pela tubulação anterior, conforme ilustração a seguir.

SUBSTITUIÇÃO

Substituição por arrebentamento de tubulações pelo mesmo caminhamento (Dinâmico)

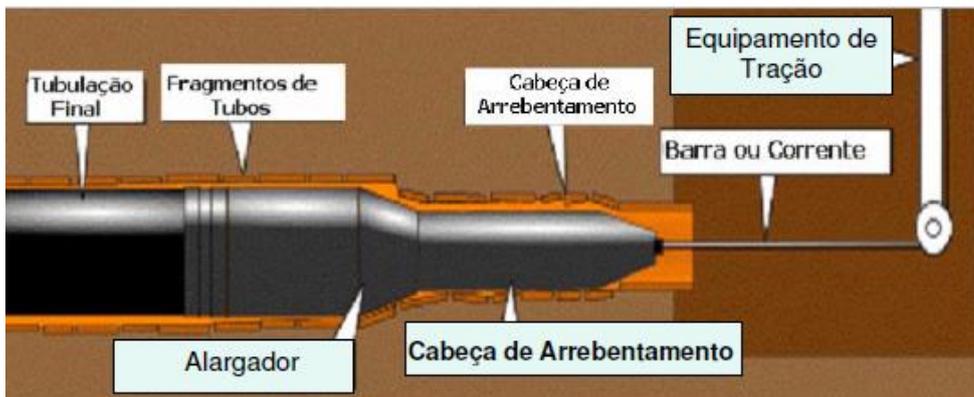


Figura 1 - Substituição de Tubulação por Arrebentamento.

Fonte: (ABRATT, 2007)

Disponível em: <http://www.abratt.org.br/seminario/info.pdf>. Acesso 19/02/2018.

Em caso de substituição da rede é necessário o desacoplamento das ligações e ramis de redes auxiliares antes do arrebentamento da tubulação, evitando assim transtornos posteriores e facilitando a implantação da nova tubulação (ABRATT, 2007).

Segundo Dezotti (2008), esse método é capaz de fragmentar inúmeros tipos de tubos, a seguir são citados alguns:

- Aço;
- Ferro dúctil e ferro fundido;

- PVC;
- PEAD;
- Cimento amianto;
- Cerâmica;
- Concreto e concreto armado.

Ainda sobre Dezotti (2008), o método de fragmentação de tubo por arrebentamento poder se dividir em três categorias: Sistema Pneumático; Sistema Hidráulico; e Sistema Estático.

2.2.3 Instalações de novas redes

As instalações de redes surgiram em meados da década de 60, na Polônia e Rússia, as primeiras perfuratrizes, equipamentos os quais eram mais adequados para época, apresentavam um grande porte comparado ao diâmetro do furo a serem executados, e comumente necessitavam de ajustes devido a erro de trajetória e perda de umidade no subsolo. De lá para cá a precisão dos furos teve um aumento impressionante sendo hoje o item mais usado em escavações não destrutivas, as quais oferecem soluções para inúmeros problemas (ABRATT, 2007).

Ainda sobre (ABRATT, 2007). A perfuração a percussão é definida por um furo utilizando um martelo de percussão, o qual pode ser hidráulico ou pneumático. Quando se utiliza esse equipamento o solo é comprimido e não removido e o tubo é empurrado juntamente a execução do furo.

A tecnologia descrita acima abrange um campo amplo de aplicação além de tubos de água e gás, pode-se ultrapassar barreiras, carreando tubos contendo cabos elétricos entre outros (DEZOTTI, 2008).

A técnica de perfuração direcional é mais adequada a menores diâmetros algo na faixa de quarenta e cinco (45) a duzentos milímetros (200mm), dependendo do cabo ou tubo a ser instalado tem-se a necessidade de consultar a concessionária local, a qual informará a profundidade mínima do furo, quando se fala por exemplo na instalação de um duto que transposta gás, em geral adota-se um metro (1m) a cada cem milímetros de diâmetro do tubo (100mm).

Segundo Jamal (2008), os equipamentos de podem ser divididos em categorias, de acordo com sua capacidade de tração e diâmetro do tubo, como se pode ver na Tabela 1.

Tabela 2 – Catálogo de características de perfuratrizes.

Característica	Unidade	Maxi	Mid	Mini
Diâmetro	(mm)	600 a 1200	300 a 600	50 a 300
Profundidade	(m)	≤ 61	≤ 23	≤ 6
Extensão	(m)	≤ 1830	≤ 305	≤ 183
Torque	(KN.m)	≤ 108,5	1,2 a 9,5	≤ 1,3
Capacidade de puxada/tração	(t)	≥ 45,36	9,07 a 45,36	≤ 9,07
Peso da máquina	(t)	≤ 30	≤ 18	≤ 9
Material do tubo		PEAD e aço	PEAD, aço e ferro dúctil	PEAD, aço e PVC fundido
Aplicações típicas		Travessias sob Rios e Autovias	Travessias sob Rios e Rodovias	Linhas de gás, cabos de energia e telecominações

Fonte: Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil (Dezotti, 2008).

2.2.4 Perfuração direcional ou guiada

A perfuração guiada ou direcional é utilizada na instalação de novas redes, dutos e cabos nesse método de perfuração, permite-se que a qual seja levemente curva, e a direção da perfuração pode ser ajustada em qualquer fase da perfuração, a perfuração acontece com a inserção da haste de perfuração no solo em um ângulo suave ou em poços pré-escavados que possibilitam a entrada e saída da perfuratriz (ABRATT, 2007).

Segundo Dezotti (2008) este método pode ser dividido em três categorias separadas pelo tamanho dos equipamentos e área de aplicação podendo variar consideravelmente, mini-HDD, Midi-HDD e Maxi-HDD, porém não existem diferenças em seu sistema mecânico.

Normalmente a instalação descrita acima se faz em duas etapas, a primeira é constituída pela predeterminação do percurso feito por um furo piloto o qual conduzira o segundo passo que é o alargamento do furo geralmente no sentido contrário ao qual foi feita o furo piloto, a tubulação e 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).

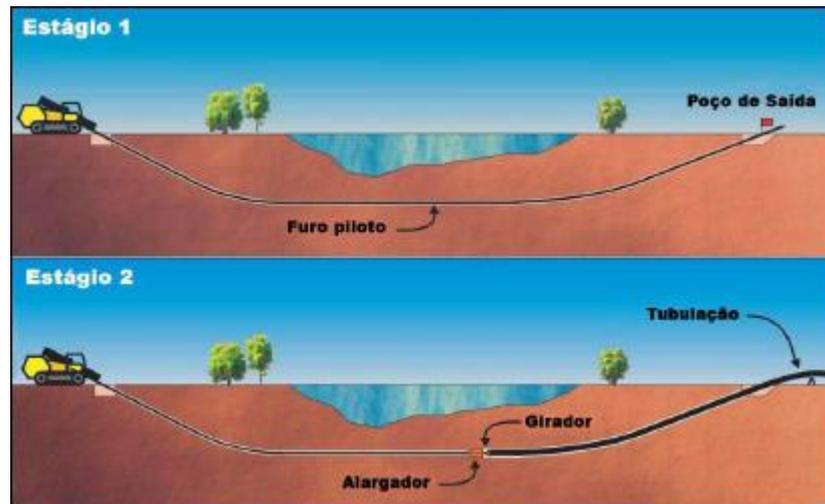


Figura 2 - Perfuração direcional
 Fonte: Bemett, Ariartnam (2004).

Para a execução desta técnica devem ser tomados alguns cuidados com os materiais a serem utilizados, como por exemplo a tubulação deve ser flexível com resistências as quais suportem as tensões de implantação e de operação, a seguir veremos três materiais que tem se destacado na confecção deste modelo de perfuração (DEZOTTI, 2008).

- Polietileno de alta densidade (PEAD);
- Aço, porem de ferro dúctil;
- Pvc fundido.

2.3 Orçamento de ligações de ramais

O orçamento é a forma mais simples de identificar os custos de uma obra antes de iniciá-la, uma previa que se aproxima do valor a ser gasto.

Segundo 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 pela empresa.

Para se compor um orçamento são necessários vários elementos básicos, entre eles estão: análise de viabilidade econômica; levantamento de materiais; cronograma e controle de execução.

2.4 Custos de instalações de redes de abastecimento.

O custo deste serviço está ligado diretamente ao diâmetro da tubulação, o ambiente que o mesmo se encontra inserido (topografia do terreno), material da tubulação, escavação, reaterro e compactação.

Segundo Parente e Silva, (2015), segue tabela em anexo, mostrando o custo unitário por metro de cada tipo de ligação, (método destrutivo e método não destrutivo), e um breve comparativo entre o custo, diferenciando a parte civil e hidráulica de cada tipo de serviço.

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

ITEM	DESCRIÇÃO	CUSTO DO ITEM (R\$)		
		Ramal (2m)	Ramal (3m)	Ramal (4m)
1	LIGAÇÕES DOMICILIARES			
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	3,14	4,71	6,28
1.2	MOVIMENTO DE TERRA	24,44	36,78	48,89
1.3	REMOÇÃO/ REPOSIÇÃO DE PASSEIO	25,64	38,45	51,27
1.4	REMOÇÃO/ REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO	28,42	42,62	56,83
1.5	MATERIAL HIDRÁULICO	140,03	141,38	142,72
	TOTAL:	R\$ 221,67	R\$ 263,94	R\$ 305,99

Fonte: (Parente; Silva, 2015).

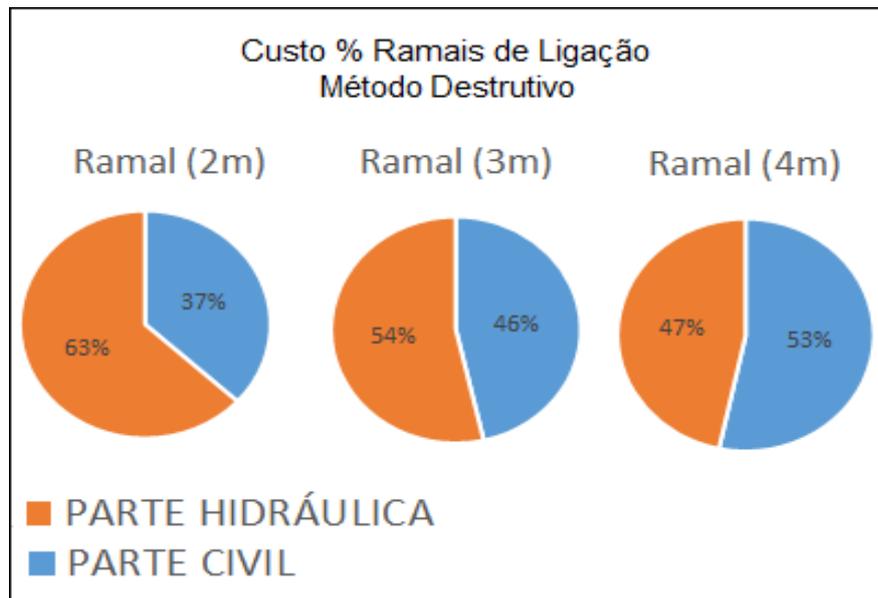
Tabela 4 - Custo de serviços para execução de ramais de ligação pelo método não destrutivo.

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 HIDRÁULICO	140,03	141,38	142,72
	TOTAL:	R\$ 280,64	R\$ 284,79	R\$ 288,92

Fonte: (Parente; Silva, 2015).

Os tópicos serviços preliminares, movimentação de terra, remoção e reposição de passeio e pavimento demonstram 37%, 46% e 53% do custo da ligação dos ramais de 2, 3 e 4 m respectivamente. São os itens referentes à obra civil, serviços que antecedem a instalação de toda a parte hidráulica. O gráfico a seguir apresenta o percentual financeiro das partes hidráulica e civil.

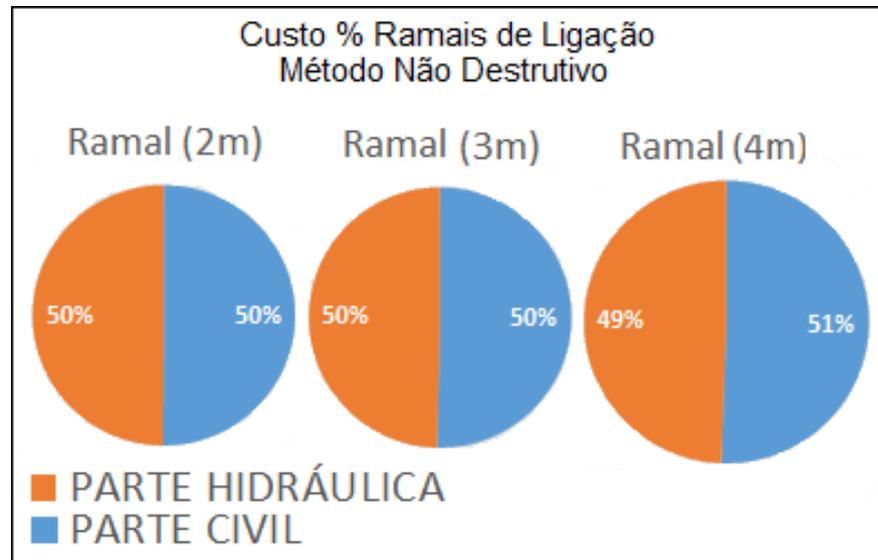
Figura 3 - Custos ramais de ligações (MD)



Fonte: (Parente; Silva, 2015).

Neste caso à parte civil da obra que é formada pelos serviços preliminares, movimentação de terra, remoção e recomposição e pavimento e passeio, representam 50%, 50% e 51% do custo total da ligação, custo referente à parte hidráulica não sofre alteração, seja vista que as peças como; tubulações e conexões, não são alteradas dentre os métodos.

Figura 4 - Custos ramais de ligações (MND)



Fonte: (Parente; Silva, 2015).

Tais ligações podem ser orçadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), obtendo o custo global da obra e o custo unitário de cada composição ou serviço.

3 MATERIAIS E MÉTODOS.

A pesquisa em questão assumi a forma de elaboração de um estudo de caso, realizado na cidade de Gurupi – TO com o objetivo de realizar uma comparação de serviços e análise de custos de ligação de água dos ramais até as residências pelos métodos de execução, destrutivo e não destrutivo, com as mesmas características de entorno em cada análise, e quantificar qual método de execução se torna mais viável de acordo com as características locais enfrentadas e o comprimento de cada ligação.

Neste trabalho não será abordado uma ligação de água exclusiva, mais sim a identificação de redes semelhantes, com o mesmo comprimento e as mesmas situações de execução, apresentadas no cadastro de redes e ramais.

Os sistemas de ramais de ligação de água são caracterizados de acordo com a concessionária vigente, em regra é uma tubulação à qual será disposta subterraneamente que liga a rede de abastecimento da concessionária que são encontradas abaixo das calçadas ou da pavimentação, ao hidrômetro residencial ou comercial.

Para a análise comparativa e orçamentaria de execução dos métodos será necessário o conhecimento do tempo de execução, do comprimento do trecho a ser executado, do volume de material movimentado e a quantidade de pavimento a ser retirada e reimplantada quando o for necessário.

A figura 2 apresenta o tipo de ligação mencionada anteriormente, demonstrando o posicionamento da rede, a qual pode ser executada tanto no passeio quanto na pavimentação.

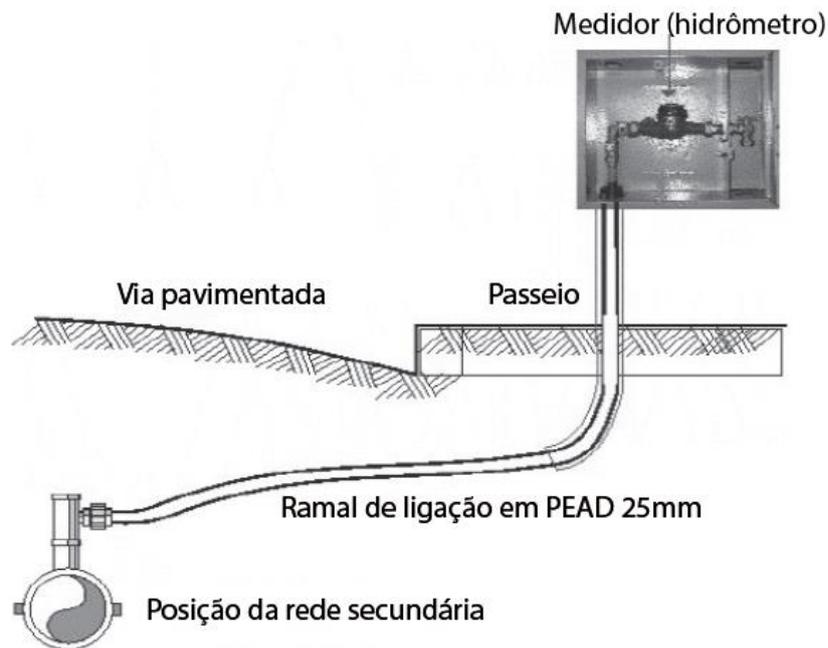


Figura 5 – Corte da Ligação Implantada
Fonte: Revista Liberato, Novo Hamburgo, Pag.162.

3.1 Levantamento de quantitativo de serviço (MD).

O orçamento dito acima necessita de um levantamento de material o qual foi feito seguindo alguns parâmetros específicos.

O volume da escavação será obtido da seguinte forma:

- Largura da vala a ser escavada vezes seu comprimento e vezes sua profundidade ($Vol=L*C*P$).

O aplanamento ou compactação tanto do fundo da vala como depois de reaterado será obtido da seguinte maneira:

- Através da área da vala onde temos o comprimento vezes a largura ($A=C*L$).

O reaterro da vala tem por finalidade a recolocação do material retirado para inserção do tubo o qual será obtido da seguinte maneira:

- Como será introduzido uma tubulação de vinte e cinco milímetros (25mm) no reaterro o mesmo não será contabilizado no cálculo pois, dispõe de um volume bastante pequeno se comparado as dimensões da vala.

Caso haja os itens mencionados a seguir, será quantificado o corte de pavimento e calçamento da seguinte maneira:

- Quando houver a necessidade de corte de pavimento ou calçamento o mesmo será quantificado pela área de corte, sendo largura vezes o comprimento do trecho ($A=L*C$).

3.2 Levantamento de quantitativo de serviço (MND).

O processo de instalação pelo método não destrutivo segue os mesmos parâmetros de coleta de dados dos quais foram listados acima, tendo em vista que este método não comporta aberturas de valas longas, apenas uma pequena abertura do tipo trincheira para a inserção e direcionamento do tubo até o hidrômetro, dispositivo que pode ser tanto comercial como residencial, neste caso o volume de material transportado é bem menor.

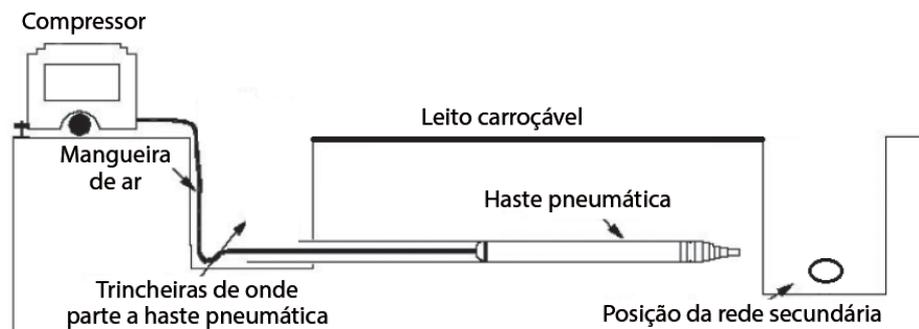


Figura 6 - Corte do Modelo de execução proposto pelo método não destrutivo

Fonte: Revista Liberato, Novo Hamburgo, Pag.163.

Ambos os métodos de análises necessitam ter a mesma profundidade para que se obtenha resultados mais precisos, já que o objetivo é analisar o custo dentre os métodos anteriormente citados.

3.3 Proposta do comparativo.

O presente trabalho traz a proposta de estudo de viabilidade econômica abordando os seguintes paramentos, ligação de redes simples e duplas; ligações de redes em trechos calçado e pavimentado, de acordo com o cadastro de redes de água de Gurupi – TO.

Com o cadastro em mãos foi analisado o comprimento das redes, a profundidade e em qual situação foi implantada (trecho pavimentado e calçado ou trecho natural), assim proporcionando a comparação de todos os trechos.

Com a definição do número de ligações analisadas pode-se mensurar o custo de ligação unitária através da tabela de preço usada pela concessionária local e com base nos resultados obtidos será apresentado um comparativo financeiro entre os métodos.

4 RESULTADOS.

4.1 Análise e Viabilidade de implantação.

Tendo em vista que ramais de distribuição de água instalados abaixo das calçadas inviabilizam a utilização do método não destrutivo devido ao pouco espaço necessário para a implantação da perfuratriz pneumática, com isso foram tomadas como amostras redes simples de distribuição de águas, as quais estão localizadas no centro da rua, distribuindo água para ambos os lados, cujo serão divididas em classes, devido as características do terreno como:

- Ligações com trechos pavimentado;
- Ligações com trecho natural (sem pavimentação);
- Ligações com trechos de calçados.

4.2 Análise de implantação.

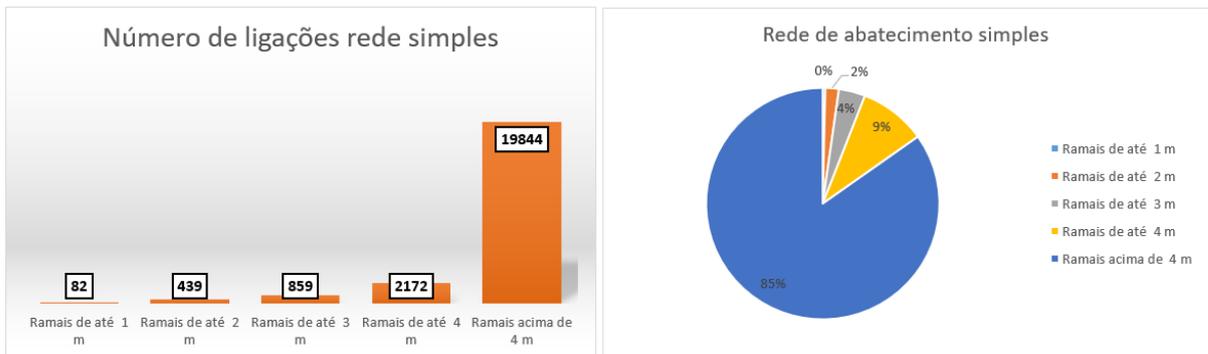
As ligações analisadas em Gurupi-TO são em sua grande maioria executadas de forma convencional, ou seja, pelo Método Destrutivo, com a abertura de valas a céu aberto com o auxílio de retroescavadeira e as devidas intervenções necessárias em calçadas ou pavimento

Em um percentual menor existem ligações pelo método não destrutivo caracterizam-se pela redução de serviços de corte e reaterro do material e a não remoção de componentes como calçada e pavimento.

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. Com os dados em mãos pode-se levantar a quantidade de ligações e suas respectivas porcentagens levando em consideração a distância que cada uma se encontra, foram adotadas da seguinte

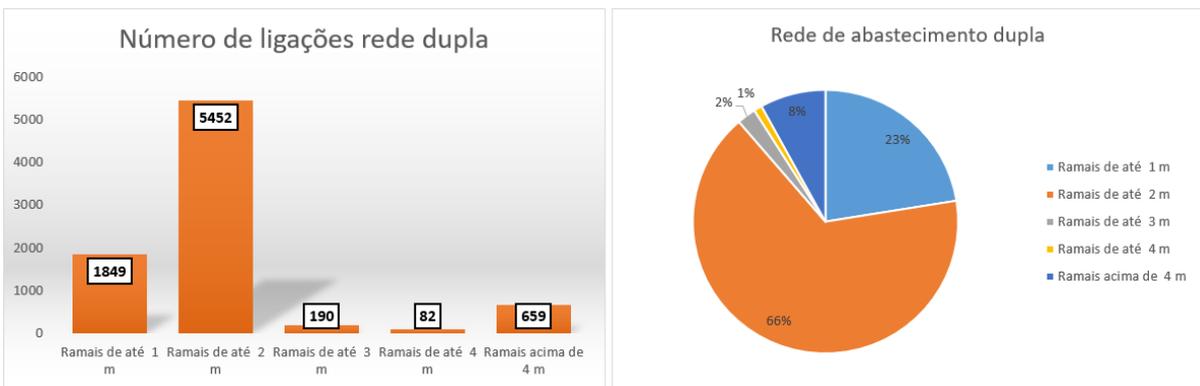
forma; 0 a 1m, de 1 a 2m, de 2 a 3m, de 3 a 4m e acima de 4 metros, como podemos ver nos gráficos a seguir:

Figura 7 - número de ligações analisadas e suas respectivas porcentagens em redes de ligação simples.



Fonte: O autor.

Figura 8 - número de ligações analisadas e suas respectivas porcentagens em redes de ligação dupla.



Fonte: O autor.

Como pode-se notar as redes de ligações simples em sua maioria apresentam trechos acima de quatro metros tornando possível a utilização de ambos os métodos de escavação, já as ligações de redes duplas apresentam uma maior intensidade em trechos de até dois metros, ficando evidente a não utilização do método não destrutivo para redes duplas abaixo de um metro que é impossibilitada de ser executada pela falta de espaço físico para a instalação da perfuratriz.

Os dois métodos compõem dois tipos de serviços distintos, a parte civil que é composta de serviços como a escavação e reaterro, corte e replantação de calçadas e pavimento, e a parte hidráulica que é composta pela instalação hidráulica e seus componentes.

Tendo em vista que as peças hidráulicas não se diferenciam em ambos os métodos utilizando com base no mesmo perfil de ligação, nota-se que a diferença financeira entre a

execução dos métodos ficará por conta da parte civil, a qual acarretará um maior ou menor custo de implantação de acordo com cada método.

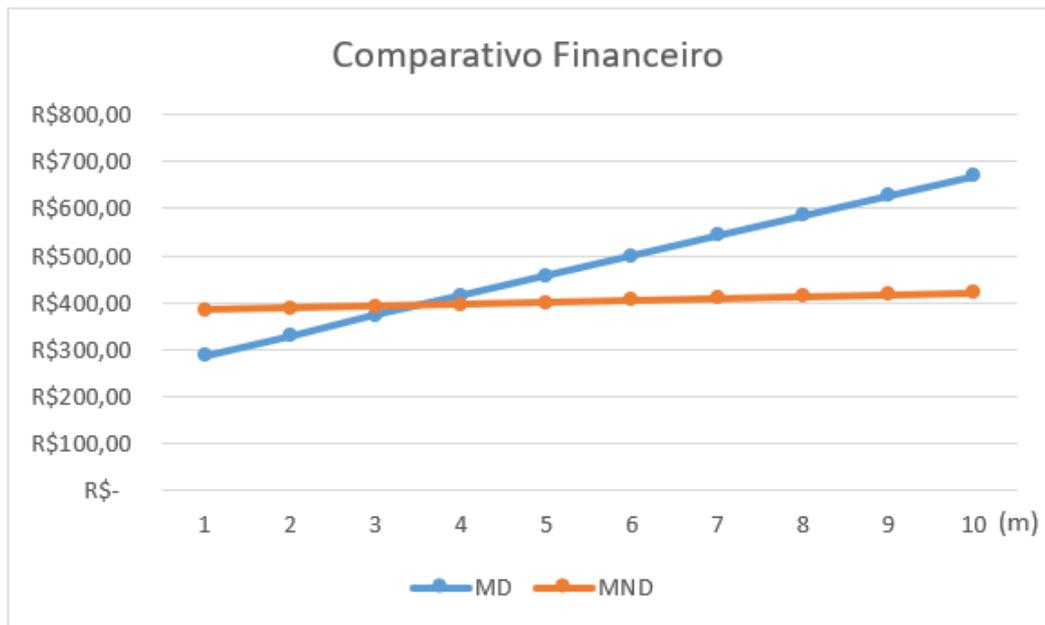
Tabela 5 - Comparativo de Custo de ligações Destrutivas e Não Destrutivas por Unidade Métrica

Distancia (m)	Método Destrutivo		Método Não Destrutivo	
		Total		Total
1	R\$	287,53	R\$	384,18
2	R\$	329,09	R\$	388,32
3	R\$	372,67	R\$	392,47
4	R\$	414,23	R\$	396,60
5	R\$	457,78	R\$	400,74
6	R\$	499,58	R\$	404,88
7	R\$	542,92	R\$	409,02
8	R\$	584,70	R\$	413,17
9	R\$	627,95	R\$	417,30
10	R\$	669,75	R\$	421,44

Fonte: O autor.

Pode-se notar que a um desencontro na progressão dos preços mostrada na tabela acima, enquanto o método destrutivo evolui com o aumento do comprimento do trecho a ser executado, o método não destrutivo se comporta como uma parábola no início e se mantém constante com uma pequena progressão linear, como podemos ver no gráfico abaixo, até os três metros ele evolui, a partir daí seu custo começa a diminuir, mostrando que a um equilíbrio entre ambos os métodos, o ponto de equilíbrio se dá ao encontro dos preços que aproximadamente está a dois metros e meio, a partir desse encontro um método começa a ficar economicamente mais interessante em relação ao outro, pode-se notar com mais facilidade no gráfico abaixo.

Figura 9 - comparativo financeiro entre os métodos destrutivo e não destrutivo ao longo do comprimento dos ramais.

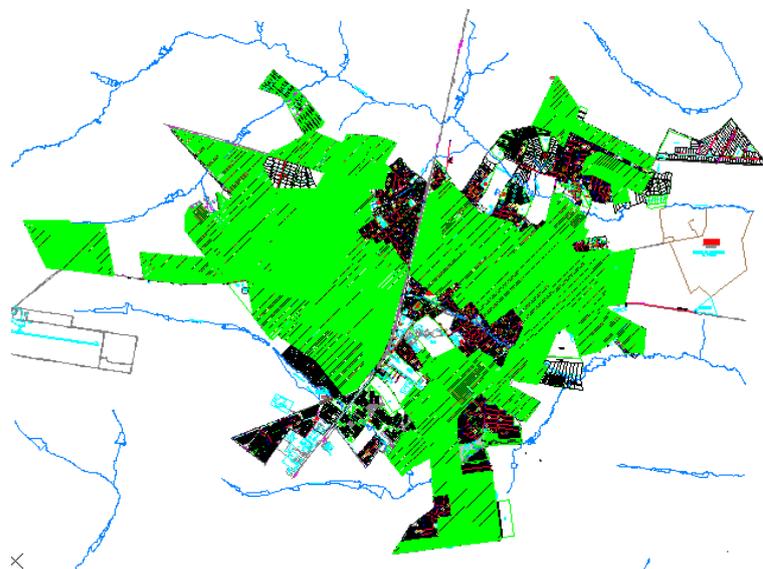


Fonte: O autor.

4.3 Planta e Considerações.

A planta de cadastro da cidade de Gurupi – To foi de grande ajuda para a caracterização dos comprimentos das redes instaladas, as áreas marcadas em verde foram analisadas, já as que não possuem marcação foram desprezadas, algumas delas por faltarem informação.

Figura 10 - Planta de cadastro da cidade de Gurupi - To



Fonte: O autor.

5 Método de Análise Utilizado.

Como a cidade de Gurupi localizada no estado do Tocantins possui em sua grande maioria a composição de asfalto e calçada a análise de custo foi baseada exclusivamente neste cenário, a tabela a seguir explica melhor a divisão que foi adotada nos cálculos, chegou-se nessa situação adequada devido as visitas realizadas na cidade juntamente com o catalogo de redes da concessionária que foi analisado para extrair o comprimento das redes de ligação.

Tabela 6 - considerações para o cálculo do custo das ligações

PASSEIO	QUANT. LIG.
	%
CONCRETO	45,00%
PINTURA CONCRETO	0,00%
CERÂMICO	25,00%
MOSAICO CERÂMICO	0,00%
INTERTRAVADO	20,00%
PEDRA	5,00%
GRAMA	5,00%
TERRENO NATURAL	0,00%
TOTAL	100,00%

PAVIMENTO	QUANT. FUROS
	%
ASFALTO	100,00%
TOTAL	100,00%

Fonte: O autor.

Como mostra a tabela foi considerado uma situação ideal para a realização das análises de custo, tendo em vista o número de ligações levantadas, caracterizar cada cenário seria inviável, pois o objetivo do trabalho é a análise de viabilidade mostrando qual situação implantar, sabendo quais os benefícios e os déficit de cada método, a situação ideal foi levantada através de visitas na cidade com levantamento visual e através do Google Earth.

Para que haja um melhor entendimento sobre o levantamento de custos das ligações, estão apresentadas nas tabelas que se encontra em anexo o orçamento de cada comprimento de ramal e seus respectivos métodos, segue algumas informações para melhor compreender os arquivos em anexo.

- Serviços preliminares = mobilização e desmobilização de equipamentos;
- Movimentação de terra = escavação, reaterro, regularização e compactação (tanto do fundo da vala quanto da superfície);
- Remoção/reposição de passeio = corte e a reconstrução de calçadas;

- Remoção/reposição = corte e reconstrução do pavimento (garantindo que o mesmo possua as mesmas propriedades do qual já existia no local);
- Material hidráulico = tubulação e conexões hidráulicas presente nas ligações.

6 Conclusão.

A qualidade da implantação da rede de abastecimento de água só pode ser medida se considerar a durabilidade e o desempenho, tendo isso em mente, o retrabalho devido a ponto de vazamento, vias obstruídas por determinado período, são fatores consideráveis ao escolher qual método de implantação será mais eficiente.

Com o registro histórico de ocorrência de patologias em ambos os métodos de implantação nota-se uma frequente ocorrência patologia como recalques em pontos de intervenção, tanto em pavimento asfáltico como em calçadas, descontinuidade gerada por fissuras e trincas, ocasionada geralmente pela falha na execução do reparo, tais danos provocam vazamentos na rede nas junções das tubulações, desconforto do usuário ao trafegar na pista de rolamento dentre outros.

É comum nas escavações de abertura de valas que apresente grandes profundidades encontrar material com muita humidade presente, o que não proporciona o grau de compactação adequado para o reaterro, um fato que por muitas vezes é desconhecido pela companhia responsável pela ligação, comprometendo assim a qualidade do serviço como um todo.

Devido aos custos de instalação fica evidente a viabilidade econômica a utilizar o método não destrutivo para redes simples e duplas que ultrapassem quatro metros e a utilização do método destrutivo para redes simples ou duplas que fiquem abaixo de quatro metros de extensão na cidade de Gurupi – To.

7 Referências Bibliográficas

- ABBATE, V. instalações sem trincheiras. **PINI**, São Paulo, v. técnica, n. 85, Abril 2004.
- ABBATE, V. Técnica. **Tecnologia - Método não destrutivo**, 2004. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/85/artigo285309-1.aspx>>. Acesso em: 2018.
- ABNT. **NBR 12266/92 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana - Procedimento**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1992.
- ABRATT. **Guia de método não destrutivo, para instalações, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de escavação**. Associação Brasileira de Tecnologia não destrutiva. Barra Funda, São Paulo. 2007.
- CARVALHO, C. **Infraestrutura urbana**. Prefeitura de São Bernardo do campo. São Bernardo do Campo, São Paulo. 2013.
- CORDEIRO, F. R. F. S. **Orçamento e controle de custos na construção civil**. Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2007.
- DEZOTTI, M. **Análise da utilização de método não-destrutivo como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalações, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas**. Dissertação, Escola de Engenharia de São Carlos da universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.
- DRÖSEMAYER, A. **CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA EXECUÇÃO DE TÚNEIS. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.
- GANDRA, A. Economia. **agenciabrasil.ebc.com.br**, 2013. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2014-09/mais-de-85%25-das-casas-t%C3%AAm-%C3%A1gua-encanada-diz-IBGE>>. Acesso em: 04 fev. 2018.
- JAMAL. **avaliação da precisão da declividade da técnica de perfuração direcional horizontal para instalações de redes de esgoto. Dissertação (mestrado em geotecnia)**. São Carlos - São Paulo: [s.n.], 2008. 126 p.
- NUVOLARI. **Esgoto Sanitário, Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso**. 1º. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2003.
- PARENTE, D. C.; SILVA, R. R. **Comparativo financeiro entre o método destrutivo e não destrutivo de execução de ramais de ligação de água**. Pg. 164. ed. Palmas - TO: Liberato, 2015.

8 Anexo.



Figura 11 - Abertura de vala com retroescavadeira.
Fonte: Do autor (2018)



Figura 12 - Extensão de ramal em PEAD da rede ao hidrômetro. Fonte: Do autor (2018)



Figura 13 - Fechamento de vala com apoio de retro.
Fonte: Do autor (2018)



Figura 14 - Recomposição de pavimento asfáltico. Fonte: Do autor (2018)



Figura 15 - Posicionamento da rede e do hidrômetro de ligação. Fonte: Do autor (2018)



Figura 16 - Haste pneumática da perfuratriz. Fonte: Do autor (2018)



Figura 17 - Encanador lançando haste de perfuratriz através do furo de sondagem. Fonte: Do autor (2018)



Figura 18 - Chegada de perfuratriz rede de água. Fonte: Do autor (2018)



Figura 19 - Recalque em trechos repavimentados. Fonte: Do autor (2018)



Figura 20 - Valas encharcadas sem pavimentação já com sinais de recalque. Fonte: Do autor (2018)