

Comparativo financeiro entre o método destrutivo e não destrutivo de execução de ramais de ligação de água em Palmas – TO¹

Dênis Cardoso Parente²
Rafael Ramos da Silva³

Resumo

O objetivo deste artigo é contribuir para uma tomada de decisões quanto aos métodos de execução de ligações potenciais de água tratada. Realizado através do acompanhamento das obras de implantação de ligações de água, planilhas orçamentárias para o método convencional, já difundido, e para o método não destrutivo de implantação desses serviços foram elaboradas na cidade de Palmas – TO. Buscou-se identificar, dentre as práticas adotadas para o sistema de ligações de água, os serviços demandados pelos métodos praticados pela concessionária de saneamento local, bem como as condições de execução das obras. Objetivando diminuir o erro experimental, foram tomadas dez (10) ligações em redes simples como amostras, a uma mesma profundidade e comprimento de ramal, em três situações construtivas distintas em áreas pavimentadas, calçadas e em terreno natural. Os custos das ligações estão diretamente associados ao comprimento do ramal e às condições de pavimentos e passeios, de acordo com dados levantados em obra.

Palavras-chave: Ligação de água. Método destrutivo. Método não destrutivo.

Abstract

The purpose of this article is to contribute to a decision-making about the methods of execution on potential drinking water connections. Performed by monitoring the implementation works of water connections, budget worksheets for the conventional method, already widespread, and for the non-destructive method of deployment were prepared in the city of Palmas – TO. We attempted to identify, among the practices used for water connection system, the services required by the methods used by the local sanitation company such as the work conditions. In order to reduce the experimental error, it was taken ten water connections in simple water networks as samples at the same depth and length, in three different situations on paved areas, sidewalks and natural lots. The costs of connections are directly associated to the length of mains connections and the paved conditions, according to data taken from the construction work.

Keywords: Water connection. Destructive method. Non-destructive method.

¹ Resumo do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 23.10.2015, sob orientação do prof. Esp. Dênis Cardoso Parente, no Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), Palmas, TO, Brasil.

² Especialista em Direito e Gestão Ambiental pela Universidade SUDAMÉRICA, Goiânia, GO, Brasil. Bacharel em Engenharia de Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO e bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA). Professor nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA). E-mail: denisparente@yahoo.com.br

³ Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) e acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA). E-mail: rafaelramosdasilva@yahoo.com.br

1 Introdução

A execução de redes, sejam elas de água ou esgoto, geram uma série de transtornos, seja em sua fase de execução ou após a entrega das obras. Os problemas tendem a ser mais frequentes e prejudiciais no primeiro caso, haja vista que envolvem inconvenientes, como corte e reposição de pavimentos e passeios. Observa-se, na execução dessas redes, a degradação dos pavimentos, em virtude principalmente das falhas na intervenção e reposição dos trechos abertos (DEZOTTI, 2008).

Tomando como base esse contexto, é importante observar algumas outras vertentes, como o sistema de distribuição de água, que contempla uma variedade de serviços que devem ser apropriados e medidos. São as adutoras, redes primárias, redes secundárias e as ligações domiciliares.

Segundo Azambuja (2009), a implantação das redes e ramais de ligação de água acaba ocorrendo, após a execução da pavimentação e dos passeios, gerando custos de recuperação e comprometendo sua função estrutural e funcional.

Uma nova tecnologia, pouco difundida, é a execução de trechos de redes, ramais de ligações, substituições e desobstruções de redes pelo método não destrutivo. Tal método consiste na execução dos serviços, sem que haja a intervenção em pavimentos e passeios, ou seja, sem corte de asfalto e calçadas e sem abertura de valas (MASSARA; FAGÁ; UDAETA, 2007).

Palmas, capital do Tocantins, foi o cenário para o desenvolvimento desta pesquisa e, por se tratar de uma cidade jovem, encontra-se em processo de universalização dos sistemas de esgotamento sanitário e abastecimento de água. A concessionária dos referidos serviços prevê que, até o ano de 2017, cem por cento (100%) da população do Estado contará com água e esgoto tratados.

De forma mais específica, foi feito o acompanhamento dos serviços de execução dos ramais supracitados pelo método convencional e

pelo método não destrutivo, com o objetivo foi investigar e apresentar as principais características, aspectos construtivos, operacionais e custos dos dois métodos.

2 Referencial teórico

2.1 Método Destrutivo (MD)

Esse método é largamente utilizado na execução de redes subterrâneas e pode ser classificado como método tradicional. É um método que envolve mais serviços se comparado com o Método Não Destrutivo (MND).

A sua execução, também conhecido como método com abertura de trincheiras, envolve: escavações em toda a extensão da rede proposta, assentamento de tubulação na vala sobre um berço com materiais ideais, reaterro e compactação da vala. Em áreas pavimentadas, torna-se necessário, após a instalação da tubulação, a repavimentação dos trechos que sofreram intervenção (DEZOTTI, 2008).

A NBR 12266/92 estabelece diretrizes e condições exigíveis para projeto e execução de valas para assentamentos de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992). Segundo Dezotti (2008), a mesma norma determina basicamente que, para assentamentos das tubulações, podem ser consideradas as fases de sinalização, remoção do pavimento, abertura de vala, esgotamento, escoramento, assentamento, preenchimento da vala e recomposição do pavimento.

Mesmo sendo bastante utilizado há vários anos e, por isso, considerado confiável, por vezes, não é a forma de execução com uma melhor relação custo-benefício. As infraestruturas urbanas apresentam desvantagens para o método tradicional, pois causam congestionamentos, danos ao pavimento, impactos ambientais, em instalações e estruturas adjacentes. Dessa forma, pequenas obras acabam sendo inviabilizadas, devido aos altos custos sociais envolvidos nos problemas gerados (DEZOTTI, 2008).

Ainda, segundo Dezotti (2008), os métodos tradicionais praticamente não apresentaram desenvolvimento tecnológico nos últimos 50 anos. Os principais equipamentos utilizados para execução dos serviços são:

- retroescavadeiras;
- escavadeiras;
- valadoras;
- pás carregadeiras;
- compactadores;
- máquina de corte do pavimento;
- caminhões.

2.2 Método Não Destrutivo (MND)

O Método Não Destrutivo (MND) tem por definição a ciência referente à reparação, instalação e reforma de dutos, tubos e cabos subterrâneos, utilizando-se de técnicas que diminuem ou eliminem a necessidade de escavações. Podem reduzir os custos sociais, danos ao meio ambiente, como também, apresentar uma alternativa econômica para a instalação, reparo e reforma com vala a céu aberto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA, 2007).

A técnica tem despertado o interesse das empresas prestadoras de serviços em razão da diminuição transtornos provocados ao redor dos centros urbanos em comparação à abertura das valas a céu aberto. Essa vantagem pode repercutir em menor custo global, levando-se em conta que o uso do método tradicional de abertura de valas carece de mais tempo para a execução das obras, esforços destinados à sua abertura, ao rebaixamento do lençol freático em situações específicas, à compactação e à repavimentação dos trechos. Os custos relacionados podem representar setenta por cento (70%) do custo total da obra (CARVALHO, 2013).

A utilização dos métodos não destrutivos na expansão, manutenção ou implantação de redes subterrâneas é indicada preferencialmente para regiões urbanizadas, pois beneficia o processo de execução das redes de infraestrutura

com menores impactos ambientais à medida que avança.

De acordo com Drösemeyer (2004), a referida técnica apresenta diversas vantagens, tais como:

- diminuem a perturbação no tráfego, áreas congestionadas e áreas de trabalho;
- permitem o uso de caminhos previamente determinados providos pela tubulação existente, diminuindo os problemas de orientação e controle associado com novas rotas;
- necessitam de menores espaços subterrâneos, minimizando a necessidade de interferir em tubulações existentes e abandonadas;
- permitem a oportunidade de aumentar o diâmetro da tubulação sem abertura de valas.

Segundo a Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva (2007) e Dezotti (2008), os Métodos Não Destrutivos (MND) são divididos em três categorias principais: reparo e reforma, substituição in loco e instalação de novas redes.

2.2.1 Reparo e reforma

Estão compreendidos nessa categoria os métodos de restauração da integridade de tubulações com defeitos e que possuem estruturas subterrâneas, como também o prolongamento da vida útil. Os métodos se dividem em (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA, 2007):

- revestimento por inserção de novo tubo (*sliplining*);
- revestimento por inserção apertada de tubulação deformada (*close-fit lining*);
- revestimento por aspersão (*spray lining*);
- revestimento por inserção com cura in loco (*cured-in-place pipe*);
- reparos e vedações localizados.

As características de cada uma das modalidades acima compreendem desde o revestimento interno, com novas tubulações, até reparos pontuais estruturados ou não. Em razão

da necessidade de maiores espaços, tal técnica torna-se mais viável em redes com tubulações com maiores diâmetros.

2.2.2 Substituição

Esse método é aconselhável em redes, em que a situação estrutural não permite recuperação ou capacidade inadequada de serem trocadas, sem a necessidade de escavações, utilizando-se um sistema de substituição por arrebentamento *in loco* ou direta (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA, 2007).

De acordo com Suzuki *et al.* (2010), esse método é utilizado para substituição de uma rede existente por outra com o mesmo diâmetro ou superior. É feita, simultaneamente, com o arrebentamento ou destruição da rede existente, a instalação da nova rede.

O arrebentamento da rede é o sistema de substituição direto mais utilizado, onde uma ferramenta de percussão (geralmente um martelo modificado de percussão) ou um expansor hidráulico arrebenta a rede antiga, enquanto uma nova tubulação final é empurrada ou puxada em substituição, atrás da ferramenta (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA, 2007).

Por conta da expansão da rede antiga, faz-se necessário o desacoplamento das ligações de ramais e redes auxiliares, antes da execução do arrebentamento, assim como, a maioria das demais técnicas de substituição *in loco* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA, 2007).

Segundo Dezotti (2008), esse método tem a capacidade de fragmentar vários tipos de tubos, tais como: aço, ferro dúctil, ferro fundido, PVC, PEAD, cimento amianto, cerâmica, concreto e concreto armado.

2.2.3 Instalação de redes novas

Os serviços de instalações de novas redes surgiram na década de 60, na Polônia e na Rússia, pela primeira vez, utilizando

perfuratrizes por percussão. As primeiras aparelhagens eram pesadas para o tamanho do furo e, constantemente, apresentavam problemas como desvios consideráveis da trajetória objetivada ou perda da unidade no subsolo. A partir daí, as perfuratrizes por percussão passaram a ter uma precisão muito maior e são, hoje, os itens de escavação não destrutiva, com maior utilização no mercado, pois oferece soluções para uma enorme variedade de problemas de instalação, especialmente em distâncias curtas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA, 2007).

Essa técnica abrange um amplo campo de aplicações. Além de redes de água e gás, o método é usado para passagens de cabos elétricos, substituição de drenos, irrigação de jardins e outros. Trata-se de um método não dirigível, contudo, atualmente, são disponibilizados sistemas dirigíveis no mercado. Essa cravação de tubo por percussão dirigível tem a capacidade de executar perfurações em caminhos curvos, aumentando dessa forma a aplicação do método (DEZOTTI, 2008).

A perfuração por percussão (*impact moling*) consiste na criação de um furo pelo uso de uma ferramenta compreendida por um martelo de percussão, normalmente, em forma de torpedão, inserido dentro de uma carcaça cilíndrica. O martelo pode ser pneumático ou hidráulico. Na sua execução, o solo é comprimido e não removido. Um tubo pode ser puxado ou introduzido imediatamente atrás da ferramenta de perfuração por percussão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA, 2007).

O funcionamento básico dos sistemas de perfuração por percussão consiste na ação alternativa do martelo de acionamento pneumático ou hidráulico dentro da carcaça cilíndrica de aço. O pistão é acionado para frente e, ao bater na extremidade dianteira da unidade, transmite energia cinética para a carcaça, fazendo com que ela avance (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA, 2007).

Pelo fato dessa escavação ser geralmente não direcional, a técnica é mais adequada para perfurações com diâmetros menores. Os diâmetros variam de quarenta e cinco (45) a duzentos milímetros (200 mm), dependendo do tubo ou cabo a ser instalado. Devido às restrições de compactação do solo e a necessidade de minimizar ou eliminar a superfície rochosa, uma regra amplamente aceita para instalações por percussão é que deve haver pelo menos um metro (1 m) de profundidade para cada cem milímetros (100 mm) de diâmetro da ferramenta. Apesar dessa limitação, pode ser um método muito eficaz em termos de custos de instalação de pequenas e médias tubulações, dutos e cabos para uma ampla gama de setores, incluindo o gás, eletricidade, água e telecomunicações (THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY, 2015).

2.3 Orçamentação das obras de extensão de ramal

Orçamento é a soma de todos os custos de uma obra, custos que são compostos basicamente de insumos do tipo: materiais, mão de obra, verbas, leis sociais e benefício e despesas indiretas, que são definidos oportunamente.

Na parte orçamentária, estimam-se os recursos necessários para a implantação de um empreendimento na construção civil. É no orçamento também que os critérios de execução devem ser levados em consideração.

Segundo Valente (2003), o orçamento proporciona o diagnóstico preliminar da viabilidade financeira dos investimentos em cada projeto, podendo ser elaborado de várias formas, conforme a metodologia aplicada para sua obtenção.

Cordeiro (2007) afirma que o orçamento é uma peça básica no planejamento e, a partir dele, é possível fazer:

- análise de viabilidade econômico-financeira do empreendimento;
- levantamento de materiais e de serviços;
- levantamento do número de operários para cada etapa de serviços;

- cronograma físico ou de execução da obra, bem como o cronograma financeiro;
- acompanhamento sistemático da aplicação de mão-de-obra e materiais para cada etapa de serviço;
- controle da execução da obra.

Elaborar um orçamento é uma tarefa séria, que pode resultar em lucro ou prejuízo para a empresa.

2.3.1 Custos de implantação de redes e ramais de abastecimento

O custo de implantação de uma rede de distribuição pressurizada está associado ao diâmetro, ao tipo de material das tubulações dimensionadas e às características do ambiente físico, onde serão executadas as obras, escavações, reaterros, compactações e transporte da matéria escavada.

Dentre os serviços com maior representatividade no custo global, têm-se:

- escavação, reaterro e compactação de vala;
- carga, transporte e descarga de material para bota-fora;
- assentamento de tubulação;
- ligação domiciliar;
- remoção e reposição de pavimento, bem como o transporte e descarga.

Alguns outros itens são intrínsecos a determinadas necessidades, ou seja, nem sempre surgem como custo direto, relacionado ao sistema de distribuição, como passadiço de madeira, esgotamento de valas, através de bombeamento, escoramento de valas e rebaixamento de lençol freático.

As ligações de água, objeto de estudo deste trabalho, podem ser orçadas de forma detalhada, através da apropriação de todos os serviços e insumos necessários para composição do custo por unidade ou são disponibilizados por algumas fontes, como o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

3 Materiais e métodos

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória que, normalmente, assume a forma de pesquisa bibliográfica ou Estudo de Caso.

Foram levantados custos gerados pela instalação de ramais de ligação de água tratada na cidade de Palmas – TO, pelo método não destrutivo e realizado um comparativo com o método destrutivo convencionalmente utilizado. Não foi tomada como objeto de estudo uma determinada rede ou ramal de ligação de água, houve a identificação, por meio do cadastro das redes, das ligações que apresentassem o mesmo comprimento de ramal e as mesmas situações executivas em obra. Durante o período de seis (6) meses, as frentes de serviços em atividade de implantação das referidas ligações foram acompanhadas de julho a dezembro de 2015.

Os sistemas de ramais foram caracterizados quanto a sua extensão, observando-se junto ao setor de planejamento e obras da concessionária de abastecimento, a forma de elaboração dos projetos e disposição das redes secundárias, diretamente ligadas aos medidores dos clientes (hidrômetros).

Para o acompanhamento dos métodos de execução das ligações, foram utilizadas ferramentas, como cronômetro digital profissional, para a tomada de tempo dos serviços executados, diastímetro de trena metálica, com comprimento máximo de vinte metros (20 m), para determinação de comprimento dos ramais, volume de material escavado e áreas de passeios e pavimentos recortados e recompostos.

A figura 1 ilustra o corte longitudinal de uma ligação, tomada como exemplo, que demonstra o posicionamento da rede secundária, do ramal, trechos de passeio e em pavimento.

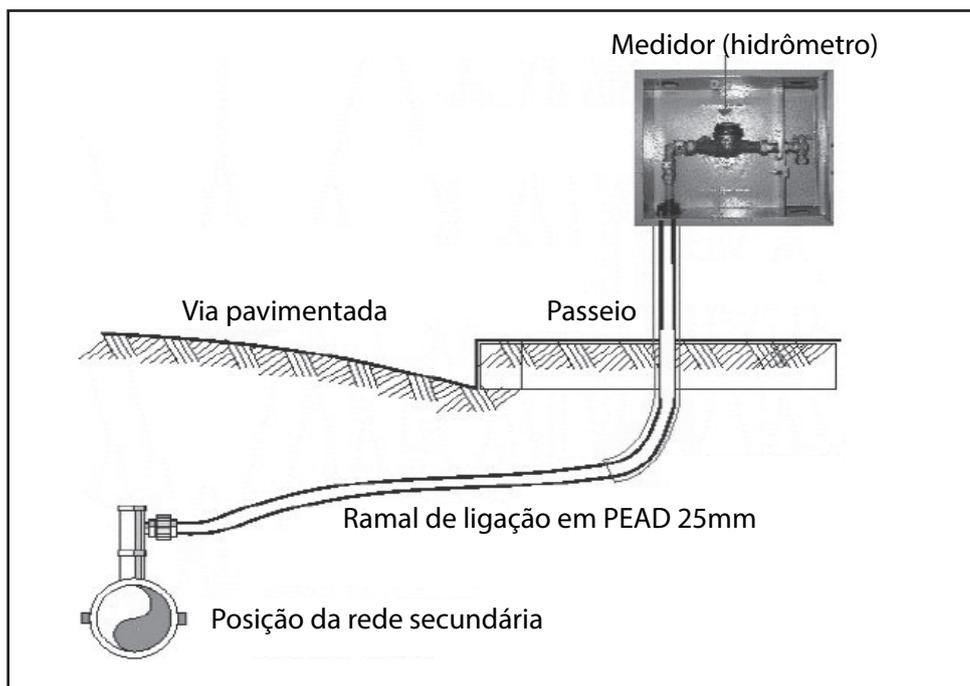


Figura 1 - Vista de ligação instalada
Fonte: Os autores (2015).

O comprimento do ramal, a profundidade das redes, associados à área de seção transversal das valas, detalhada na figura 2, subsidiam o

levantamento do quantitativo de serviços, como movimentação de terra, áreas de passeios e pavimentos cortados e recompostos.

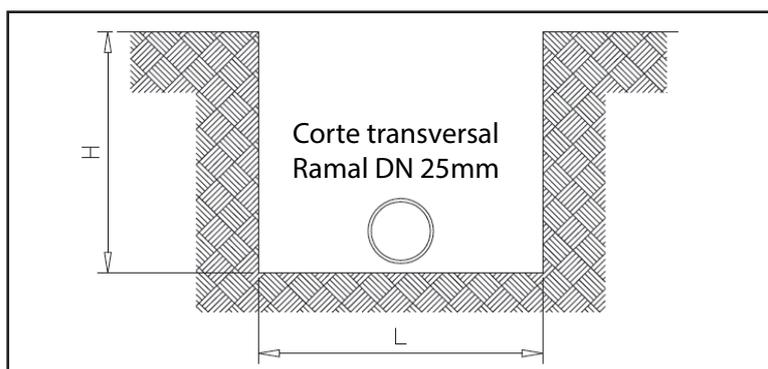


Figura 2 - Corte transversal de vala para ramal de ligação
Fonte: Os autores (2015).

Os referidos quantitativos de serviços, para o método destrutivo, foram levantados da seguinte forma:

- O volume de escavação foi obtido, através do produto do comprimento do ramal, pela área da seção da vala;
- O acerto e apiloamento de fundo de vala é resultado da área de fundo, ou seja, comprimento do ramal pela largura da vala;
- O volume de reaterro é a quantidade de material escavado, que volta para vala, após o assentamento da tubulação. Compreende todo o volume escavado, haja vista que o diâmetro do tubo utilizado é muito pequeno – vinte e cinco milímetros (25 mm).

Os quantitativos de serviços, referentes a cortes e recomposições de passeios e pavimentos,

também para o método destrutivo, foram levantados, conforme a metodologia a seguir:

- As áreas de pavimento e passeio a serem recortadas foram obtidas, através do produto do comprimento do ramal de ligação, pela largura da vala.

Como o processo de instalação pelo método não destrutivo não prevê a abertura de valas mais longas, há apenas a prévia abertura de uma trincheira, para introdução e direcionamento da haste guia do medidor domiciliar, até o colar de tomada da rede de distribuição, também sondado previamente. A figura 3 traz o detalhamento em corte para o levantamento de quantitativo dos serviços.

A movimentação de terra, em menor volume, corresponde ao produto das áreas das aberturas pelas profundidades. Os cortes e recomposições de passeios e pavimentos também correspondem às referidas áreas de abertura.

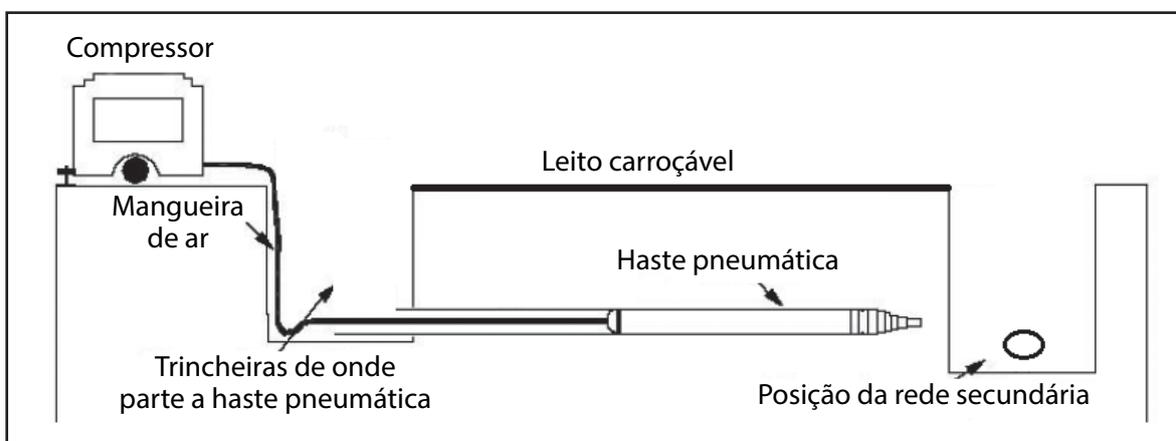


Figura 3 - Corte com detalhamento da execução do método não destrutivo
Fonte: Os autores (2015).

Haja vista que as redes duplas, ou seja, executadas nos passeios, inviabilizam a abertura de trincheiras, para a introdução da haste pneumática da perfuratriz, utilizada no método não destrutivo, somente as ligações simples e com comprimento de ramal mínimo de dois metros (2 m) foram tomadas como amostras.

Como parcelas experimentais, foram

observadas as execuções de ligações em redes simples, separadas em grupos, com características idênticas de implantação, ou seja, ligações em terreno natural, em trechos pavimentados, em passeios calçados e com mesma profundidade. A tabela 1 mostra as parcelas de ligações executadas em terreno calçado e pavimentado, totalizando 30 ligações.

Tabela 1 - Ligações em trechos pavimentados e calçados

	Trecho em pavimento asfáltico (m)	Trecho em passeio (m)	Trecho em terreno natural (m)	Total de ligações (und)
Ligação - ramal de dois metros (2 m)	0,50	1,50	-	10,0
Ligação - ramal de três metros (3 m)	1,50	1,50	-	10,0
Ligação - ramal de quatro metros (4 m)	2,50	1,50	-	10,0

Fonte: Os autores (2015).

A mesma quantidade de ligações e as características, referentes ao comprimento e às situações

construtivas, para execução dos serviços em terreno natural seguem detalhadas na tabela 2.

Tabela 2 - Ligações em terreno natural

	Trecho em pavimento asfáltico (m)	Trecho em passeio (m)	Trecho em terreno natural (m)	Total de ligações (und)
Ligação - ramal de dois metros (2 m)	-	-	2,0	10,0
Ligação - ramal de três metros (3 m)	-	-	3,0	10,0
Ligação - ramal de quatro metros (4 m)	-	-	4,0	10,0

Fonte: Os autores (2015).

A apropriação dos serviços deu fundamentação aos custos unitários empregados em todos os processos e, conseqüentemente, o custo por unidade de ligação executada, tomando como referência os custos unitários, praticados pela concessionária local em sua tabela de preço e, com base nos orçamentos elaborados, foi apresentado um comparativo financeiro entre os métodos.

O custo final por ligação foi obtido pela média simples entre os quantitativos de cada serviço das dez (10) ligações para cada situação especificada. Como as profundidades e os comprimentos dos trechos pavimentados e calçados foram previamente selecionados, através do cadastro das redes, o controle sobre os possíveis desvios garantiu a minimização do erro experimental.

4 Resultados e discussões

4.1 Caracterização do sistema de abastecimento

Hoje, a rede de abastecimento de água, existente em Palmas, abrange toda a área

urbana e sua extensão, por localidade, pode ser observada na tabela 3, sendo a extensão total da rede da ordem de 1.460.095 m, contemplando adutoras, redes primárias e secundárias.

Tabela 3 – Extensão de rede de abastecimento de água no município de Palmas

Localidade	Extensão da rede (m)
Sede (região central + sul)	1.341.090
Distrito de Taquaruçu	28.960
Distrito de Buritirana	28.930
Total	1.398.980

Fonte: Palmas (2015).

As redes secundárias são as redes diretamente ligadas aos medidores domiciliares e podem ser simples, em uma única linha, passando pelo leito carroçável, ou duplas, com uma linha em cada passeio. Oitenta por cento (80%) das redes secundárias de Palmas são duplas, ou seja, atendem os dois lados das ruas pelo passeio.

O sistema de abastecimento de água atende noventa e nove por cento (99%) da população de ambas as regiões, as ligações são cem por cento (100%) hidrometradas e o número de hidrômetros (apresentado na tabela 2), responsáveis pela medição do consumo existente nas ligações de água, é de 83.307 unidades em 2015, sendo 43.005 unidades na região central e de cinquenta e dois por cento (52%) e 40.302 unidades na região sul é de quarenta e oito por cento (48%).

4.2 Análise financeira em trechos calçados e pavimentados

As ligações de água em Palmas são executadas de forma convencional, em sua maioria, ou seja, as valas são locadas e abertas de forma mecânica com o auxílio de retroescavadeiras e as intervenções necessárias em pavimento e passeio são feitas simultaneamente (FOZ/SANEATINS, 2014).

Tal fato se deve ao grande percentual de ligações duplas executadas em Palmas. As redes, executadas nos passeios dos dois lados do arruamento, por estarem muito próximas dos medidores, inviabilizam a utilização da perfuratriz pneumática. As figuras 4 e 5 ilustram o processo de execução dos ramais pelo método convencional ou destrutivo.



Figura 4 - Abertura de vala com retroescavadeira
Fonte: Os autores (2015).



Figura 5 - Extensão de ramal em PEAD da rede ao hidrômetro
 Fonte: Os autores (2015).

A metodologia adotada para a execução das ligações pelo método não destrutivo, na cidade de Palmas, é a perfuração por percussão que consiste na criação de uma abertura subterrânea pelo uso de uma ferramenta compreendida por um martelo de percussão, normalmente em forma de torpedo, inserido dentro de uma carcaça cilíndrica.

O referido método ainda se apresenta insipiente no mercado, ainda em fase de adequação às necessidades dos clientes e da concessionária local e tem como principal característica a redução dos serviços de cortes e recomposição de pavimento e passeio. As figuras 6 e 7 ilustram o processo de execução de ramais pelo método não destrutivo.



Figura 6 - Posicionamento da rede e do hidrômetro de ligação
 Fonte: Os autores (2015).

As duas técnicas contemplam serviços que aqui foram divididos em dois grupos, a parte civil e a parte hidráulica da obra, de forma a favorecer a identificação dos itens que fazem a diferenciação dos custos dos métodos em estudo.

O que se percebe é que a parte hidráulica,

para um mesmo comprimento de ramal, em cada um dos métodos, não diferem entre si, haja vista que o comprimento dos ramais é determinado pela posição da rede com relação ao hidrômetro, e as tubulações, conexões e peças hidráulicas são as mesmas, independente do método adotado.



Figura 7 - Encanador lançando haste de perfuratriz, através do furo de sondagem
Fonte: Os autores (2015).

Nos serviços de instalação dos ramais, tem-se o maior percentual de diferença entre os custos. A abertura de valas, a intervenção em asfalto e passeios calçados são os insumos com maior representatividade financeira no custo global dos ramais.

A tabela 4 traz o orçamento sintético da execução de um ramal de ligação com 4,0 metros de comprimento, pelo método destrutivo e não destrutivo, considerando passeios calçados em concreto e ruas e avenidas com pavimento asfáltico.

Tabela 4 – Custo por grupos de serviços para execução de quatro metros (4 m) de ligação pelo método destrutivo e não destrutivo

Item	Descrição	Custo/grupo de serviços (R\$) (método destrutivo)	Custo/grupo de serviços (R\$) (método não destrutivo)
01	Ligações domiciliares		
01.01	Serviços preliminares	R\$ 6,28	R\$ 6,28
01.02	Movimento de terra	R\$ 48,89	R\$ 68,53
01.03	Remoção / reposição de passeio	R\$ 51,27	R\$ 34,18
01.04	Remoção / reposição de pavimento	R\$ 56,83	R\$ 37,87
01.05	Material hidráulico	R\$ 142,72	R\$ 142,72
	Total	R\$ 305,99	R\$ 289,23

Fonte: Os autores (2015).

Cada um dos itens da tabela 4 contempla um grupo de serviços (composições unitárias de custo), com seus respectivos custos unitários, base FOZ/SANEATINS, associados ao quantitativo levantado em obra. As tabelas 5 e 6 trazem, de forma detalhada, todos esses serviços, bem como os quantitativos médios levantados e custos unitários para as ligações com ramais de quatro metros (4,0 m).

Os itens: serviços preliminares, movimentação de terra, remoção e reposição de passeio e pavimento representam cinquenta e três por cento (53%) do custo da ligação pelo método destrutivo, são os itens referentes à obra civil, serviços que precedem a instalação de toda a parte hidráulica. A figura 8 apresenta esse percentual financeiro da parte hidráulica e civil da obra.

Tabela 5 – Orçamento analítico de ligação com ramal de quatro metros (4 m), implantada pelo método não destrutivo

Item	Descrição	Und.	Qtd.	Custo/ Und. (R\$)	Total
01	Ligações domiciliares				
01.01	Serviços preliminares				6,28
01.01.01	Mobilização e desmobilização de equipamento	vb	1,0	6,28	
01.02	Movimento de terra				68,53
01.02.01	Escavação manual de valas em terra/cascalho até dois metros (2,0 m)	m ³	1,84	17,93	32,99
01.02.02	Perfuração subterrânea com perfuratriz (método não destrutivo)	m	4,0	2,69	10,76
01.02.03	Reaterro c/ compactador tipo sapo em camadas de vinte centímetros (20 cm)	m ³	1,84	12,02	22,12
01.02.04	Acerto de fundo de vala sem compactação (obras civis)	m ²	1,60	1,66	2,66
01.03	Remoção / reposição de passeio				34,18
01.03.01	Demolição de concreto simples, inclusive carga manual	m ²	0,06	124,66	6,98
01.03.02	Reposição de calçada, em concreto	m ²	0,80	33,45	26,76
01.03.03	Transporte e descarga de material para bota fora	m ³ /km	0,78	0,56	0,44
01.04	Remoção / reposição de pavimento				37,87
01.04.01	Corte manual de pavimento asfáltico	m ²	0,80	10,84	8,67
01.04.02	Imprimação e aplicação de pavimento em pmf	m ²	0,80	35,36	28,29
01.04.03	Carga manual (material em geral) sem manuseio e arrumação do material	m ³	0,80	5,96	0,47
01.04.04	Transporte e descarga de material para bota fora	m ³ /km	0,78	0,56	0,44
01.05	Material hidráulico				142,72
01.05.01	Registro broca PP c/adap. NTS 178 20 mm	un	1,0	9,61	9,61
01.05.02	Tubo polietileno PE 80 DN 20 x 3.0 mm - azul	m	4,0	1,34	5,37
01.05.03	Adaptador PEAD PP PN 16 20 mm x 3/4" nts 179	un	1,0	2,81	2,81
01.05.04	Kit cavalete PVC (azul) 3/4"	un	1,0	18,70	18,70
01.05.05	Adesivo plástico p/PVC - bisnaga 75 g	un	1,0	4,73	4,73
01.05.06	Colar tomada PP DN 50 mm x 3/4" trava	un	1,0	5,02	5,02
01.05.06	Caixa aço galv. p/ 1 hidrômetro – 436 x 381 x 118 mm	un	1,0	93,18	93,18
01.05.07	Fita veda rosca 18 mm x 50 m	un	1,0	3,30	3,30
	Total geral:				R\$ 289,23

Fonte: Os autores (2015).

Tabela 6 – Orçamento analítico de ligação com ramal de quatro metros (4 m), implantada pelo método destrutivo

Item	Descrição	Und.	Qtd.	Custo/ Und. (R\$)	Total
01	Ligações domiciliares				
01.01	Serviços preliminares				6,28
01.01.01	Mobilização e desmobilização de equipamento	vb	1,0	6,28	
01.02	Movimento de terra				48,53
01.02.01	Escavação manual de valas em terra/cascalho até dois metros (2 m)	m ³	1,34	17,93	32,99
01.02.02	Escavação mecânica em terra/cascalho até dois metros (2 m)	m ³	0,58	8,23	10,76
01.02.03	Reaterro c/ compactador tipo sapo em camadas de vinte (20 cm)	m ³	1,34	12,02	22,12
01.02.04	Acerto de fundo de vala sem compactação (obras civis)	m ²	2,40	1,66	2,66
01.03	Remoção / reposição de passeio				51,27
01.03.01	Demolição de concreto simples, inclusive carga manual	m ²	0,08	124,66	10,47
01.03.02	Reposição de calçada, em concreto	m ²	1,20	33,45	40,14
01.03.03	Transporte e descarga de material para bota fora	m ³ /km	1,18	0,56	0,66
01.04	Remoção / reposição de pavimento				56,83
01.04.01	Corte manual de pavimento asfáltico	m ²	1,20	10,84	13,01
01.04.02	Imprimação e aplicação de pavimento em pmf	m ²	1,20	35,36	42,43
01.040.03	Carga manual (material em geral) sem manuseio e arrumação do material	m ³	0,12	5,96	0,72
01.04.04	Transporte e descarga de material para bota fora	m ³ /km	1,20	0,56	0,67
01.05	Material hidráulico				142,72
01.05.01	Registro broca PP c/adap. NTS 178 20 mm	un	1,0	9,61	9,61
01.05.02	Tubo polietileno PE 80 DN 20 x 3.0 mm - azul	m	4,0	1,34	5,37
01.05.03	Adaptador PEAD PP PN 16 20 mm x 3/4" nts 179	un	1,0	2,81	2,81
01.05.04	Kit cavalete PVC (azul) 3/4"	un	1,0	18,70	18,70
01.05.05	Adesivo plástico p/PVC - bisnaga 75 g	un	1,0	4,73	4,73
01.05.06	Colar tomada PP DN 50 mm x 3/4" trava	un	1,0	5,02	5,02
01.05.06	Caixa aço galv. p/ 1 hidrômetro – 436 x 381 x 118 mm	un	1,0	93,18	93,18
01.05.07	Fita veda rosca 18 mm x 50 m	un	1,0	3,30	3,30
	Total geral:				R\$ 305,99

Fonte: Os autores (2015).

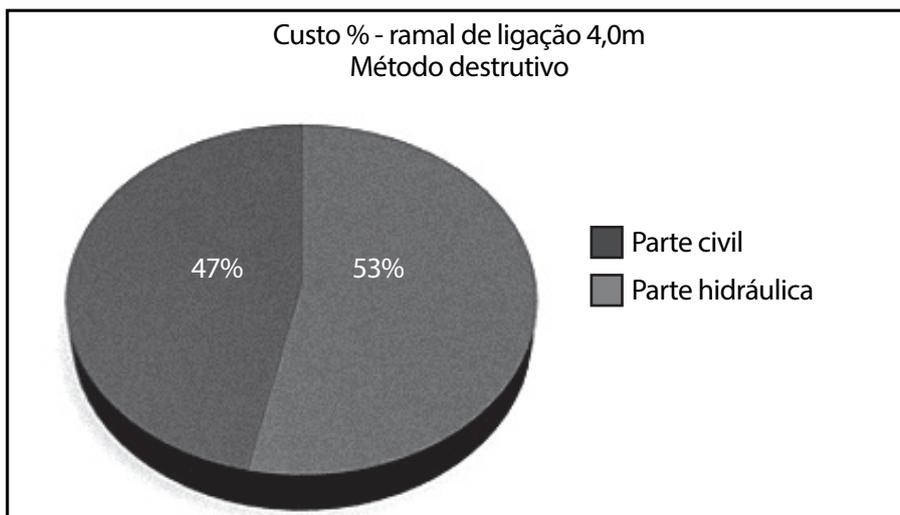


Figura 8 - Percentual do custo por grupo de serviços para execução de ramal de ligação pelo método destrutivo
Fonte: Os autores (2015).

O que se pôde observar é que os itens referentes à parte civil da obra, serviços preliminares, movimentação de terra, remoção e recomposição e pavimento e passeio, pelo método não destrutivo representam cinquenta e

um por cento (51%) do custo global da ligação, conforme figura 9, enquanto o custo referente à parte hidráulica não sofre alteração, haja vista que as peças, tubulações e conexões são as mesmas para ambos os métodos.

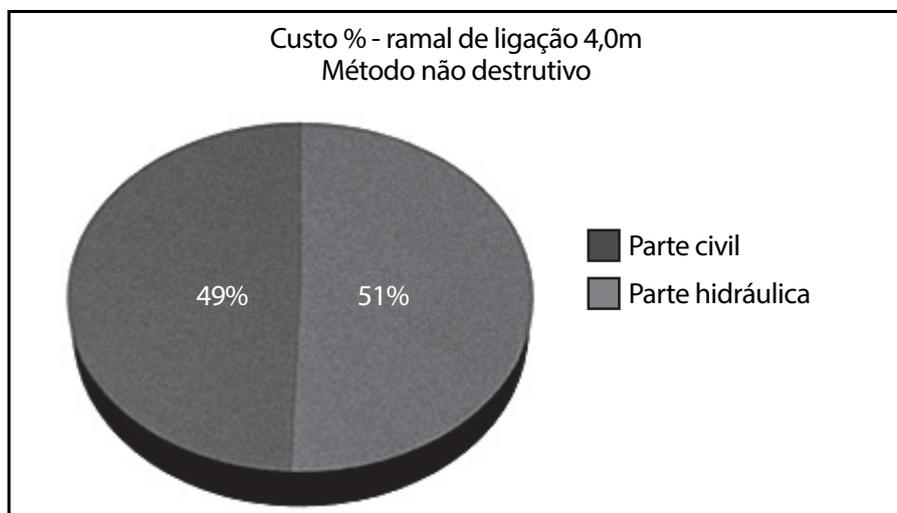


Figura 9 - Percentual do custo por grupo de serviços para execução de ramal de ligação pelo método não destrutivo
Fonte: Os autores (2015).

A diminuição no custo de uma ligação executada pelo método não destrutivo pode ser facilmente explicada, observando-se o quantitativo dos serviços de corte e recomposição de pavimento e passeios. Enquanto o

método convencional ou destrutivo consiste na abertura de valas ao longo de todo o comprimento do ramal, o método não destrutivo mantém esse quantitativo constante, ou seja, são feitas aberturas em apenas dois pontos,

uma na rede e outra no hidrômetro, o ramal é implantado de forma subterrânea de um ponto ao outro (figura 3).

A figura 10 apresenta resultados superiores de custos da execução de ligações não

destrutivas (MND), a partir de um comprimento de quatro metros (4 m) de ramal, ou seja, as ligações com ramais, com comprimentos iguais ou superiores a quatro metros (4 m), apresentam maior custo de execução.

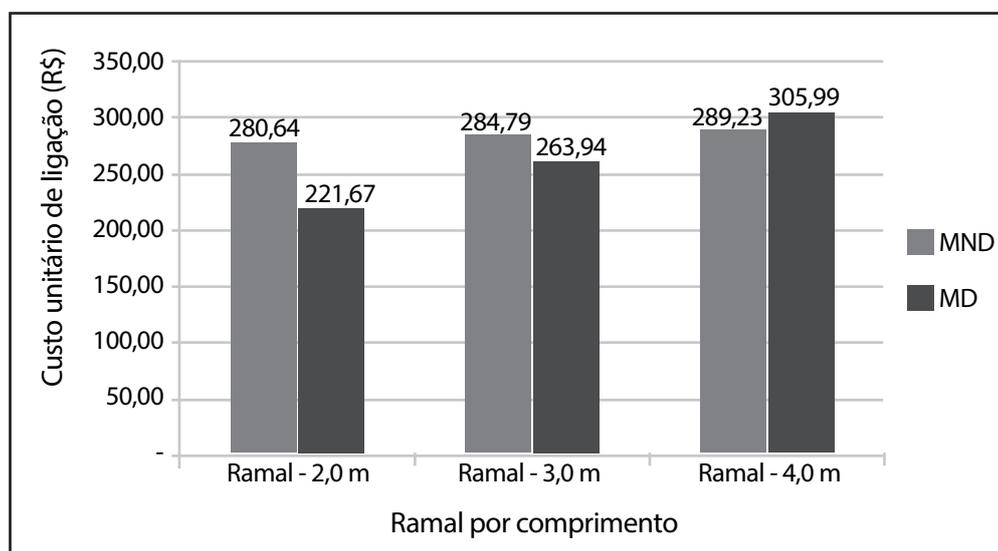


Figura 10 – Custo unitário das ligações executadas em cada um dos métodos, em trechos calçados e pavimentados
Fonte: Os autores (2015).

4.2 Análise financeira em trechos em terreno natural

As ligações executadas em terreno natural, sem qualquer tipo de passeio e pavimento, apresentaram uma diminuição expressiva do custo da parte civil das obras. Isso se deve a supressão

dos itens de corte e recomposição de passeio e pavimento. A tabela 7 traz o orçamento sintético da execução de um ramal de ligação com quatro metros (4 m) de comprimento pelo método destrutivo e não destrutivo, em áreas sem passeios calçados em concreto e sem pavimento asfáltico.

Tabela 7 – Custo por grupos de serviços para execução de quatro metros (4 m) de ligações pelo método destrutivo e não destrutivo

Item	Descrição	Custo/grupo de serviços (R\$) (método destrutivo)	Custo/grupo de serviços (R\$) (método não destrutivo)
01	Ligações domiciliares		
01.01	Serviços preliminares	R\$ 6,28	R\$ 6,28
01.02	Movimento de terra	R\$ 48,89	R\$ 68,53
01.03	Material hidráulico	R\$ 142,72	R\$ 142,72
	Total	R\$ 197,89	R\$ 217,53

Fonte: Os autores (2015).

Os orçamentos analíticos de duas ligações com ramais de quatro metros (4 m) em terreno natural encontram-se detalhados nas tabelas 8 e 9 e o que

se percebe é que os custos advindos de intervenções em passeios e pavimentos podem encarecer o custo de uma ligação instalada pelo método destrutivo.

Tabela 8 – Orçamento analítico de ligação com ramal de quatro metros (4 m) implantada pelo método destrutivo

Item	Descrição	Und.	Qtd.	Custo/ Und. (R\$)	Total
01	Ligações domiciliares				
01.01	Serviços preliminares				6,28
01.01.01	Mobilização e desmobilização de equipamento	vb	1,0	6,28	
01.02	Movimento de terra				68,53
01.02.01	Escavação manual de valas em terra/cascalho até dois metros (2 m)	m ³	1,34	17,93	32,99
01.02.02	Escavação mecânica em terra/cascalho até dois metros (2 m)	m ³	0,58	8,23	10,76
01.02.03	Reaterro c/ compactador tipo sapo em camadas de vinte centímetros (20 cm)	m ³	1,34	12,02	22,12
01.02.04	Acerto de fundo de vala sem compactação (obras civis)	m ²	2,40	1,66	2,66
01.03	Material hidráulico				142,72
01.03.01	Registro broca pp c/adap. NTS 178 20 mm	un	1,0	9,61	9,61
01.03.02	Tubo polietileno PE 80 DN 20 x 3.0 mm - azul	m	4,0	1,34	5,37
01.03.03	Adaptador PEAD PP PN 16 20 mm x 3/4" nts 179	un	1,0	2,81	2,81
01.03.04	Kit cavalete PVC (azul) 3/4"	un	1,0	18,70	18,70
01.03.05	Adesivo plástico p/PVC - bisnaga 75 g	un	1,0	4,73	4,73
01.03.06	Colar tomada PP DN 50 mm x 3/4" trava	un	1,0	5,02	5,02
01.03.06	Caixa aço galv. p/ 1 hidrômetro - 436x381x118 mm	un	1,0	93,18	93,18
01.03.07	Fita veda rosca 18 mm x 50 m	un	1,0	3,30	3,30
	Total geral:				R\$ 304,97

Fonte: Os autores (2015).

Tabela 9 – Orçamento analítico de ligação com ramal de quatro metros (4 m), implantada pelo método não destrutivo

Item	Descrição	Und.	Qtd.	Custo/ Und. (R\$)	Total
01	Ligações domiciliares				
01.01	Serviços preliminares				6,28
01.01.01	Mobilização e desmobilização de equipamento	vb	1,0	6,28	
01.02	Movimento de terra				68,53
01.02.01	Escavação manual de valas em terra/cascalho até dois metros (2 m)	m ³	1,84	17,93	32,99
01.02.02	Perfuração subterrânea com perfuratriz (método não destrutivo)	m	4,0	2,69	10,76

01.02.03	Reaterro c/ compactador tipo sapo em camadas de vinte centímetros (20 cm)	m ³	1,84	12,02	22,12
01.02.04	Acerto de fundo de vala sem compactação (obras civis)	m ²	1,60	1,66	2,66
01.03	Material hidráulico				142,72
01.03.01	Registro broca PP c/adap. NTS 178 20 mm	un	1,0	9,61	9,61
01.03.02	Tubo polietileno PE 80 DN 20 x 3.0 mm - azul	m	4,0	1,34	5,37
01.03.03	Adaptador PEAD PP PN 16 20 mm x 3/4" nts 179	un	1,0	2,81	2,81
01.03.04	Kit cavalete PVC (azul) 3/4"	un	1,0	18,70	18,70
01.03.05	Adesivo plástico p/PVC - bisnaga 75 g	un	1,0	4,73	4,73
01.03.06	Colar tomada PP DN 50 mm x 3/4" trava	un	1,0	5,02	5,02
01.03.06	Caixa aço galv. p/ 1 hidrômetro - 436x381x118 mm	un	1,0	93,18	93,18
01.03.07	Fita veda rosca 18 mm x 50 m	un	1,0	3,30	3,30
Total geral:					R\$ 288,92

Fonte: Os autores (2015).

Quando não há a necessidade de supressão e recomposição de calçada e asfalto, o que se percebe é uma regularidade nas comparações de custos, ou seja, o método destrutivo mantém-se abaixo em ambos os comprimentos de ramais. A figura 11 apresenta resultados superiores de custos da execução de ligações não destrutivas (MND), a partir de um comprimento de dois metros (2 m) de ramal, ou seja, as ligações com ramais com comprimentos iguais ou superiores a dois metros (2 m) apresentam maior custo de execução.

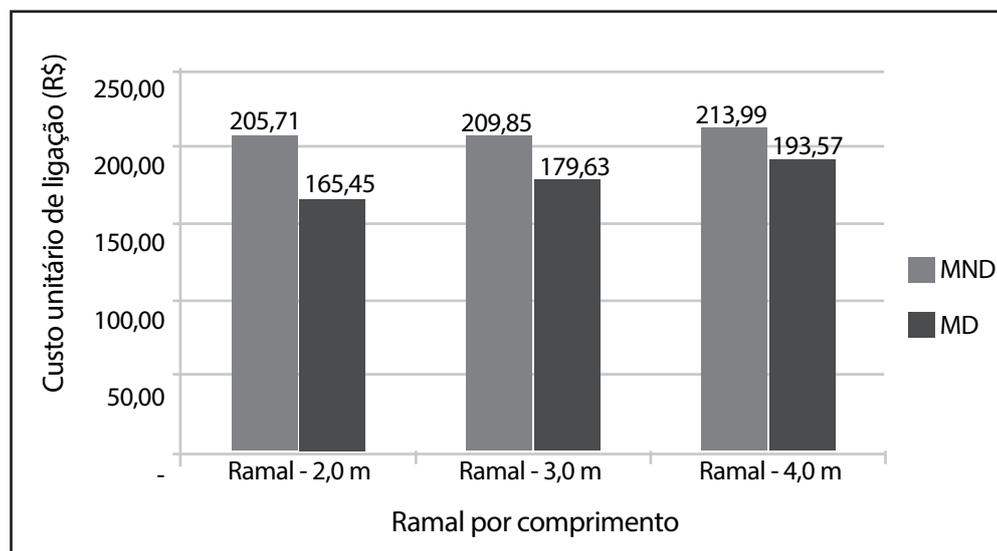


Figura 11 – Custos unitários das ligações executadas em cada um dos métodos, em trechos sem calçamento e sem pavimento
Fonte: Os autores (2015).

Independente do comprimento do ramal, os custos de movimentação de terra e material hidráulico não suplantaram o custo de perfuração subterrânea do método não destrutivo.

5 Conclusão

De uma forma global, oitenta por cento (80%) das ligações da cidade em estudo são atendidas por redes duplas, conforme dados fornecidos pela concessionária, o que implica em ramais mais curtos e fora do leito carroçável. Redes assentadas no passeio inviabilizam a utilização do método não destrutivo, que demanda de maiores extensões para introdução das hastes pneumáticas de perfuração subterrânea.

Tratando-se da adoção de um método ou outro, ou seja, execução de ligações pelo método destrutivo ou não destrutivo, havendo a intervenção em pavimento e passeios, na primeira situação, haverá maior superfície cortada e maior volume de material a ser transportado. Isso se for comparado ao segundo método citado.

Cabe lembrar ainda, que o custo da ligação está diretamente ligado ao comprimento do ramal e às condições das vias e passeios. Vias pavimentadas e passeios calçados, associados a maiores comprimentos de ramais, resultam em mais movimentação de terra, mais corte e recomposição de asfalto e calçadas, implicando maior custo por unidade de ligação.

Por outro lado, a utilização de ramais mais curtos, em trechos sem pavimento e sem calçadas, podem não viabilizar a prática de execução de ligações pelo método não destrutivo, em razão da supressão dos serviços com maior representatividade de custo, o corte e recomposição de pavimento e passeio.

Em situações de terreno natural, ou seja, sem calçamento e sem pavimento, os custos pelo método não destrutivo apresentam-se sempre acima dos custos referentes à metodologia destrutiva. Lançar mão da execução de redes e ligações sem valas não seria economicamente viável em locais sem pavimento e passeio.

Para a situação de Palmas, onde oitenta por cento (80%) das redes secundárias de abastecimento são duplas, ou seja, todas executadas nos passeios em ambos os lados das vias, a técnica de instalação de ligações potenciais,

ou seja, em atendimento ao usuário, pelo processo não destrutivo, torna-se inviável. A falta de espaço para abertura de trincheiras e para a mobilização e desmobilização do equipamento para a perfuração subterrânea, acaba inviabilizando sua utilização.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12266**: projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana – procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA. **Diretrizes dos métodos não destrutivos**. São Paulo, 2007.

AZAMBUJA, A. R. **Pavimento asfáltico: análise de patologias na repavimentação de trechos devido a redes de esgoto sanitário**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CARVALHO, C. Com recursos do PAC, Prefeitura de São Bernardo do Campo melhora as condições de moradia em áreas de risco. **Infraestrutura Urbana**, São Paulo, n. 27, jun. 2013.

CORDEIRO, F. R. F. S. **Orçamento e controle de custos na construção civil**. 2007. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

DEZOTTI, M. C. **Análise da utilização de métodos não-destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infra-estruturas urbanas subterrâneas**. 2008. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DRÖSEMAYER, A. **Contribuição ao estudo da execução de túneis em “pipe jacking”**. 2004. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

FOZ/SANEATINS. 2014. Disponível em: < <http://www.fozsaneatins.com.br>>. Acesso em: 1º maio 2015.

MASSARA, V.; FAGÁ, M.; UDAETA, M. A importância do método não destrutivo na implantação de redes de gás natural em cidades consolidadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS, 4., 2007, Campinas. **Anais...** Natal: Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás, 2007.

PALMAS. Secretaria Municipal de Assuntos Jurídicos. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Palmas, 2015.

SUZUKI, C. Y. *et al.* **Aplicação de método não destrutivo do tipo pipebursting para**

substituição de linha de recalque de esgoto sanitário: estudo de caso da Estação Elevatória de Esgoto Riviera. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2010.

THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY. **Close-fit slip lining**. 2015. Disponível em: <http://www.istt.com/guidelines/close-fit-slip-lining>. Acesso em: 11 abr. 2015.

VALENTE, M. L. M. G. **Gestão estratégica e otimização de custos de produção**: a experiência da COHAB/PA na provisão de infraestrutura urbana em assentamentos habitacionais da RMB. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

