

## COMPARATIVO DE CUSTO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA PELOS MÉTODOS DESTRUTIVO (MD) E NÃO DESTRUTIVO (MND): ESTUDO PARA A CIDADE DE PALMAS – TO

**EDILAINE REGINA PEREIRA,  
AURÉLIO PESSOA PICANÇO,  
DÊNIS CARDOSO PARENTE,  
KENIA PARENTE LOPES MENDONÇA.**

**ABSTRACT** - Contributing to the decision making regarding the methods of execution of engineering services has been the pre-eminent thinking of working professionals. The sanitation works, in particular the installations of potential connections of treated water in the city of Palmas - TO, are the object of study of this research. The works were developed based on the monitoring of the works and the elaboration of budget worksheets with costs related to the conventional method (destructive method) already diffused and to the non-destructive method of implantation of extensions of water connections in the city. It was sought to identify, among the practices adopted for the system of water connections, the services demanded by the methods practiced by the local supply concessionaire, the most relevant technically and financially, as well as the execution and performance conditions of the works. It can be noticed that the costs of the connections are directly related to the length of the branch and to the conditions of pavements and sidewalks, according to data collected on site and plants of networks of supply.

**KEYWORDS** - Connection of water; Destructive method; Non-destructive method.

### I. INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água vem se tornando, uma das maiores preocupações dos profissionais atuantes nas áreas de recursos hídricos e saneamento, pois estão ligados ao desenvolvimento e o crescimento da população. 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 e 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 [1].

Segundo [2], a implantação das redes e ramais de ligação de água acaba ocorrendo após a execução da pavimentação e dos passeios, ou mesmo as manutenções e substituições de trechos. Com a aberturas de valas uma variedade de serviços deve ser apropriada e medida, gerando assim custos de recuperação, podendo até comprometer sua função estrutural e funcional.

Outro ponto relacionado ao formato da execução dos ramais e redes são as perdas físicas de água. As redes de distribuição apresentam as maiores dificuldades operacionais do sistema de abastecimento, justamente por serem obras

enterradas e estarem espalhadas por grandes áreas urbanas [3].

Associando a necessidade de melhorias como rotas, ruas, edifícios, estradas de ferro, rodovias e assim por diante, torna-se quase impossível ou caro obter acesso as instalações por meio de corte a céu aberto ou para garantir permissão para interromper o fluxo natural do local de trabalho para tais escavações.

Novas tecnologias, como o método não destrutivo de abertura de travessias (MND), têm sido adotadas na execução de trechos de redes, ramais de ligações, substituições e desobstruções de redes. O referido 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 [4].

Tal método 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 [5].

Segundo a [6], os métodos de escavação não destrutivo (MND) são divididos em três categorias: reparo e reforma; substituição in loco; e instalações de novas redes.

[7] afirma que centros mais urbanizados já dispõem de muitas empresas especializadas na execução de perfurações

direcionais não destrutivas mais elaboradas visando a diminuição de retrabalhos, conseqüentemente menor custo global de obra se comparado ao método destrutivo com abertura de valas.

Nesse contexto a presente pesquisa buscou o entendimento acerca dos custos para execução de ligações de água tratada pelos métodos destrutivos e não destrutivos na cidade de Palmas – TO, de forma a contribuir com a tomada de decisão na escolha entre os dois métodos.

## II. METODOLOGIA

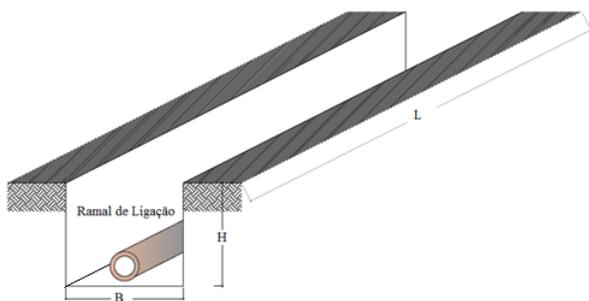
Por meio da planta de cadastro das redes implantadas na cidade e acompanhamento de obras de execução de ramais de ligações, foram levantadas as distâncias entre as redes e os limites onde são instalados os hidrômetros, bem como a apropriação e levantamento do quantitativo de serviços necessários para orçamentação de ambos os métodos.

Por se tratar de uma cidade que se encontra em processo de universalização do sistema de abastecimento de água, a capital Palmas, na região central do estado, foi tomada como unidade amostral para realização desta pesquisa. Possui uma população estimada de 291.855 habitantes que tem os serviços de saneamento prestados por uma concessionária de serviços públicos desde 2009.

Foram levantados custos gerados pela instalação de ramais de ligação de água tratada executados na cidade pelo método destrutivo (MD) e não destrutivo (MND), realizando-se ao fim um comparativo. Durante o período de 1,0 ano, janeiro a dezembro de 2020, foram identificadas e acompanhadas as frentes de serviços em atividade de implantação de um total de 300 ligações ao longo do período.

Os trechos onde foram assentados os ramais foram caracterizados quanto a sua extensão, observando-se junto ao setor de planejamento e obras das empresas responsáveis pelos serviços, a forma de elaboração dos projetos e disposição das redes secundárias, diretamente ligadas aos medidores dos clientes (hidrômetros).

O comprimento do ramal, a profundidade das redes, associados à área de seção transversal das valas, detalhada na figura 1, subsidiaram o levantamento do quantitativo de serviços, como movimentação de terra, áreas de passeios e pavimentos cortados e recompostos.



**Figura 1.** Perfil de vala para instalação de ramais de ligação pelo método destrutivo.

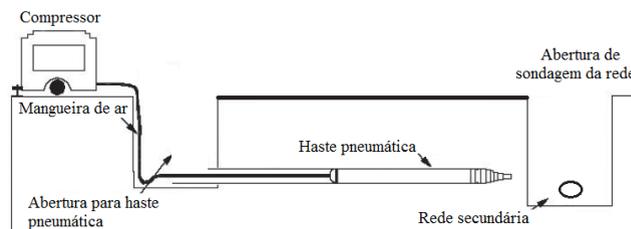
Os referidos quantitativos de serviços, para o método destrutivo, foram levantados da seguinte forma:

- Volume de escavação obtido por meio do produto do comprimento do ramal, pela área da seção da vala ( $B \times H \times L$ );
- Acerto e apiloamento de fundo de vala é resultado da área de fundo, ou seja, comprimento do ramal pela largura da vala ( $B \times L$ );
- 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 (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 2 traz o detalhamento em corte para o levantamento de quantitativo dos serviços.



**Figura 2.** Perfil de vala para execução pelo método não destrutivo.

## III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Palmas apresenta uma divisão bilateral do seu plano diretor com duas regiões bem definidas, a região norte e a região sul da cidade. Na primeira estão inseridos os órgãos centrais da administração pública da cidade e do estado, áreas mais bem atendidas por serviços públicos e de infraestrutura, enquanto na região sul ainda se tem uma pequena parcela das quadras sem serviços básicos, como pavimentação. Por meio da planta de cadastro das redes secundárias de Palmas pode-se observar que os ramais de ligação da cidade derivam de redes simples, ou seja, apenas uma linha de tubulação atende os dois lados da via, ou de redes duplas, que apresentam duas linhas de tubulação atendendo cada uma um lado da via. A figura 3 mostra o quantitativo de ramais de ligações potenciais, em intervalos de 1,0m, em redes simples e duplas para as duas regiões da cidade.

As duas regiões de Palmas apresentam, além da planta de cadastro com os dados da rede, um banco com a caracteriza-

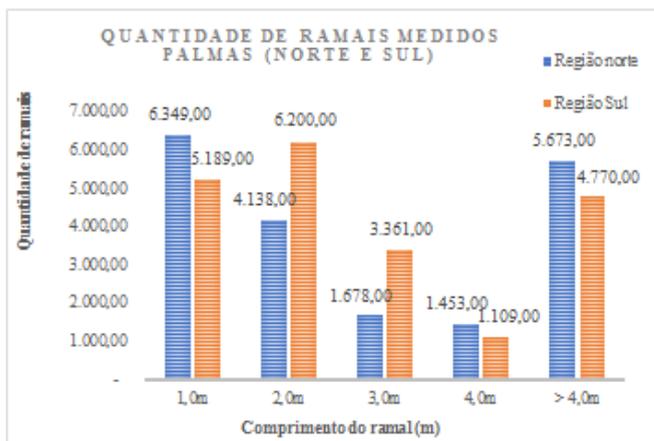


Figura 3. Quantidade de trechos de ramais por faixa de comprimento.

ção da superfície das vias e passeios. Ambos os dados puderam ser constatados durante a elaboração dos orçamentos na fase de execução de algumas obras de instalação dos ramais. A tabela 1 traz essa caracterização e os percentuais referentes a cada tipo de cobertura encontrada.

Tabela 1. Percentual e especificação de revestimentos em vias e passeios de Palmas – TO.

Tipo de Passeio	% Palmas Norte	% Palmas Sul
Concreto Simples	50,00%	60,00%
Material Cerâmico	15,00%	5,00%
Intertravado	15,00%	10,00%
Pedras Ornamentais	10,00%	10,00%
Gramma	10,00%	5,00%
Terreno natural	0,00%	10,00%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

As redes secundárias, ou seja, as redes de onde derivam os ramais de ligação da cidade de Palmas totalizam aproximadamente 1.350 km de redes, entre redes simples e duplas. São executadas sob vias pavimentadas com asfalto, predominantemente, e sob passeios revestidos em concreto, material cerâmico, pedras ornamentais, intertravados ou grama, ou em áreas periféricas da cidade, sob superfície em terreno natural, sem revestimento algum.

As duas técnicas para execução dos ramais, destrutiva e não destrutiva, contemplam serviços aqui divididos em dois grupos, os serviços da obra civil e a parte hidráulico, de forma a favorecer a identificação dos itens que fazem a diferenciação dos custos dos métodos estudados.

Há uma predominância do processo destrutivo na execução dos ramais de ligação em Palmas e isso se deve ao fato da cidade apresentar uma grande extensão de rede dupla, executadas nos passeios dos dois lados do arruamento, muito próximas dos medidores, o que inviabiliza a utilização da perfuratriz pneumática, que demanda trechos mais longos para operar.

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. A figura 4 ilustra o processo de execução dos ramais pelo método destrutivo.



Figura 4. Execução de vala para extensão de ramal pelo método destrutivo.

Por sua vez o processo de execução das ligações pelo método não destrutivo 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 cilindro cria uma passagem subterrânea que liga a rede ao ponto de medição (hidrômetro). A figura 5 ilustra o processo de execução de ramais pelo método não destrutivo.



Figura 5. Método não destrutivo de execução de ramais de ligação.

A movimentação de terra, corte/recomposição de passeio e corte/recomposição de pavimento são itens que antecedem a instalação hidráulica do ramal de ligação e representam percentuais que variam de 37% a 53% do custo final dos ramais de 2 a 4 m. A figura 6 traz os custos da parte hidráulica e civil para instalação de ramais pelo método destrutivo.

Os custos referentes aos mesmos itens da parte civil da obra, movimentação de terra, corte/recomposição de passeio e corte/recomposição de pavimento, para o método não destrutivo, representam um percentual fixo de cerca de 50% do custo global de cada ligação até o comprimento de 4,0m, enquanto o custo referente a parte hidráulica não sofre alteração de uma metodologia para outra. A figura 7 traz os custos da parte hidráulica e civil, para instalação de ramais pelo método não destrutivo.

A tabela 4 mostra os custos unitário dos grupos de serviços (orçamento sintético) por unidade de ligação para o método destrutivo e método não destrutivo, e um breve comparativo entre os custos, diferenciando a parte civil e hidráulica entre ramais de 2 e 4m.

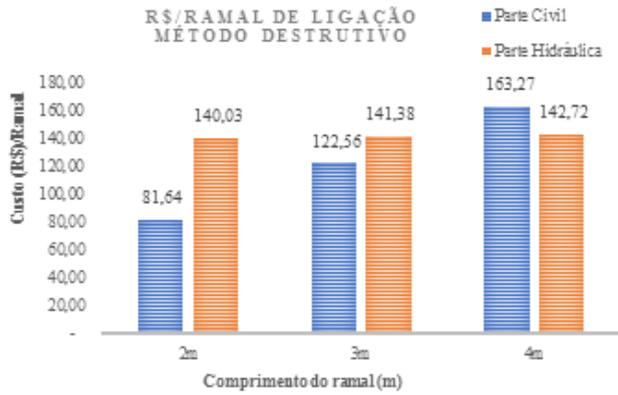


Figura 6. Custo unitário de ramais de ligação por faixa de comprimento executados pelo método destrutivo.



Figura 7. Custo unitário de ramais de ligação executados pelo método destrutivo.

Tabela 2. Custo unitário por grupo de serviços para execução dos ramais pelos dois métodos.

Item	Descrição	Custo Do Item (R\$/Ligação)			
		Ramal (2m)		Ramal (4m)	
1	Ligações Domiciliares	MD	MND	MD	MND
1.1	Serviços Preliminares	3,14	5,41	6,28	5,62
1.2	Movimento De Terra	24,44	63,15	48,89	68,53
1.3	Remoção/Reposição De Passeio	25,64	34,18	51,27	34,18
1.4	Remoção/Reposição De Pavimento	28,42	37,87	56,83	37,87
1.5	Material Hidráulico	140,03	140,03	142,72	142,72
	Total:	221,67	280,64	305,99	288,92

Nota-se que os serviços contemplados pela parte civil da obra apresentam maior percentual de diferença entre os custos, ou seja, a abertura de valas, a intervenção em asfalto e passeios calçados são os insumos com maior representati-

vidade financeira no custo global dos ramais.

A execução de ramais pelo método não destrutivo tem como principal característica a redução dos serviços de cortes e recomposição de pavimento e passeio. Em Palmas, o método se mostra insipiente no mercado, ainda em fase de adequação às necessidades dos clientes e da concessionária local.

O que se observa nas figuras 8 e 9 é uma inversão dos custos por unidade de ligação pelo método destrutivo (MD) a partir de um comprimento de 4,0m de ramal, ou seja, as ligações com ramais, que tenham comprimentos iguais ou superiores a quatro metros (4 m), apresentam maior custo de execução.

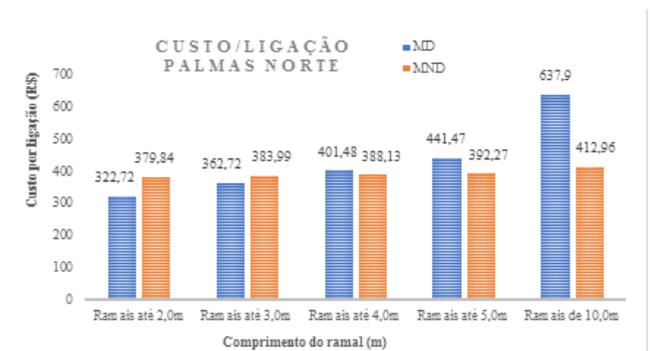


Figura 8. Custo unitário dos ramais de ligação para a região norte de Palmas – TO.

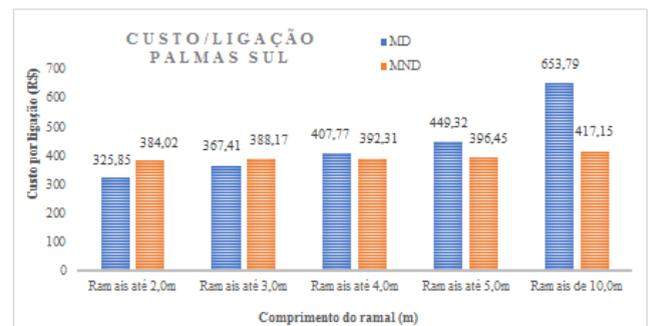
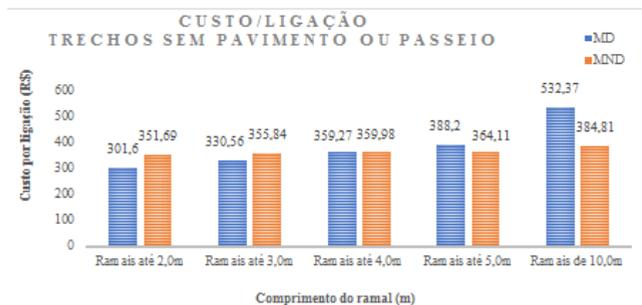


Figura 9. Custo unitário dos ramais de ligação para a região sul de Palmas – TO.

A diminuição no custo de uma ligação executada pelo método não destrutivo pode ser facilmente explicada, observando-se nos orçamentos 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.

Quando não há a necessidade de supressão e recomposição de calçada e asfalto os custos pelo método destrutivo mantém-se abaixo até o comprimento de 4,0m, chegando a valores mais altos em ramais mais longos. A figura 10

mostra resultados com acréscimo de aproximadamente 40% para o ramal de 10m de comprimento executado pelo método destrutivo.



**Figura 10.** Custo unitário de trechos de ramais de ligações por faixa de comprimento em regiões não pavimentadas.

A partir de valores iguais ou maiores que 5,0m os custos com movimentação de terra, ou seja, escavações acertos de fundo de vala e reaterros, adotados na metodologia destrutiva, suplantam o custo de perfuração subterrânea do método não destrutivo.

#### IV. CONCLUSÃO

A utilização de imagem aérea para os fins propostos nesta pesquisa agregou agilidade e exatidão na quantificação de serviços para execução de redes, maximizando as informações por meio de imagens georreferenciadas, que poderão ser consultadas no momento oportuno, possibilitando o esclarecimento de incertezas presentes na fase de orçamentação das obras.

Para a situação descrita, em mesmas condições de profundidade de valas, material hidráulico, diâmetro de tubulação, condições de revestimento de vias e passeios, as redes duplas se mostram como solução mais viável economicamente.

É importante, portanto, ressaltar que situações de vias não pavimentadas e passeios mais caros, com revestimento cerâmico, ladrilho e pedras ornamentais, podem interferir no custo das redes e devem ser analisados de forma específica.

A metodologia mostrou-se promissora, apresentando resultados rápidos e precisos, podendo ser utilizada como subsídio na prática de tomada de decisão para projetos e orçamentação das obras de redes coletoras de esgoto sanitário.

#### Referências

- [1] DEZOTTI, M. C. Análise da utilização de métodos-não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas. 2008. 231 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-03102008-000200/.../diss\_mcd.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.
- [2] 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.
- [3] ALMEIDA, A.T. Costa, A.P.C.S. (2002). Modelo de Decisão Multicritério para Priorização de Sistemas de Informação Baseado no Método PROMETHEE. Gestão Produção, 9(2), 201-214, Brasil.

- [4] MASSARA, Vanessa Meloni FAGÁ, Murilo Tadeu Werneck UDAETA, Miguel Edgar Morales. The Importance of the nondestructive method (trenchless technology) in Natural Gas Networks Deployment in Consolidated Cities, 2007, Campinas. 4 PD Trabalhos Técnicos. Campinas: Associação Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás e Unicamp, 2007.
- [5] ABBATE, V. Revista Técnica. Tecnologia - Método não destrutivo, 2004. Disponível em: <http://technet17.pini.com.br/engenharia-civil/85/artigo285309-1.aspx>. Acesso em: 2018.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA. Diretrizes dos métodos não destrutivos. São Paulo, 2007.
- [7] 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..



#### AURÉLIO PESSOA PICAÑO

Graduado em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará (1997). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (2000). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (2004). Atualmente é Professor Titular Universidade Federal do Tocantins. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em saneamento básico, resíduos sólidos, tratamento de efluentes e qualidade da água.



#### DÊNIS CARDOSO PARENTE

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) e Engenheiro Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Atua como professor nos cursos de engenharia civil do CEULP/ULBRA e arquitetura e urbanismo da UFT. Como analista desenvolve atividades como consultor na área de orçamento de obras de saneamento, construção civil e licenciamento ambiental.



#### KENIA PARENTE LOPES MENDONÇA

Graduada em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (1993). Especialista em Saneamento Ambiental pela Fundação Universidade do Tocantins (2003). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (2019). Sócia-proprietária da empresa SIG-Serviços de Infraestrutura e Geotecnia Ltda. desde 2000. Coordenadora do curso de Engenharia

Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas a partir de janeiro de 2016..