

Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)



Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-472-6 DOI 10.22533/at.ed.726191107</p> <p>1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario</p> <p style="text-align: right;">CDD 509.81</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 22 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A EVOLUÇÃO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM MINAS GERAIS	
Marília Carvalho de Melo	
Alexandre Magrineli dos Reis	
Zuleika Stela Chiacchio Torquetti	
Germano Luís Gomes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.7261911071	
CAPÍTULO 2	11
ANÁLISE DA RADIAÇÃO SOLAR NOS MESES DE JANEIRO E FEVEREIRO POR MODELAGEM COMPUTACIONAL USANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	
Arini de Menezes Costa	
Neyla Danquá dos Ramos	
Antonio Alisson Pessoa Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.7261911072	
CAPÍTULO 3	24
ANÁLISE QUALITATIVA E PROVENIÊNCIA DOS MINERAIS PESADOS DA PRAIA DE MUITA ÁGUA, MUNICÍPIO DE IMBITUBA, LITORAL CENTRO-SUL DE SANTA CATARINA, SUL DO BRASIL	
Patrícia Tortora	
Luiz Felipe Poli Schramm	
Norberto Olmiro Horn Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7261911073	
CAPÍTULO 4	38
APLICAÇÃO DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA (EIV) EM RONDONÓPOLIS/MT: DA OMISSÃO LEGISLATIVA AO PREJUÍZO AMBIENTAL COLETIVO	
José Adolfo Iriam Sturza	
Cristiano Nardes Pause	
DOI 10.22533/at.ed.7261911074	
CAPÍTULO 5	52
ATUALIZAÇÃO DE LIMITES POLÍTICO-ADMINISTRATIVOS:O CASO DOS ESTADOS DA BAHIA E SERGIPE	
Christiane Freitas Pinheiro de Jesus	
Nelson Wellausen Dias	
Fernanda dos Santos Lopes Cruz	
Acacia Maria Barros Souza	
José Henrique da Silva	
João Carlos Marques Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.7261911075	
CAPÍTULO 6	61
AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE TRECHOS DA RODOVIA RN-118	
Alisson Cabral Barreto	
Milany Karcia Santos Medeiros	
Alyne Karla Nogueira Osterne	
Ricardo Leandro Barros da Costa	
Lanna Celly da Silva Nazário	
DOI 10.22533/at.ed.7261911076	

CAPÍTULO 7 78

CARACTERIZAÇÃO DE UM SOLO TIPO MASSAPÊ PARA VERIFICAÇÃO DO SEU POTENCIAL EXPANSIVO

Larissa da Silva Oliveira
Stephanny Conceição Farias do Egito Costa

DOI 10.22533/at.ed.7261911077

CAPÍTULO 8 88

CARACTERIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ARGILA VERMELHA USADA EM TRATAMENTOS FACIAIS

Ana Paula Zenóbia Balduino
Michele Resende Machado
Mônica Rodrigues Ferreira Machado
Giovanni Cavichioli Petrucelli

DOI 10.22533/at.ed.7261911078

CAPÍTULO 9 93

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E MORFOLÓGICA DA HETEROJUNÇÃO $\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$ OBTIDA POR METODO QUIMICO

Daniele Galvão de Freitas
Isabela Marcondelli Iani
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Ubirajara Coletto Junior
Chrystopher Allan Miranda Pereira
Alexandre Zirpoli Simões
Leinig Perazolli
Maria Aparecida Zaghete

DOI 10.22533/at.ed.7261911079

CAPÍTULO 10 106

CÉLULAS COMBUSTÍVEIS: UMA VISÃO TECNOLÓGICA SOBRE BIOGÁS

Débora da Silva Vilar
Milson dos Santos Barbosa
Isabelle Maria Duarte Gonzaga
Aline Resende Dória
Lays Ismerim Oliveira
Caio Vinícius da Silva Almeida
Dara Silva Santos
Luiz Fernando Romanholo Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.72619110710

CAPÍTULO 11 121

COLAPSIBILIDADE DE UM PERFIL DE SOLO NÃO SATURADO

Roger Augusto Rodrigues
Alfredo Lopes Saab
Gustavo Tavernaro Tambelli

DOI 10.22533/at.ed.72619110711

CAPÍTULO 12 133

COMPARATIVO DE CUSTOS DIRETOS ENTRE PERFURAÇÃO DIRECIONAL HORIZONTAL E ABERTURA DE VALA PARA INSTALAÇÃO DE DUTOS

Milagros Alvarez Sanz
Yuri Daniel Jatobá Costa
Carina Maia Lins Costa
Gracianne Maria Azevedo do Patrocínio

DOI 10.22533/at.ed.72619110712

CAPÍTULO 13 147

CONCENTRAÇÃO DE FOSFATO NO IGARAPÉ DO MESTRE CHICO - MANAUS-AM

Mikaela Camacho Cardoso
Mauro Célio da Silveira Pio

DOI 10.22533/at.ed.72619110713

CAPÍTULO 14 156

DETERMINATION OF URANIUM AND THORIUM USING GAMMA SPECTROMETRY: A PILOT STUDY

Diango Manuel Montalván Olivares
Evelin Silva Koch
Maria Victoria Manso Guevara
Fermin Garcia Velasco

DOI 10.22533/at.ed.72619110714

CAPÍTULO 15 163

DINÂMICA SOCIOESPACIAL EM PEQUENAS CIDADES:A PAISAGEM GEOGRÁFICA DE OUVIDOR (GO)

Angélica Silvério Freires
Idelvone Mendes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.72619110715

CAPÍTULO 16 177

DIVERSIDADES DE CRITÉRIOS EM AVALIAÇÕES DE IMPACTOS AMBIENTAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDOS SOCIOECONOMICOS

Giseli Dalla Nora
Patricia Regina Alves Palermo

DOI 10.22533/at.ed.72619110716

CAPÍTULO 17 184

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA GESTORES PÚBLICOS: FORMAÇÃO PARA TOMADA DE DECISÕES

Mary Lúcia da Silva Ferreira Lima
Laura Rocha de Castro
Marina Marques Gimenez
Ronei Pacheco de Oliveira
Amanda Baldochi Souza

DOI 10.22533/at.ed.72619110717

CAPÍTULO 18	190
ESTUDO DA TÉCNICA DE MELHORAMENTO DE SOLOS MOLES COM COLUNAS DE BRITA EM UM TRECHO DO SISTEMA VIÁRIO DO CENTRO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO	
Fernanda Valinho Ignacio Bruno Teixeira Lima Juliano de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.72619110718	
CAPÍTULO 19	203
FORMOSO DO ARAGUAIA-TO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL E AGRONEGÓCIO	
Roberto de Souza Santos	
DOI 10.22533/at.ed.72619110719	
CAPÍTULO 20	222
INCISÕES EROSIVAS URBANAS: UM PROBLEMA AMBIENTAL EM BOM JESUS DAS SELVAS (MA)	
José Sidiney Barros José Milton de Oliveira Filho	
DOI 10.22533/at.ed.72619110720	
CAPÍTULO 21	229
MATERIAIS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE GEOMETRIA NA EDUCAÇÃO INFANTIL E ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Tânia Barbosa de Freitas Mirian Ferreira de Brito	
DOI 10.22533/at.ed.72619110721	
CAPÍTULO 22	238
MINERALIZAÇÃO AURÍFERA EM ZONA DE CISALHAMENTO, GARIMPO CUTIA, SERRA LESTE, PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJAS, BRASIL	
Gilberto Luiz Silva	
DOI 10.22533/at.ed.72619110722	
SOBRE OS ORGANIZADORES	244

COMPARATIVO DE CUSTOS DIRETOS ENTRE PERFURAÇÃO DIRECIONAL HORIZONTAL E ABERTURA DE VALA PARA INSTALAÇÃO DE DUTOS

Milagros Alvarez Sanz

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte

Yuri Daniel Jatobá Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte

Carina Maia Lins Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte

Gracianne Maria Azevedo do Patrocínio

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte

RESUMO: Comparativamente ao método de abertura de vala, os métodos não destrutivos (MND) de instalação de dutos reduzem ou eliminam a necessidade de escavação na superfície; preservam a integridade do pavimento e diminuem a interferência no tráfego e em atividades locais e comerciais. No passado, os MND eram limitados e muitas vezes considerados caros. O presente artigo expõe os resultados obtidos através de um comparativo de custos diretos de execução de doze obras localizadas no estado do Rio Grande do Norte, avaliando se o método de abertura de vala e reaterro apresenta vantagens econômicas em relação ao método não destrutivo por perfuração direcional horizontal. Baseado nos

resultados obtidos, pode-se concluir que em apenas uma das obras analisadas a técnica de perfuração direcional horizontal se mostrou 9% mais barata que o método tradicional. O método não destrutivo analisado apresentou custo financeiro 41% superior, em média, para a grande maioria das obras avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: Método de abertura de vala; Métodos não destrutivos; Perfuração direcional horizontal; Comparativo de custos.

ABSTRACT: Compared to cut-and-cover, trenchless methods for installation, maintenance and substitution of underground pipelines reduce or eliminate the need for surface excavation. They preserve pavement integrity and reduce disruptions in traffic and local and commercial activities. This article presents comparison between direct costs of installation of pipelines with cut-and-cover and horizontal directional drilling techniques. Twelve construction cases located in the state of Rio Grande do Norte, Brazil, were evaluated. Based on the results, it was noted that just one of the cases analyzed showed that horizontal directional drilling was 9% cheaper than the traditional method. The horizontal directional drilling revealed an average estimated cost 41% above the cut-and-cover method, for the majority of sites evaluated.

KEYWORDS: Cut-and-cover; Trenchless methods; Horizontal directional drilling; Cost

evaluation.

1 | INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, as obras de infraestrutura urbana subterrâneas são instaladas utilizando o método de abertura de vala (MAV). Nos grandes centros urbanos, com áreas intensamente edificadas e grande fluxo de veículos, a execução desse tipo de obras gera impactos sociais, econômicos e ambientais de grande magnitude. Pode-se citar a deterioração prematura do pavimento, com consequentes efeitos prejudiciais na infraestrutura de transporte público e custos à sociedade em geral (DEZOTTI, 2008).

Em vista disso, a demanda por métodos que minimizam a interferência na vida cotidiana é cada vez maior. No passado, esses métodos eram limitados e muitas vezes considerados caros. No entanto, os últimos desenvolvimentos em métodos e equipamentos de tecnologia não destrutiva e o aumento da concorrência diminuíram o custo total de construção associado à instalação e renovação de elementos subterrâneos por métodos não destrutivos (MND) em comparação com o método tradicional (GANGAVARAPU et al. 2013)

O emprego de MND é de suma importância para a execução de travessias com interferências que exijam reajuste da direção. A perfuração direcional revolucionou indústrias de instalação sob a superfície e passou a ser utilizada por companhias de serviços públicos responsáveis pela execução de redes de distribuição de água, gás, telecomunicações, dentre outros, pelas vantagens que o método apresenta (CORAL et al., 2015).

Em muitos casos, os custos diretos de construção são equivalentes nos dois métodos (DEZOTTI, 2008; CORAL et al., 2015). No entanto, as vantagens dos MND são evidentes, dentre elas: precisão na execução; redução dos custos sociais, dos impactos econômicos e ambientais e requerem menos espaço subterrâneo.

Para determinar o melhor método a ser executado, deve-se observar algumas características de projeto, como o comprimento da rede, tipo de solo trabalhado, prazo de execução, interferências, custos, dentre outros. Além disso, o projeto de construção de um duto com o melhor custo-benefício requer uma compreensão clara de todos os fatores associados a suas condições específicas.

O presente artigo apresenta um comparativo entre o método tradicional de abertura de vala e o método não destrutivo, especificamente o de perfuração direcional (HDD). Foram analisadas 12 obras localizadas no estado do Rio Grande do Norte para verificar se o MAV apresenta vantagens econômicas em relação ao HDD.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Métodos construtivos

Para a instalação, recuperação, reparo e substituição de infraestruturas subterrâneas deve-se optar dentre os diversos métodos disponíveis. Segundo Dezotti (2008), a seleção do método depende das seguintes condições específicas de cada projeto, dentre as quais: a) características do solo ao longo do traçado; b) diâmetro da tubulação; c) comprimento máximo da tubulação; d) precisão requerida; e) prazo de execução e f) disponibilidade local do método construtivo.

Os dutos enterrados podem ser classificados, segundo a sua instalação ou recuperação, em dois grupos: aqueles instalados por abertura de vala ou métodos tradicionais e aqueles instalados por métodos não destrutivos (MND). A seguir, esses métodos são descritos sucintamente.

2.2 Método de Abertura de Vala

Também denominado de método tradicional ou corte e aterro (*cut and cover*, em inglês), em decorrência da sequência construtiva, a execução do método de abertura de vala (MAV) consiste na escavação de uma trincheira no terreno, implantação do duto e reaterro com compactação da vala (BUENO e COSTA, 2012). Dessa forma, este método implica escavações ao longo da extensão longitudinal da rede proposta, sendo necessário realizar, na maioria das vezes, recomposição do piso ou pavimento após a instalação (NAJAFI, 2017).

Segundo a NBR 12266/92 (ABNT, 1992), a qual fixa as condições exigíveis para projeto e execução de valas para assentamentos de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana, devem ser consideradas fundamentalmente as seguintes fases para o assentamento das tubulações: sinalização; remoção do pavimento; escavação; escoramento; esgotamento; preparo do fundo de vala e assentamento; reaterro e adensamento; remoção do escoramento; recomposição da pavimentação.

Embora seja considerado um método confiável, o MAV pode ter custo associado elevado, principalmente em áreas urbanas congestionadas. Isso ocorre, geralmente, pela necessidade de restaurar as superfícies e executar o assentamento do solo. Além disso, os operários devem escavar cuidadosamente enquanto manobram outros serviços para alcançar a profundidade requerida, o que diminui a produtividade e eficiência (ARIARATNAM et al., 1999). Por esses motivos este método de instalação e recuperação tem sido desencorajado em centros urbanos (DEZOTTI, 2008), apesar de ser o mais utilizado no Brasil.

2.2.1 Métodos Não Destrutivos

De acordo com a Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva (ABRATT, 2017), os Métodos Não Destrutivos (MND) são o conjunto de métodos, materiais e equipamentos que podem ser aplicados na instalação, reparação e substituição de tubos, dutos e cabos subterrâneos, aplicando técnicas que reduzem ou eliminam a necessidade de escavação. Podem ser divididos em três grandes grupos: a) reparo e reforma; b) substituição por ruptura *in loco* pelo mesmo caminhamento e c) instalação de novas redes. Neste último está incluída a perfuração direcional horizontal (Horizontal Directional Drilling, HDD, em inglês).

Os MND podem ser usados na instalação, recuperação e substituição de redes subterrâneas com diversas finalidades, dentre elas a transmissão e distribuição de energia elétrica; telecomunicações; distribuição de água e de derivados de petróleo e gás; tubulações de esgoto; travessias de avenidas em geral; sistemas de drenagem de subsolo, dentre outros (MASSARA et al., 2007).

A expansão das tecnologias não destrutivas se justifica pelos muitos benefícios destas. Primeiramente, conforme elas se desenvolvem, se tornam mais sofisticadas, com melhor custo benefício. Adicionalmente, as empresas e a opinião pública vão mudando, fazendo com que se torne fundamental considerar os custos sociais envolvidos nos projetos construtivos. A crescente conscientização sobre a relevância dos custos sociais e a demanda de novas abordagens para resolver problemas de infraestrutura incentiva a utilização de métodos não destrutivos (ARIARATNAM et al., 1999).

Segundo Dezotti (2008), os métodos não destrutivos apresentam as seguintes vantagens: (i) reduzem a perturbação no tráfego, áreas de trabalho e áreas congestionadas; (ii) reduzem problemas de direção e controle associado com novas rotas, uma vez que possibilitam o uso de caminhos predeterminados providos pela tubulação existente; (iii) requerem menos espaço subterrâneo, minimizando a possibilidade de interferir em tubulações existentes e abandonadas; (iv) viabilizam o aumento do diâmetro da tubulação sem abertura de trincheira; (v) demandam uma área de trabalho menos exposta e, por conseguinte, oferecem maior segurança para os trabalhadores locais e usuários da via; (vi) eliminam a necessidade de remoção de despejo e minimizam os danos ao pavimento e a outras unidades; (vii) reduzem os impactos sociais, econômicos e ambientais.

No Brasil, mais especificamente no estado do Rio Grande do Norte, frequentemente utiliza-se o método de perfuração direcional para a implantação de novos dutos.

2.1.2.1 Perfuração Direcional

O método de perfuração direcional horizontal é uma operação de duas etapas, na maioria das vezes. Com o auxílio de uma máquina de perfuração, inicialmente

executa-se um furo piloto ao longo do percurso previsto com diâmetro variando entre 25 e 125 mm.

Em seguida, esse furo é alargado no sentido inverso para acomodar a tubulação final, a qual é puxada simultaneamente pelo alargador ao qual está presa. No entanto, em algumas condições adversas de solo, a etapa do alargamento pode ser subdividida, aumentando o diâmetro do furo gradativamente (NAJAFI, 2017).

As máquinas de perfuração direcional podem ser de lançamento na superfície ou de lançamento em poço. As primeiras, embora não exijam poço de entrada, ainda implicam a necessidade de realizar escavações para execução das conexões em cada extremidade. Já as de lançamento em poço solicitam uma escavação nas extremidades, mas operaram satisfatoriamente em espaços confinados. Estas são geralmente utilizadas em perfurações praticamente retas, mas apresentam maiores limitações para contornar obstáculos (ABRATT, 2017)

Além disso, a maioria das máquinas utiliza uma cabeça com alimentação de fluido de perfuração. Em geral utiliza-se uma mistura de água e bentonita, cuja finalidade é transportar os resíduos em suspensão e estabilizar o furo piloto uma vez completa a perfuração. Ademais, o método tem a capacidade especial de rastrear a cabeça de corte e guia-la durante o processo de perfuração, permitindo contornar obstáculos, passar sob rodovias, rios e ferrovias (ABRATT, 2017)

A tubulação final é, na maioria das vezes, de polietileno de alta densidade (PEAD) ou aço, uma vez que o método solicita um tubo suficientemente flexível que resista às cargas e tensões que surgem durante a instalação e operação. Segundo Abraham et al. (2002) e Dezotti (2008), o furo piloto deve possuir um raio de curvatura mínimo usual, em metros (m), na ordem de 1,2 vezes o diâmetro do tubo em milímetros (mm), para tubos de aço, e 0,48 vezes para tubos plásticos. A Tabela 1 apresenta a relação recomendada entre o diâmetro do tubo e o diâmetro de alargamento.

Diâmetro do tubo (mm)	Diâmetro de alargamento (mm)
< 200	Diâmetro do tubo + 100 mm
200 a 600	Diâmetro do tubo x 1,5
> 600	Diâmetro do tubo + 300 mm

Tabela 1 – Relação recomendada entre o diâmetro do tubo e o diâmetro de alargamento

Fonte: Dezotti, 2018

Até pouco tempo atrás, usava-se a perfuração direcional principalmente para a instalação de redes pressurizadas. No entanto, os avanços das máquinas e dos sistemas de guia mais recentes proporcionam grande precisão, fazendo com que o método passe também a ser utilizado em redes por gravidade, nas quais há tolerâncias rígidas de projeto hidráulico a serem atendidas (ABRATT, 2017).

2.3 Custos em uma obra de duto enterrado

Segundo Najafi e Kim (2004), o projeto de construção de um duto com o melhor custo-benefício requer uma compreensão clara de todos os fatores associados às suas condições específicas. O projetista deve considerar todas as categorias de custo no orçamento, as quais incluem custos de planejamento e engenharia (também denominados custos de pré-construção), custos de construção (diretos, indiretos e sociais) e custos pós-construção (também chamados custos de operação e manutenção). Apesar disso, tradicionalmente avaliam-se apenas os custos de pré-construção e construção, desconsiderando os custos sociais do projeto.

Os custos diretos são aqueles ligados diretamente à construção física do projeto; incluem os custos de mão de obra, materiais, subcontratados e equipamentos envolvidos na construção da obra. Por outro lado, os custos indiretos englobam todos os custos não diretamente relacionados ou aplicados às operações de construção, mas auxiliares à execução da obra. São exemplos destes últimos os custos com administração e custos gerais de serviço, como taxas, mobilização de equipamentos, controle de tráfego, seguro, utilidades temporárias, dentre outros (DEZOTTI, 2008).

De acordo com Najafi e Kim (2004), todos os fatores que compõem os custos pré-construção são maiores no método de abertura de vala quando comparado aos métodos não destrutivos, com exceção apenas da fase de engenharia e projeto.

Para os custos de construção, Najafi e Kim (2004) encontraram que, dentro dos custos diretos, todos os fatores de custos eram maiores no MAV do que nos MND, com exceção dos equipamentos utilizados. O custo com material geralmente é superior no MND devido às exigências técnicas dos métodos quanto à qualidade de tubos utilizados. Além disso, como dito pelo mesmo autor, em alguns métodos e condições, pode-se concluir que os custos de obra aumentam conforme o diâmetro aumenta. No entanto, no HDD o aumento de custo devido ao tamanho do tubo se deve ao maior nível de complexidade e dificuldade de instalar a tubulação.

Segundo Najafi (2017), em alguns casos, atividades como desvio de trânsito, escavação, escoramento, reaterro e compactação representam cerca de 70% do custo total de um projeto. Portanto, na maioria das vezes o MAV não é o método com a melhor relação custo-benefício, pois possui as desvantagens de causar interrupção do tráfego, danos ao pavimento e sistemas subterrâneos adjacentes, interferindo em outras infraestruturas urbanas. Em vista disso, obras com custos diretos baixos podem se tornar inviáveis em consequência dos altos custos sociais envolvidos na execução (DEZOTTI, 2008).

Woodroffe et al. (2008) citam que, tradicionalmente, existe uma relação direta entre o custo e a profundidade do tubo instalado, para a maioria dos projetos subterrâneos com abertura de vala. Isso resulta em projetos com MAV incluindo a instalação de tubos tão rasos quanto economicamente possível. Hoje, no entanto, a experiência mostra que nos projetos de HDD há pouca relação entre custo e profundidade.

Os custos indiretos, ainda dentro da categoria de custos de construção, podem chegar a 15%, ou mais, dos custos diretos de um projeto. Apesar de serem difíceis de quantificar, de forma geral, aumentam proporcionalmente ao tempo de execução da obra. Como os MND's possuem maior produtividade e menor desperdício, normalmente duram menos tempo para serem executados do que os métodos tradicionais. Portanto, nesses casos, os custos indiretos são menores.

Os custos sociais, que também fazem parte dos custos de construção, vêm ganhando cada vez mais relevância à medida que aumenta a conscientização pública e a necessidade de conservar e proteger o meio ambiente e a qualidade de vida. É imprescindível identificar e avaliar os custos sociais das instalações de serviços de infraestrutura. De acordo com Gangavarapu et al. (2013) e Dezotti (2008), os custos sociais incluem o dano à rodovia e pavimento (redução da vida útil); danos a infraestruturas adjacentes; ruído e vibração; poluição do ar; perturbação do tráfego veicular; segurança dos pedestres; perda comercial; danos às estradas utilizadas como desvio; insatisfação de cidadãos e impactos ambientais.

Utilizar métodos não destrutivos geralmente pode minimizar os custos sociais. Quando são avaliados e incluídos nos custos globais dos projetos, percebe-se que o uso de tecnologias não destrutivas torna os projetos mais econômicos. Segundo Woodroffe et al. (2008), conforme citado por Najafi (2005), no MAV os custos sociais podem chegar a valores várias vezes maiores do que o valor do projeto inteiro; no entanto, quando usado um MND, os custos sociais podem representar apenas 3 a 10% do custo total.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento de obras construídas utilizando-se a técnica de perfuração direcional horizontal (HDD) na Região Metropolitana de Natal e em outros locais do estado do Rio Grande do Norte. Em seguida, realizou-se uma comparação de custos entre a técnica HDD e o MAV, para condições similares, em cada caso estudado. Ou seja, para efeito de comparação entre os dois métodos, os mesmos trechos executados por furo direcional foram dimensionados considerando-se o MAV, utilizando-se as mesmas características de instalação (diâmetro da tubulação, extensão, profundidade e finalidade) para o levantamento dos custos.

Três obras no interior do estado foram escolhidas, sendo elas localizadas nas cidades de Currais Novos, Pipa e na BR-110, no trecho que interliga Areia Branca e Mossoró. Além dessas, foram selecionadas nove obras localizadas em Natal. A Tabela 2 apresenta as características das obras avaliadas.

Sabendo-se que os custos diretos de construção são os mais avaliados durante os projetos e que o MND é mais vantajoso quando analisados os outros custos já abordados, neste trabalho optou-se por realizar um comparativo dos custos diretos de construção para verificar se o MAV apresenta vantagens econômicas em relação ao

HDD, nesse aspecto.

Para a obtenção dos custos das redes por abertura de vala e reaterro, foram considerados os serviços principais em termos de custo para o MAV, quais sejam, demolição do pavimento, escavação mecanizada de vala, escoramento de valas, reaterro mecanizado, regularização e compactação de subleito e reconstrução do pavimento. Além disso, o tipo de escoramento escolhido foi o de blindagem pesada, ou popularmente denominado escoramento tipo gaiola, por ser amplamente utilizado na prática local.

De acordo com os diâmetros das tubulações, foram consultadas as seguintes normas para determinar a dimensão das valas, optando-se sempre pelo maior valor encontrado: i) NBR 12266 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana; ii) NBR 9814 – Execução de rede de coletora de esgoto sanitário.

LOCAL	TIPO DE TUBO	DIÂMETRO EXTERNO (mm)	EXTENSÃO (m)	PROFUNDIDADE ATÉ A BASE (m)	FINALIDADE
Currais Novos	Aço carbono	600	26	2,5 a 2,8	Aduutora
Pipa	PEAD	400	120	2,8 a 8	Aduutora
Natal	PEAD	315	683	1,8 a 3	Aduutora
BR-110	Aço carbono	300	24	2,8	Aduutora
Natal	Aço carbono	300	24	3 a 5	Aduutora
Natal	PEAD	630	18	2,8	Aduutora
Natal	PEAD	315 e 400	371	1,5	Saneamento
Natal	PEAD	200	24	3,8	Saneamento
Natal	PEAD	400	100	5	Saneamento
Natal	PEAD	150	206	3,8	Saneamento
Natal	PEAD	150	120	2,8 a 3	Saneamento
Natal	PEAD	200	120	4,8 a 5	Saneamento

Tabela 2 – Características das obras avaliadas

Fonte: Autor (2017).

Após consultar as tabelas de preço da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN, 2017) e do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2017), referentes ao mês de agosto e setembro de 2017, respectivamente, se identificaram os valores vigentes dos serviços e insumos avaliados, os quais foram paralelamente quantificados.

Os resultados apresentados a seguir são baseados em planilhas elaboradas com o objetivo de determinar os custos para cada método de construção adotado. As planilhas incluem as características das obras analisadas, as composições de custos diretos para o MAV, os valores unitários estimados para o HDD e o comparativo de custos entre os métodos.

4 | RESULTADOS

4.1 MÉTODO NÃO DESTRUTIVO: TÉCNICA DE PERFURAÇÃO DIRECIONAL HORIZONTAL

A Tabela 3 a continuação mostra o resumo do levantamento de custos das obras executadas através da Técnica HDD. Os serviços para a execução das redes pelo método não destrutivo por furo direcional horizontal (HDD) são medidos por metro linear, sendo o custo, neste caso, dependente da profundidade de instalação e do tipo de solo. Isso implica dizer que quanto mais profunda e difícil a escavação, mais caro será o metro linear. Neste item estão englobados os tubos, serviços de recebimento, inspeção e armazenamento do PEAD, os serviços de soldagem da coluna, a execução do furo e alargamento com puxamento simultâneo da tubulação.

OBRA	LOCAL	FINALIDADE	VALOR UNITÁRIO ESTIMADO (R\$/m)	CUSTO TOTAL (R\$)
1	Currais Novos	Adutora	1.800	46.800,00
2	Pipa	Adutora	1.200	144.000,00
3	Natal	Adutora	700	478.100,00
4	BR-110	Adutora	600	14.400,00
5	Natal	Adutora	600	14.400,00
6	Natal	Adutora	1.200	21.600,00
7	Natal	Saneamento	700	259.700,00
8	Natal	Saneamento	700	16.800,00
9	Natal	Saneamento	800	80.000,00
10	Natal	Saneamento	600	123.600,00
11	Natal	Saneamento	600	72.000,00
12	Natal	Saneamento	580	69.600,00

Tabela 3 – Informações e custos sobre obras executadas por furo direcional

Fonte: Autor (2017).

O valor por metro linear estimado das obras varia entre R\$580,00 e R\$1.800,00, sendo o maior custo total estimado em R\$478.100,00, por ter 683 metros de extensão, para uma obra de distribuição de água.

4.2 MÉTODO DESTRUTIVO: TÉCNICA DE ABERTURA DE VALA

Dado o número de obras analisadas, deveriam ser apresentadas doze tabelas de composição de custos. No entanto, como o volume de informações seria extenso, optou-se por apresentar como exemplo o orçamento discriminado da obra 1, localizada no município de Currais Novos, RN. Esse orçamento é composto pelos serviços considerados mais importantes para instalação de redes pelo método destrutivo.

Para a obra 1, como mostrado na Tabela 4, o cálculo dos serviços de execução da rede de distribuição de água pelo método de abertura de vala totalizou R\$13.576,99, para uma rede de 26 metros de extensão. O item 1 corresponde ao serviço de demolição

de pavimentação asfáltica com espessura de até 15 cm, utilizando martelete perfurador, sendo seu custo igual a R\$376,25. O item 2 engloba a escavação de vala, utilizando escavadeira hidráulica em solo de primeira categoria, em locais com alto nível de interferência, totalizando o valor de R\$1.176,99. O escoramento de valas, item 3, utiliza estruturas de aço do tipo blindagem pesada para valas com profundidade acima de 2 metros, somando R\$3.072,88. O 4º item, reaterro de vala com compactação manual, refere-se ao trecho compactado manualmente até a altura do topo da tubulação, 0,6 metros para o caso da obra 1, totalizando R\$789,70.

MUNICÍPIO: CURRAIS NOVOS/RN						
OBRA 1						
ITEM	SERVIÇOS	UNID.	QNTD.	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)	% DO CUSTO
1	Demolição de pavimentação asfáltica	m ²	37,70	9,98	376,25	3,5
2	Escavação mecanizada de vala com prof. maior que 1,5 até 3,0 m	m ³	105,56	11,15	1.176,99	11,0
3	Escoramento de valas, com prof. acima de 2 m	m ²	145,60	21,10	3.072,88	28,7
4	Reaterro de vala com compactação manual	m ³	19,85	39,33	780,7	7,3
5	Reaterro mecanizado de vala, prof. de 1,5 a 3 m	m ³	107,82	13,05	1.407,08	13,2
6	Regularização e compactação de subleito	m ²	37,70	1,21	45,62	0,4
7	Construção de pavimento com aplicação de CBUQ	m ³	1,89	682,46	1.286,44	12,0
8	Tubo de concreto armado para águas pluviais DN 600 mm (NBR 8890)	m	26,00	97,87	2.544,62	23,8
TOTAL					R\$ 10.690,54	
APLICAÇÃO DE BDI 27%					R\$ 13.576,99	

Tabela 4 – Custos dos serviços de instalação de rede pelo método destrutivo

Fonte: Autor (2017).

O 5º item constitui o reaterro de vala restante utilizando escavadeira hidráulica, somando R\$1.407,08. Para os itens 4 e 6 foram considerados os serviços de compactação vibratória. O item 7 equivale ao serviço de reconstrução da pavimentação, com aplicação de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) com espessura de 5 cm, sendo seu custo igual a R\$1.286,44. E, finalmente, o 8º item corresponde à tubulação escolhida para atender ao método e às especificidades da obra, sendo o seu custo igual a R\$2.544,62. As composições de custos realizadas para as outras obras apresentam os mesmos itens considerados acima, variando apenas a profundidade e largura da vala escavada, características atreladas a variações de preço unitário de serviços específicos.

4.3 COMPARATIVO DE CUSTOS

A Tabela 5 apresenta um resumo dos custos totais de construção tanto pelo MAV quanto por HDD, de todas as obras analisadas.

OBRA	FINALIDADE	CUSTO GLOBAL		CUSTO POR METRO LINEAR		HDD/ MAV
		MAV	HDD	MAV	HDD	
1	Adutora	13.576,99	46.800,00	522,19	1.800,00	3,45
2	Adutora	65.659,69	144.000,00	547,16	1.200,00	2,19
3	Adutora	251.894,74	478.100,00	368,81	700,00	1,90
4	Adutora	7.944,16	14.400,00	331,01	600,00	1,81
5	Adutora	9.706,34	14.400,00	404,43	600,00	1,48
6	Adutora	10.601,22	21.600,00	588,96	1.200,00	2,04
7	Saneamento	184.540,29	259.700,00	497,41	700,00	1,41
8	Saneamento	10.812,17	16.800,00	450,51	700,00	1,55
9	Saneamento	87.566,16	80.000,00	875,66	800,00	0,91
10	Saneamento	85.297,56	123.600,00	414,07	600,00	1,45
11	Saneamento	41.785,12	72.000,00	348,21	600,00	1,72
12	Saneamento	63.498,91	69.600,00	529,16	580,00	1,10

Tabela 5 – Comparativo de custos entre os métodos

Fonte: Autor (2017).

5 | DISCUSSÃO

Ao realizar uma análise comparativa de custos diretos de construção entre os métodos, pode-se ver na Tabela 5 que, de uma forma geral, os custos supondo as obras executadas com abertura de vala são inferiores ao custo para execução por furo direcional. No entanto, apenas para a obra 9 o HDD se mostrou 9% mais barato que o MAV, caso que pode ser explicado pela profundidade de assentamento requerida (5 metros), sendo a mais profunda de todas as obras analisadas. Portanto, o MAV vai se tornando menos vantajoso a medida que a profundidade aumenta.

Para as demais obras, de uma forma geral, o MAV é 41% mais econômico que o HDD. Analisando-se as obras separadamente, as diferenças de preço entre os métodos variam até 71%, no caso da obra 1, sendo o MAV mais vantajoso economicamente.

A partir da Tabela 4 pode-se observar que os serviços de recuperação do pavimento compõem uma parcela considerável do custo total, sendo cerca de 12%. Analisando-se apenas o custo da implantação da rede, desconsiderando-se o valor da tubulação, a recuperação da pavimentação chega a representar 23% do valor dos serviços. Portanto, os MND podem se tornar mais atrativos em situações em que há necessidade de se executarem trechos longos. No entanto, o serviço que apresentou maior influência sobre o custo total foi o escoramento de vala, chegando a representar 61% do valor dos serviços, para o caso da obra 2 e, no melhor dos casos, na obra 5, ainda representou 14% do custo total. Além disso, em todas as obras foi a atividade com maior custo.

Najafi (2017) observou que obras com métodos não destrutivos são menos onerosas que obras com abertura de vala. Nestas, segundo o autor, atividades como

escavação, escoramento, reaterro e compactação representam cerca de 70% do custo total de um projeto. Para as obras analisadas neste trabalho, esses serviços representaram, em média, 65% do custo total. Contudo, é preciso destacar que, embora o autor constataste que todos os custos são maiores para execuções por abertura de vala, as diferenças identificadas nos resultados encontrados podem ser atribuídas às particularidades do contexto da pesquisa, que foi realizada nos Estados Unidos.

Apesar do HDD ter apresentado valores de custo direto maiores que o MAV para a maioria dos casos, aquele se apresenta vantajoso se considerados o impacto ambiental reduzido inerente ao método, a pouca interferência nas atividades do entorno e a preservação da integridade do pavimento e dos outros utilitários subterrâneos.

Além disso, os dados ratificam os resultados encontrados por Coral e Steiner (2015), que concluíram que o custo direto para o MND é 10,64% maior que o MAV. Considerando-se apenas o custo da implantação da rede, sem os serviços de recuperação do pavimento e recomposição de cavas, o custo de implantação por metro linear de MND é 43,13% maior. A análise realizada pelos autores mostra que o método destrutivo necessita do dobro do tempo para executar o projeto e causa grande impacto no fluxo de veículos e conseqüentemente no cotidiano das pessoas.

Entretanto, vale também ressaltar que todas as obras analisadas no presente estudo foram executadas por furo direcional por atenderem a exigências construtivas. Por mais que o método tradicional se apresente mais barato, as obras não possuíam características que permitissem ser executadas por tal método destrutivo, seja por serem localizadas em rodovias federais, áreas de proteção ambiental ou por possuírem a necessidade de desviar de obstáculos, como trilhos ferroviários.

6 | CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou os custos diretos de construção pelo método de abertura de vala e pelo método não destrutivo por perfuração direcional horizontal (HDD), adotados para a instalação de redes de saneamento e distribuição de água no estado do Rio Grande do Norte. Foram analisadas doze obras, sendo três localizadas no interior do estado e nove em Natal, e suas características construtivas para realizar a composição dos custos, dentre elas o diâmetro da tubulação, extensão, profundidade e finalidade.

Baseado nos resultados obtidos, pode-se concluir que, para as obras analisadas, considerando-se apenas o custo direto de construção, o método de abertura de vala apresenta-se mais vantajoso que a técnica HDD. Apesar de provocar menos interferência no tráfego e impacto ambiental, a técnica HDD mostrou custo financeiro superior, sendo, em média, 41% mais oneroso que o MAV. Em apenas um caso analisado, o HDD apresentou-se 9% mais econômico que o método tradicional, resultado que pode ser atribuído às características de maior profundidade dessa obra em particular.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, D. M.; BAIK, H. S.; GOKHALE, S. **Development of a decision support system for selection of trenchless technologies to minimize impact of utility construction on roadways.** Indiana, Estados Unidos, 2002. Disponível em: < goo.gl/JKGAMC > acessado em outubro/2017
- ARIARATNAM, S. T.; LUEKE, J. S.; ALLOUCHE, E. N. **Utilization of Trenchless Construction Methods by Canadian Municipalities.** Virgínia, Estados Unidos. Journal of Construction Engineering and Management, v. 125, n. 2, março 1999. Disponível em: < <https://goo.gl/kHDg6Y> > acessado em outubro/2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9814:** Execução de rede coletora de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12266:** Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA - ABRATT. Disponível em: < <https://goo.gl/iFvbgY> > acessado em outubro/2017.
- BUENO, B.; COSTA, Y. **Dutos enterrados: aspectos geotécnicos.** 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE – CAERN. Disponível em: <<https://goo.gl/mbsgYP>> acessado em outubro/2017.
- CORAL, D. B.; STEINER, L. R. **Comparativo entre perfuração direcional horizontal (MND) x método destrutivo (vala), para implantação de rede de gás natural urbana. Estudo de caso.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 15. Disponível em: < <https://goo.gl/1vGuxv> > acessado em outubro/2017.
- DEZOTTI, M. C. **Análise da utilização de métodos não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas.** 2008. 231p. Tese (Mestre em Engenharia Civil: Transportes) Escola De Engenharia de São Carlos, São Paulo.
- GANGAVARAPU, B. S.; NAJAFI, M.; SALEM, O. **Quantitative analysis and comparison of traffic disruption using open-cut and trenchless methods of pipe installation.** Baltimore, Estados Unidos, julho 2013.
- MASSARA, V. M.; FAGÁ, M. T. W.; UDAETA, M. E. **A importância do método não destrutivo na implantação de redes de gás natural em cidades consolidadas.** Campinas, SP, 2007. Disponível em: < <https://goo.gl/Wt61rF> > acessado em outubro/2017
- NAJAFI, Mohammad. **Tecnologia Não Destrutiva: Planejamento, Equipamentos e Métodos.** São Paulo: ABES, 2017.
- NAJAFI, M.; OK KIM, K. **Life-cycle-cost comparison of trenchless and conventional open-cut pipeline construction projects.** Pipeline Division Specialty Congress. San Diego, California, 2004. Disponível em: <<https://goo.gl/DtozKf>> acessado em outubro/2017.
- NAJAFI, Mohammad. **Trenchless technology: pipeline and utility design, construction, and renewal.** Nova York: McGraw-Hill Education, 2005.
- SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL – SINAPI. Disponível em: <goo.gl/Y5P23x> acessado em outubro/2017.

WOODROFFE, N. J. A.; ARIARATNAM, S. T. **Cost and risk evaluation for horizontal directional drilling versus open cut in an urban environment.** Virgínia, Estados Unidos. Practice Periodical on Structural Design and Construction, v. 13, n. 2, mai. 2008.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-472-6

