

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Elói Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: David Emanuel Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Franciele Braga Machado Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

F697 Força, crescimento e qualidade da engenharia civil no Brasil
/ Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. –
Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-387-3

DOI 10.22533/at.ed.873202109

1. Construção civil – Aspectos econômicos – Brasil. I.
Tullio, Franciele Braga Machado.

CDD 624

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Força, Crescimento e Qualidade na Engenharia Civil no Brasil” contempla dezesseis capítulos com pesquisas sobre temas da engenharia civil no país.

É sabido que a engenharia civil possui uma grande importância no contexto social no país, uma vez que através dela é possível projetar habitações com fins sociais.

Da mesma forma, a engenharia civil proporciona soluções sustentáveis, através de aplicações lean construction ou ainda no desenvolvimento de sistemas que garantem o saneamento básico, proporcionando qualidade de vida a comunidade.

Este livro aborda também pesquisas sobre o comportamento de materiais de construção, e proposta de novos materiais com a finalidade de avançar na construção civil ou conhecer seu comportamento em determinadas situações críticas.

Apresentamos também estudos sobre patologias na construção civil, a fim de entender seus efeitos e buscar alternativas para evitá-las.

Por fim, apresentamos um estudo sobre a forma de ensinar engenharia, de modo que esta área tão técnica seja valorizada como uma solução que pode transformar o país.

Desejo que esta obra proporcione uma leitura agradável e instigue o leitor a buscar e realizar novas pesquisas, contribuindo para a força, o crescimento e a qualidade da engenharia civil no Brasil.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA METODOLOGIA BIM E FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABITAÇÃO

Daniel Pacheco Albuquerque

José Luis Menegotto

DOI 10.22533/at.ed.8732021091

CAPÍTULO 2..... 18

LEAN CONSTRUCTION: VANTAGENS DE SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Marcos Vinicius Oliveira de Sá

Keven Costa Ribeiro

Marcela Andrade de Carvalho

Alexandre José de Andrade Malheiros

Wanderson Santos Silva

David Murad Col Debella

DOI 10.22533/at.ed.8732021092

CAPÍTULO 3..... 25

CRESCIMENTO DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SINOP/MT E SUA RELAÇÃO COM OS PRINCIPAIS IMPOSTOS (ISSQN E INSS)

Fernando Dante Morari

Maria Fernanda Fávero Menna Barreto

DOI 10.22533/at.ed.8732021093

CAPÍTULO 4..... 39

DIAGNÓSTICO BÁSICO DO SISTEMA DE DRENAGEM EM PIUMHI – MG COM APLICAÇÃO DE MODELAGEM GIS

Gabriel Soares da Silva

Germano de Oliveira Mattosinho

Rafael Leonel de Castro

Vinny Yuri de Oliveira

Humberto Coelho de Melo

DOI 10.22533/at.ed.8732021094

CAPÍTULO 5..... 54

ANTROPIZAÇÃO DAS MICROBACIAS URBANIZADAS DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO: FATORES FÍSICOS E QUÍMICOS

Miréia Aparecida Bezerra Pereira

Rafaela Alves Dias Xavier

Hilda Rodrigues da Silva

Agatha Sousa Oliveira

Gabriella Nunes Cerqueira

Maira Cristina Fernandes Marinho Matos

Alessandra Gomes Duarte

Rise Consolação Luata Costa Rank

Nelita Gonçalves Faria de Bessa

DOI 10.22533/at.ed.8732021095

CAPÍTULO 6..... 69

CUSTO BENEFÍCIO NA UTILIZAÇÃO DE *MND TUNNEL LINER* EM SUBSTITUIÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL DE ABERTURA DE VALA EM PISTA DE ROLAMENTO

José Anderson de França
Kananda Raquel Manso da Silva França
Eduardo Cabral Silva

DOI 10.22533/at.ed.8732021096

CAPÍTULO 7..... 83

APLICAÇÃO DO DESIGN THINKING PARA O LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES DE UM PROJETO SOCIAL EM SÃO LUIS - MA

Marcos Vinicius Oliveira de Sá
Keven Costa Ribeiro
Marcela Andrade de Carvalho
Alexandre José de Andrade Malheiros
Wanderson Santos Silva
Thiago Ferreira Silva

DOI 10.22533/at.ed.8732021097

CAPÍTULO 8..... 92

ESTUDO DA FORMA DO AGREGADO GRAÚDO E SUA INFLUÊNCIA NO MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO

Danillo de Almeida e Silva
André Luiz Bortolacci Geyer
Guilherme de Sousa Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.8732021098

CAPÍTULO 9..... 116

IMPERIAL BLUE QUARTZITE CHARACTERIZATION PURPOSING THE REMOVAL OF STAINS IN NATURA

Juliano Tessinari Zagôto
Rogério Danieletto Teixeira
Bruno do Vale Miotto
Bárbara Gonçalves Rocha

DOI 10.22533/at.ed.8732021099

CAPÍTULO 10..... 123

USO DO METACAULIM NAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS E SEUS EFEITOS SOBRE A DURABILIDADE USE OF METACAULIM IN COATING MORTARS AND THEIR EFFECTS ON DURABILITY

João Gabriel Souza dos Reis
Romilde Almeida de Oliveira
Leonardo José Silva do Vale
Klayne Kattiley dos Santos Silva
Guilherme Henrique Nascimento de Barros
Rayssa Valéria da Silva
Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Pedro Daltro Macedo de Alencar

José Mateus Gomes Bandeira da Silva
Maria Eduarda Barbosa Ramos de Aguiar
DOI 10.22533/at.ed.87320210910

CAPÍTULO 11..... 136

VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DO LÁTEX DA SERINGA AMAZÔNICA (*HEVEA BRASILIENSIS*) COMO ADITIVO EM CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND PARA MELHORA DE SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS

José Costa Feitoza
Natália da Mata Batista

DOI 10.22533/at.ed.87320210911

CAPÍTULO 12..... 145

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO CONVENCIONAL SUBMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS

Débora Maria Schein
Rafaela Wagner
Caroline dos Santos Santa Maria
Nelson Seidler

DOI 10.22533/at.ed.87320210912

CAPÍTULO 13..... 158

QUANTIFICAÇÃO DE ENTULHO CLASSE A E C DESTINADO A ÁREA DE RCCD DE GURUPI-TO

Beatriz Cerqueira de Almeida
Lara Ferreira Assunção
Luiza Souza Magalhães
Ryhan Marcos Dias Batista
Victor de Aguiar Baldão
Asafe Gomes
Bárbara Gomes Ferreira
Antônio Parreira de Vasconcelos Neto
Daniel Ramos de Souza
Nelita Gonçalves Faria de Bessa

DOI 10.22533/at.ed.87320210913

CAPÍTULO 14..... 166

PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES: ESTUDO DE CASO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL

Ismael Marrathman Dias Costa
Marcos Augusto Barbosa de Amorim
Yuri Sotero Bomfim Fraga

DOI 10.22533/at.ed.87320210914

CAPÍTULO 15..... 178

PATOLOGIA DE FACHADAS: REVISÃO DE LITERATURA

Allefy Teles Sampaio
Jéssica Wanderley Souza do Nascimento
Domingos Sávio Viana de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.87320210915

CAPÍTULO 16.....	188
A ARTE DE ENGENHEIRAR – RELATO DE EXPERIÊNCIA Maria Aridenise Macena Fontenelle DOI 10.22533/at.ed.87320210916	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	201
ÍNDICE REMISSIVO.....	202

CAPÍTULO 6

CUSTO BENEFÍCIO NA UTILIZAÇÃO DE MND *TUNNEL LINER* EM SUBSTITUIÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL DE ABERTURA DE VALA EM PISTA DE ROLAMENTO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de Submissão: 05/07/2020

José Anderson de França

Graduado em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP/
Wyden)

Kananda Raquel Manso da Silva França

Graduando em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP/
Wyden)

Eduardo Cabral Silva

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade
Federal de Pernambuco; Docente do Centro
Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP/
Wyden);

RESUMO: A região nordeste brasileira, ao longo dos anos passa por situações críticas com o abastecimento de água. Por meses e até anos essa região sofre com o castigo da seca e conseqüentemente a falta de água para as tarefas mais básicas. Para minimizar a situação, as autoridades nacionais se reuniram e projetaram uma forma alternativa de suprir essa necessidade, a saber: Adutora do Agreste. O traçado principal desse projeto acompanha o traçado da rodovia federal BR 232. Na construção de uma adutora de água uma das mais recorrentes atividades é a escavação de valas para o assentamento de tubulações de acordo com a previsão de projeto. Este trabalho

mostra qual o custo benefício em se empregar o Método Não Destrutivo MND *Tunnel Liner* ao invés do método tradicional de escavação sob pista rolante de considerável trafego. Fazendo uma abordagem das características dos dois métodos e comparando a viabilidade do *Tunnel liner* em substituição ao Método Tradicional de escavação. Para isso, utilizou-se os métodos da pesquisa qualitativa e quantitativa (estudo de caso) da adutora do agreste em uma área estudada que é compreendida da cidade de Arcoverde até a cidade de São Caitano no agreste pernambucano. Também foi utilizado na construção da pesquisa uma entrevista com o corpo técnico da adutora do agreste composto por dois engenheiros civis e um técnico sênior de edificações, bem como bibliografia disponível. Os resultados mostraram a viabilidade social e ambiental e relativa viabilidade econômica no emprego do *Tunnel Liner*.

PALAVRAS-CHAVE: MND, *Tunnel Liner*, Escavação de Vala Método Tradicional.

COST BENEFIT IN THE USE OF MND TUNNEL LINER IN REPLACEMENT TO THE TRADITIONAL METHOD OF OPENING OF TRACK IN TRACKING

ABSTRACT: The northeastern Brazilian region, over the years, goes through critical situations with the water supply. For months and even years this region suffers from the punishment of drought and consequently the lack of water for the most basic tasks. To minimize the situation, the national authorities met and designed an alternative way to meet this need, namely: Adductor do Agreste. The main layout of this project follows the layout

of the federal highway BR 232. In the construction of a water pipeline, one of the most recurrent activities is the excavation of ditches for laying pipes according to the project's forecast. This work shows the cost benefit of using the MND Tunnel Liner Non-Destructive Method instead of the traditional excavation method under a considerable amount of traffic. Taking an approach of the characteristics of the two methods and comparing the viability of the Tunnel liner in substitution to the Traditional Method of excavation. For this, we used the methods of qualitative and quantitative research (case study) of the adductor of agreste in a studied area that is comprised from the city of Arcoverde to the city of São Caitano in the harsh Pernambuco. An interview was also used in the construction of the research with the technical staff of the agreste pipeline composed of two civil engineers and a senior building technician, as well as available bibliography. The results showed the social and environmental viability and relative economic viability in the use of the Tunnel Liner.

KEYWORDS: MND, Tunnel Liner, Ditch Excavation Traditional Method.

1 | INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil é, frequentemente, castigado pela escassez hídrica. Com exceção da faixa litorânea, as regiões Agreste e Sertão dos estados que compõem essa região são penalizados por baixos totais pluviométricos anuais e irregularidades nas chuvas interanuais. Nesse sentido, se torna extremamente necessário as intervenções de infraestrutura hídrica pelas políticas públicas, no intuito de mitigar os efeitos da seca nordestina (CAMPOS, 2013).

O estado de Pernambuco possui, aproximadamente, 60% do seu território contido nas regiões Agreste e Sertão, sendo, portanto, um Estado bastante afetado pela falta de água. As obras de infraestrutura hídrica no Estado são bastante expressivas e subsidiam o desenvolvimento regional de diversas áreas (IBGE, 2017).

O Ramal do Agreste é um empreendimento de infraestrutura hídrica que complementa o projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional que tem como objetivo mitigar a seca no Agreste pernambucano. Em complementação ao Ramal do Agreste, está sendo construído o Sistema Adutor do Agreste Pernambucano que tem suas obras regidas pelo consorcio composto pelas empresas Passarelli, Grupo PB e Obras Técnicas Ltda (OTL).

As obras de assentamento de adutoras, de uma forma geral, causam uma série de transtornos à população, tais como, dificuldade de locomoção devido as intervenções no terreno, prejuízos econômicos para o comércio, poluição sonora, visual e atmosférica, entre outros. Em rodovias de fluxo intenso, como é o caso da BR-232 – local que passará o eixo principal do Sistema Adutor do Agreste – busca-se um número mínimo de intervenções ao longo da via, a fim de não ocasionar muitos transtornos aos condutores e as equipes de trânsito, assim como, evitar prejuízos as rodovias e as pessoas que moram próximo as suas margens.

A instalação de adutoras, geralmente, em sua totalidade é realizada através do processo de escavação e assentamento de tubos de diferentes diâmetros, a depender da necessidade proposta no cálculo de dimensionamento do projeto, e posteriormente, o terreno é recomposto. Essa metodologia tradicional foi utilizada em boa parte do trajeto da adutora do agreste, no entanto, em alguns trechos foi utilizado o Método não Destrutivo - MND de escavação *Tunnel Liner*.

O presente trabalho analisou o método MND *Tunnel Liner* e fez comparações pontuais com o método de escavação tradicional (abertura de vala) na obra da adutora do agreste Pernambucano.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Método tradicional

A NBR 12266 (ABNT, 1992), é responsável por estabelecer os critérios mínimos para a execução de escavações de valas para tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana. Quando empregado na travessia de pista de rolamento, a escavação de vala pode trazer efeitos negativos ao projeto, pois as aberturas de trincheiras provocam deterioração prematura do pavimento e grande interferência no tráfego, gerando custos que recaem sobre as municipalidades e seus cidadãos (DEZOTTI, 2008). O método de abertura de vala nem sempre é viável, e um dos fatos que provam isso é que quando uma tubulação é instalada sob uma estrutura de pavimento flexível usando métodos tradicionais, a escavação provocará deformações no solo devido a dificuldades associadas com a recomposição da trincheira na compactação do solo e das camadas asfálticas (DEZOTTI, 2008). Os deslocamentos do solo tendem a se manifestar na superfície do pavimento, com os maiores valores ocorrendo na linha central da tubulação instalada, os quais, além de provocar rachaduras nas bordas da trincheira, resultam em uma redução da vida em serviço e do desempenho do pavimento conforme afirmado por Tighe et. al. (2002) citado por Dezotti (2008). Segundo os mesmos autores, quando uma tubulação é instalada sob uma estrutura de pavimento flexível usando métodos tradicionais uma descontinuidade da superfície é introduzida conforme figura 1.



Segundo Dezotti (2008) os impactos sociais, ambientais e financeiros envolvidos na utilização do método tradicional são os seguintes:

- Interrupção no tráfego de veículos;
- Perdas de acessibilidade;
- Perdas econômicas municipal-local;
- Danos no pavimento;
- Danos a estruturas adjacentes;
- Vibração e barulho;
- Poluição de ar;
- Instabilidade na segurança local;
- Outros impactos ambientais, sociais e financeiros.

E com relação as máquinas e equipamentos tem-se:

- Retroescavadeiras;
- Escavadeiras hidráulicas;
- Valadoras;
- Pás carregadeiras;
- Compactadores;
- Máquinas de corte de pavimento;
- Caminhões.

2.2 Método não destrutivo tunnel liner

O Método Não Destrutivo (MND) tem por definição a ciência referente a reparação,

instalação e reforma de dutos, tubos e cabos subterrâneos, utilizando-se 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 (ABRATT, 2007).

Os métodos não destrutivos se dividem em dois grandes grupos principais: métodos de recuperação não destrutivos e métodos de construção não destrutivos (RIGHI, 2015). Os métodos de recuperação abrangem todos os métodos de reparo, reabilitação e ou substituição de uma rede subterrânea existente. Por métodos de construção não destrutivos subentendem-se todos os métodos para instalação de novas redes subterrâneas (DEZOTTI, 2008)

Independentemente do método não destrutivo a ser utilizado, seja de recuperação ou de construção, deve-se sempre que possível fazer uma investigação um tanto minuciosa para não ser pego de surpresa no desenvolver das escavações (ABPE, 2013).

A Companhia de Saneamento do Maranhão (CAEMA), através de sua Especificação Técnica (ET 12/08, 2002, *TUNNEL LINER*) define esse procedimento como sendo execução de túneis com anéis de chapa de aço com perfil ondulado (*“Liner Plante”*) em que a medida que se escava é feito em seguida o procedimento de montagem para garantir a estabilidade do perfil de solo. E ainda nos especifica que *“Liner Plante”* são os anéis segmentados de chapa de aço de perfil ondulado com dispositivos para fixação de parafusos. Esse método é caracterizado por utilizar chapas de aço corrugado na montagem de túneis que quando subterrâneos não interfere o tráfego. É classificado como um método não destrutivo de escavação e se encontra em oposição aos tradicionais métodos encontrados nas construções civis. É indicado principalmente para obras subterrâneas e de preferência em áreas urbanas (pois seu objetivo é evitar constrangimentos na paralisação de atividades cotidianas e ainda assim repassar segurança na execução). Esse método não é uma solução nova, pois vem sendo utilizado com certa frequência desde anos 80, mas com pouca tecnologia empregada, e a partir de 1914 vem sendo desenvolvidos testes e estudos relacionado a essa tecnologia, porém nos últimos anos vem sendo cada vez mais aperfeiçoado e utilizado nos mais diversos seguimentos da construção como: “redes de esgotos, passagens de veículos e pedestres, passagens de cabos de telefonia e energia, além de aplicações em obras metroviárias e na mineração”, entretanto o ramo de maior aplicação é o de drenagem de águas pluviais (NAKAMURA, 2012).

2.2.1 Materiais

Os materiais empregados na execução dos serviços conforme Caema (2002) são:

- Chapas de aço corrugadas galvanizadas;
- Parafusos e porcas galvanizadas;

- Solo-cimento para preenchimento de vazios;
- Gaxetas vedantes;
- Materiais para construção do poço de serviço, conforme Projeto.

De acordo com o especialista em fundações pesadas e geotecnia Luiz Naresi citado por Nakamura (2012), diz que em caso de aplicação do MND *Tunnel Liner* em área litorânea ou em situações de agressividade ambiental, o ideal é utilizar revestimento epóxi em caso de danos no material das chapas galvanizadas no transporte.

2.2.2 Equipamentos

São utilizados para execução dos serviços, os seguintes equipamentos segundo Caema (2002):

- Bombas de deslocamento positivo ou de pistão, para injeção de argamassa de solo-cimento nos vazios;
- Equipamentos manuais para escavações;
- Ferramentas para montagem das chapas de aço.

2.2.3 Execução

O poço de ataque será o primeiro passo para o desenvolvimento dos trabalhos. Esse poço consiste em uma abertura no início do túnel com dimensões adequadas para o emprego das máquinas e equipamentos e também dos materiais (CAEMA, 2002). Rocco (2006) afirma que as escavações são realizadas com seis pessoas revezando entre escavação e retirada de solo, podendo chegar a 1,5 metros de comprimento diário.

A montagem dos anéis é seguida de escoramento das chapas de aço corrugado, mediante a montagem das mesmas com seus parafusos. Os parafusos usados são de 5/8" x 1. 1/2" que serão colocados nas laterais das chapas ao longo do perfil (DNER, 2005, citado por REBOUÇAS, 2010). Os materiais extraídos de dentro do túnel poderão ser depositados fora do emboque para posterior remoção pelos caminhões basculantes. Conforme avanço das escavações, em caso da não consolidação do solo será necessária injeção de solo cimento por ponteira penetrante para assegurar a consolidação do solo (DNIT, 2004, citado por REBOUÇAS, 2010). Após a chegada ao outro lado do túnel faz-se o desemboque (que caracteriza a finalização das escavações) e preenche os espaços entre os corrugados e o solo com solo cimento para evitarem-se recalques, sendo necessária uma verificação para comprovar o total preenchimento dos vazios (REBOUÇAS, 2010).

3 | METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Classificação da pesquisa

Esse trabalho é de cunho quali-quantitativo (estudo de caso), o qual busca de forma ampla e detalhada explicar a temática dos métodos de escavação, tradicional e método não destrutivo, assim como, suas vantagens e desvantagens do ponto de vista socioeconômico e logístico. A classificação da pesquisa quanto quantitativa dar-se pelo fato da análise estatística dos dados coletados e qualitativa por centrar-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais (SOUZA e KERBAUY, 2017).

A caracterização da pesquisa quanto aos objetivos, é de cunho explicativo. Nesse tipo de pesquisa, segundo Gil (2008), há uma busca para identificação dos fatores determinantes para a ocorrência dos fenômenos.

No presente estudo as variáveis envolvidas estão relacionadas de forma esclarecedora e os objetivos estão bem definidos, caracterizando a pesquisa, com relação ao seu caráter, como experimental e explicativo (GIL, 2008).

3.2 Área de estudo

O Agreste Pernambucano é uma das 5 mesorregiões do estado de Pernambuco. A região é formada por 71 municípios e área de 24.400 km², o que representa pouco mais de 24% do Estado. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE a população do Agreste pernambucano ultrapassou 2.374.000 habitantes no ano de 2016.

No contexto hidrológico, a região Agreste do Estado de Pernambuco apresenta grande variabilidade espaço-temporal da precipitação, assim como irregularidade das chuvas interanuais, o que favorece a ocorrência de escassez hídrica em boa parte da Região (ANDRADE et al., 2018).

A Adutora do Agreste é uma obra de infraestrutura hídrica que complementa o Sistema Adutor do Agreste Pernambucano. Este empreendimento é financiado pelo Governo Federal, com complementação orçamentária do Governo do Estado de Pernambuco, e executado através do Ministério da Integração Nacional. O investimento total estimado para execução da obra é de R\$ 3 bilhões (COMPESA, 2016).

Esse sistema de abastecimento de água será o maior já operado pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA e consistirá num dos maiores sistemas de abastecimento integrados do mundo. Segundo dados da própria companhia, o Sistema contemplará 68 cedes municipais e 80 localidades urbanas, o que trará benefícios diretos para mais de 2 milhões de habitantes.

A água oriunda do Eixo Leste da transposição do São Francisco será aduzida do ponto de captação, reservatório de Ipojuca – localizado no município de Arcoverde, até o município de Gravatá. As tubulações devem ter extensão em torno de mil quilômetros e contendo uma série de subunidades, tais como, adutoras de água bruta e tratada,

reservatórios, estações de tratamento de água, etc (TCU, 2018).

O foco e observação da pesquisa se darão em uma das partes integrantes da construção da adutora do agreste, mais precisamente, no traçado que compreende o km 70 da BR 232, entre os municípios de Arcoverde e Caruaru, no Agreste pernambucano.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico debateu-se os métodos de escavações tradicional e o Método Não Destrutivo, a fim de verificar qual destes se ajusta melhor às obras realizadas às margens de rodovias de tráfego intenso, já que, toda nova construção produz impactos, sejam ambientais ou socioeconômicos, tal como a construção da Adutora do Agreste no trecho da BR 232. Na ocasião, espera-se evidenciar as vantagens e desvantagens entre os métodos propostos, auxiliando assim a tomada de decisão para desenvolver obras que causem menos impactos ambientais e que sejam socioeconomicamente viáveis.

No trecho compreendido entre os municípios de Arcoverde e Caruaru, ao longo da BR 232, foram realizadas 6 escavações utilizando o MND, figura 3.

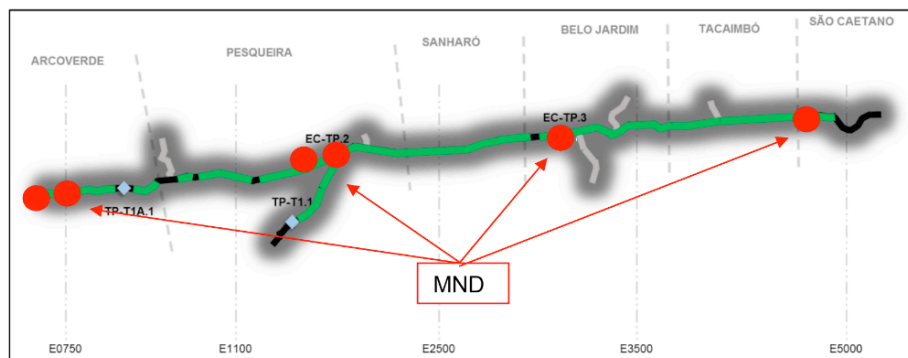


Figura 3 - Localização das construções MND na adutora do agreste

Fonte: Autor (2017)

4.1 Análise do método não destrutivo em relação ao método tradicional

Considerando que o km 258 da BR-232 nas proximidades do município de Arcoverde, onde passa o eixo principal da adutora do agreste, tem um Volume Médio Diário Ano (VMDA) de 7.032 veículos (DNIT, 2017), as intervenções realizadas nas vias, caso fosse adotado o método tradicional de escavação, seriam extremamente inconvenientes para os condutores e, sobretudo, as intervenções com interrupção do tráfego aumentam o risco de acidentes.

Durante o período de estágio nas obras da Adutora do Agreste, o autor do presente

trabalho, por meio de entrevistas estruturadas com as pessoas que moram ou trafegam pelas margens da BR-232, constatou que a poluição atmosférica, principalmente poeira, conforme figura 4, nas escavações utilizando o MND é muito menor, quando comparadas as obras de escavação com o método convencional. Em diversos momentos as obras de escavação da adutora, utilizando o método tradicional, foram interrompidas devido a manifestações realizadas pelas comunidades que vivem as margens da BR-232 devido à grande emissão de poeira oriundas das jazidas que são utilizadas para recomposição do solo, constando esses relatos no Relatório Diário de Obra do consorcio. Em contrapartida, esses problemas não ocorrem com as escavações com MND, haja vista que nesse processo não há necessidade de recomposição do solo, conseqüentemente, não há necessidade de exploração de jazidas.



Figura 4 - Poluição visual na escavação tradicional da adutora do agreste

Fonte: Autor (2017)

Em termos ambientais, o MND também tem vantagens muito significativas com relação ao método tradicional, haja vista que as intervenções no lençol freático são menores, assim como o nível de poluição atmosférica e as intervenções na vegetação local. Dezzoti (2008), defende que o custo benefício faz a escolha do MND valer a pena em escavações de vias de grande fluxo de veículos. Isso porque as paralisações não serão necessárias, e a obra de MND passará quase que despercebida com relação a poluições ambientais e sonoras.

Outro ponto de destaque, diz respeito a conservação das vias, as quais não sofrerão impactos em seu rolamento utilizando o MND, o que preservará as mesmas.

Deve-se chamar a atenção para um dos pontos negativos da aplicação do MND em termos de tempo de execução das obras. Observa-se por meio dos Relatórios Diários

de Obras – RDO da empreiteira que os processos escavação que utilizam o MND, sem que haja nenhum tipo de fator interveniente, levam mais tempo para serem concluídos, haja vista que o MND *tunnel liner* a escavação é feita manualmente, e na medida em que se avança são instaladas as chapas metálicas, que cumprem a função de revestimento e contenção.

No entanto, observa-se também que nas escavações realizadas pelo método tradicional são relatadas, por meio dos RDOs, uma série de fatores intervenientes que estendem a duração das obras, tais como, interrupções devido ao tráfego intenso de veículos, rompimento de tubulações, quebra de máquinas escavadeiras entre outras. Rebouças (2010) reforça essa constatação afirmando que a produtividade do MND *Tunnel Liner* é reduzida quando comparada ao método tradicional, e destaca que em comprimento de escavação, a diferença seria em torno de 30 a 50 metros mensais, porém considerando que não haveria nenhuma interferência na execução de ambos os métodos. Sendo que neste trabalho levou-se em consideração as interrupções por situações inesperadas.

O MND, tipo *Tunnel Liner*, aplicado sob o pavimento da BR 232 próximo a mimoso distrito de Arcoverde, mostrou-se muito eficiente, visto que utilizou chapas corrugadas de fácil manuseio e escavação manual, com baixo custo operacional e baixa complexidade de execução. Segundo Nuvolari (2003), o custo direto em muitas situações, para a execução do MND, já é equivalente ao método com abertura de valas a céu aberto, no entanto, as vantagens são enormes, como a precisão na execução da obra, redução de prazos e etapas do cronograma físico-financeiro e grande redução do custo social.

Informações da Abratt (2008) colocam que, quando se trata de vantagens socioeconômicas, o método não destrutivo é bem mais viável, pois apesar dos custos com tubulações cravadas serem cerca de 20% mais alto em relação aos métodos convencionais, quando se leva em conta a precisão do trabalho, os prazos menores e a não-interferência no trânsito, essa diferença perde a importância.

4.2 Tabela comparativa dos métodos pesquisados

<i>Tunnel Liner</i>	Método tradicional
Não interfere o fluxo normal de veículos.	Precisa parar o trânsito e organizar desvios.
Trabalho manual, baixo custo com maquinas e equipamentos.	Maior parte do trabalho realizado com maquinas e equipamentos de grande porte como escavadeiras hidráulicas.
Menos riscos para sociedade com relação a acidentes.	Segurança comprometida para quem utiliza a via.

Agressão do ambiente reduzido.	Agressão ao meio ambiente significativa.
Sem registros de insatisfações da sociedade.	Reclamações relatadas nos diários de obra.
Poucas interferências por causa de problemas no desenvolvimento da obra.	Várias interferências por causa de problemas como tubulações existentes furadas.
Mão de obra reduzida.	Mão de obra aumentada e especializada.
Quase que imperceptível em execução.	Muitas máquinas e mão de obra trabalhando, poluição sonora e visual.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, o método não destrutivo é considerado como uma atividade de aplicação geral, ou seja, pode ser aplicado em diversos segmentos de obras de engenharia civil com diversas vantagens quando comparado ao método tradicional. Dentre as vantagens do MND, pode-se destacar a eliminação do processo de abertura de valas, redução de danos ambientais e no pavimento, e o fator de não ser necessário a interrupção do fluxo de veículos. O custo relacionado ao método tradicional se equipara ao MND, apesar de que inicialmente ser menos oneroso, pois o método tradicional gera uma série de fatores intervenientes que atrapalha a obra e gera custos adicionais nas planilhas orçamentárias fazendo com que o custo benefício por optar pelo *Tunnel Liner* em pavimentos de movimentação intensa seja bem mais atraente. Esse critério serve também para comparar agilidade na execução dos métodos. No MND *Tunnel Liner* o processo de execução é mais lento, entretanto não há quase nenhuma interferência externa ou interna no desenvolvimento da obra. Por outro lado, o método tradicional apesar de ser mais rápido, demonstrou ser instável e inconstante na execução, gerando custos a mais e transtornos para os construtores e usuários.

Praticamente todas as características relacionadas a mão de obra do *Tunnel Liner* para o tipo de emprego mencionado neste trabalho contempla uma escolha mais acertada, por ser bem menos a quantidade de efetivos com relação ao método tradicional. Também pode-se destacar a simplicidade pela qual os equipamentos do MND se sobressaem com relação a escavação tradicional. Enquanto o primeiro utiliza praticamente equipamentos manuais, o segundo na maior parte do tempo utiliza equipamentos de grande porte e mão de obra especializada.

Ressalta-se que para obter sucesso na utilização do MND, é essencial realizar levantamentos precisos e investigações de campo em prol de minimizar o risco de imprevistos durante sua execução.

O MND, desde que executado de forma bem planejada, reduz os riscos de grandes

escavações, no emprego em travessias de estradas (foco desse trabalho), rios e áreas de grandes centros urbanos, com isso reduzindo os riscos de danificar pavimentos, de causar grandes interferências no solo, incidentes, interrupções do tráfego e parada de linhas de produção, o que significa menor custo de material e redução no cronograma de obra comparando com métodos tradicionais. Com isso, o MND *Tunnel Liner* dispõe de uma ótima alternativa, quando utilizado em áreas de grande tráfego semelhantes as rodovias da BR 232, para minimização de impactos socioeconômicos e ambientais.

REFERENCIAS

__ABRAHAM, D. M.; BAIK H. S. GOKHALE S. (2002) **Development of decision support system for selection of trenchless technologies to minimize impact of utility construction on roadway.** Springfield, VA: National Technical Information Service, 2002.

__ABRATT; ISTT, **Um Guia dos Métodos Não Destrutivos (MND)** para instalação, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de escavação, SP, 2010.

__ABRATT; ISTT, **Um Guia dos Métodos Não Destrutivos (MND)** para instalação, recuperação, reparo e substituição de redes, dutos e cabos subterrâneos com o mínimo de escavação, SP, 2006.

__ALVARES, J. V. T. RIBOSKI, J. G et al. **Método Não Destrutivo CIPP (Cured In Place Pipe) para recuperação e substituição de redes em obras subterrâneas.** Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR. [s.n.t] (sem notas tipográficas).

__ANDRADE, A. R. S et al. **Geoestatística aplicada a viabilidade espacial e padrões nas series temporais da precipitação no agreste pernambucano.** Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 03, n. 01, p. 126-145, 2018.

__ARAÚJO, C. B. C. et al. Reunião de Pavimentação Urbana, 20ª RPU. **Utilização de método não destrutivo (mnd) para drenagem urbana em vias de grande fluxo: estudo de caso da travessia da br – 116, km 5,52.** 2017. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Junho de 2017.

__ARMCO STACO, **Tunnel Linear, Aplicações.** São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.armcostaco.com.br/pt/produto/3.html>. Acesso em: 29 jun. 2017.

__ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.266:** Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.

__ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.675:** Tubos e conexões de ferro dúctil e acessórios para sistemas de adução e distribuição de água – Requisitos. Rio de Janeiro 2005.

__ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.682:** Revestimento de argamassa de cimento em tubos de ferro fundido dúctil. Rio de Janeiro 1993.

__ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.827:** Revestimento externo de zinco em tubos de ferro fundido dúctil. Rio de Janeiro 1991.

__AZUAGA, Denise. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. Tese de mestrado em Engenharia – UFRJ, 2000.

__BORGES, Alberto de Campos. **Topografia: aplicada à engenharia civil**. V.2. 2. ed. 11. reimp. São Paulo, Edgard Blücher, 2013.

__BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18- Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em:<<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-18-condicoes-e-meio-ambiente-de-trabalho-na-industria-da-construcao>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

__CAMPOS², J. N. B. **Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos**. Ceara, Universidade Federal do Ceará (UFC), 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v28n82/05.pdf>>. Acesso em julho de 2018.

CEHOP, Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas. **Rede de Drenagem: Bueiros tubulares e celulares**. [s.n.t] (sem notas tipográficas).

__DEZOTTI, M. C. Tese de USP, **Análise da utilização de métodos não destrutivos** como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas, SP, 2008.

__EXECUÇÃO DE *TUNNEL LINER*. [s.l]: [s.n], 2002.

__FAIXA DE DOMÍNIO. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

__GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. 1ª Ed. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2009.

__HELLER, Léo. PADUA, Valter Lúcio. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

__LIMA, Ricardo. **Modelação de um sistema adutor**. 2008. Tese – Faculdade de engenharia. Porto, Portugal: 2008.

__MARTINS, Tiago. **Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano – Desenvolvimento e Aplicação de Ferramenta Informática para a sua Gestão Integrada**. 2014. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental – Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Bragança, 2014.

__MASCARENHAS, A. M. **Estudo de caso: Escavação e tratamento para emboque de túnel em rocha utilizando o método natm - Região portuária, centro do rio de Janeiro/RJ**. 2014. Monografia. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

__MATTOS. Aldo Dórea. Material de 1ª, 2ª e 3ª Categorias. Disponível em:<<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/material-de-1-2-e-3-categorias-318190-1.aspx>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

__NAKAMURA, Juliana. **Transporte: Execução de Tunnel Liner**. Artigos Acadêmicos. [s.l.]. set. 2012. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/18/execucao-de-tunnel-liner-sistema-nao-destrutivo-composto-por-265044-1.aspx>>. Acesso em: 9 maio, 2017.

__NUVOLARI, A. (coord) et al. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

__PADULA, R. Transporte: **Fundamentos e propostas para o Brasil**: 1. Ed. Brasília: Coronário Editora Gráfica Ltda, 2008.

__REBOUÇAS, Diego Fortes. **Estudo do uso de métodos não destrutivos em travessias de tubulações por interferência**. 2010. Monografia – Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, Bahia: 2010.

__RIGHI, R. B. S. **Recuperação e implantação de redes subterrâneas pelo método não destrutivo – perfuração horizontal direcional**. 2015. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

__ROCCO, Jefferson. Tese de USP, **Métodos e procedimentos** para a execução e o georreferenciamento de redes subterrâneas da infra-estrutura urbana, SP, 2006.

SANTOS, Jéssica dos. **Estudo de Modelo de Calibração para ajuste de parâmetros de rugosidade, demanda e vazamento visando eficiência hídrica e energética em redes de abastecimento de água**. Estudo de caso em São Lourenço - MG. 2016. 181 f. Dissertação (Mestrado em de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.

__SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quanti-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, v. 31, n. 61, p. 21-44, jan./abr. 2017.

__SOUSA, Osvaldo Pereira. **Entrevista concedida a Anderson França**. Belo Jardim, 24 abr. 2017.

__STALLIVIERE. Iran Carlos Correia. **Topografia Aplicada a Engenharia Civil**. 13ª edição. Porto Alegre, RS. 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agregado 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 112, 113, 114, 115, 125, 128, 143, 146, 147, 149, 150, 159, 160, 162

Alvará 25, 27, 28, 32, 34, 35

B

Bim 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 53, 197, 198

C

Concreto 9, 22, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 104, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 124, 125, 128, 129, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 152, 155, 156, 157, 173, 176, 177, 182, 187, 192

Construção Civil 1, 2, 6, 7, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 50, 52, 88, 114, 124, 125, 126, 128, 137, 139, 143, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 172, 176, 177, 179, 180, 185, 187, 190, 192, 193, 199

D

Design Thiking 83, 84

Drenagem Pluvial 39

Durabilidade 92, 93, 100, 111, 123, 124, 128, 129, 133, 135, 170, 175, 181, 182

E

Elasticidade 92, 98, 101, 103, 105, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 140

Enxuto 18

Escavação 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 81

F

Forma 3, 7, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 43, 44, 45, 65, 69, 70, 74, 79, 84, 85, 86, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 123, 126, 143, 145, 146, 159, 161, 163, 166, 169, 170, 174, 175, 179, 189, 194, 195, 197

H

Habitação 1, 2, 3, 4, 25, 26, 80, 197

Habite-se 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36

I

Impostos 15, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 35

Influência 41, 43, 57, 92, 93, 99, 100, 101, 111, 115, 128, 133, 134, 135, 138, 144, 146,

174, 175, 181

Infraestrutura Urbana 39

Interdisciplinar 55, 159, 163

L

Lean Construction 1, 2, 3, 6, 8, 9, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23

M

MND 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79

N

Necessidades 6, 9, 21, 83, 85, 86, 87, 88, 89

O

Ornamental Stones 116

P

Personas 83, 84, 85, 87, 89, 90

PMCMV 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 14, 15, 16

Pozolanas 124, 127, 129

Projeto Social 83, 84, 85, 88

Q

Qualidade da Água 55, 56, 57, 59, 60, 63, 65, 66, 68

Quartzite 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

R

Recursos Hídricos 55, 66, 67

Removal 116, 118

Revestimentos 123, 124, 125, 127, 133, 135, 140, 162, 179, 181, 182, 184, 186, 187

S

Saneamento Básico 54, 55, 56, 59, 65, 66, 68, 88

Saúde Pública 55, 65, 66, 68

Smart City 39, 40, 43, 44, 52, 53

Stains 116, 118, 122

T

Technological Characterization 116

Tunnel Liner 69, 70, 71, 72, 73, 77, 78, 79, 81

V

Vala Método Tradicional 69

Vantagens 18, 19, 22, 74, 75, 77, 78, 138

Viabilidade Técnico-Econômica 1, 16

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

FORÇA, CRESCIMENTO E QUALIDADE DA ENGENHARIA CIVIL NO BRASIL



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br