



As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 2

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente 2

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: Natália Sandrini
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)	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 2 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-430-6 DOI 10.22533/at.ed.306192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDOS DA ÁGUA E SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO UBERABINHA EM UBERLÂNDIA - MG	
Maria da Graça Vasconcelos	
Luiz Alfredo Pavanin	
Erich Vectore Pavanin	
DOI 10.22533/at.ed.3061925061	
CAPÍTULO 2	13
BATIMETRIA E MEDIÇÃO DE VAZÃO NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ - RO	
Renato Billia de Miranda	
Camila Bermond Ruezzeno	
Bruno Bernardo dos Santos	
Frederico Fabio Mauad	
DOI 10.22533/at.ed.3061925062	
CAPÍTULO 3	26
MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ENSAIO DE PROVA DE CARGA EM SOLO BASÁLTICO	
Daniel Russi	
Sandra Garcia Gabas	
Giancarlo Lastoria	
DOI 10.22533/at.ed.3061925063	
CAPÍTULO 4	37
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PAPEL FILTRO E CENTRÍFUGA PARA DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E CORRELAÇÕES COM PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	
Ana Carolina Dias Baêso	
Eduardo Souza Cândido	
Roberto Francisco de Azevedo	
Gustavo Armando dos Santos	
Tulyo Diniz Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3061925064	
CAPÍTULO 5	51
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DE UM SOLO TROPICAL DA BAIXADA FLUMINENSE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Fernando Benedicto Mainier	
Claudio Fernando Mahler	
Viktor Labuto Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.3061925065	
CAPÍTULO 6	61
ELABORAÇÃO DE UMA CARTA DE UNIDADES DE TERRENO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM – ES	
Bruna Xavier Faitanin	
Éder Carlos Moreira	
Altair Carrasco de Souza	
Vitor Roberto Schettino	
DOI 10.22533/at.ed.3061925066	

CAPÍTULO 7	69
ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO SILTE ARENOSO DA FORMAÇÃO GUABIROTUBA COM CAL PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO	
Wagner Teixeira Eclesielter Batista Moreira João Luiz Rissardi Vanessa Corrêa de Andrade Ronaldo Luis dos Santos Izzo	
DOI 10.22533/at.ed.3061925067	
CAPÍTULO 8	80
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CAL HIDRATADA NA RESISTÊNCIA DE SOLOS SEDIMENTARES	
Jair de Jesús Arrieta Baldovino Eclesielter Batista Moreira Ronaldo Luis Dos Santos Izzo Juliana Lundgren Rose Erico Rafael Da Silva Wagner Teixeira Felipe Perretto Roberto Pan	
DOI 10.22533/at.ed.3061925068	
CAPÍTULO 9	95
PERFILAGEM DO SUBSOLO NO MUNICÍPIO DE APUCARANA-PR COM BASE EM DADOS DE SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT	
Mariana Alher Fernandes Augusto Montor de Freitas Luiz	
DOI 10.22533/at.ed.3061925069	
CAPÍTULO 10	104
UTILIZAÇÃO DO PERMEÂMETRO DE TUBO NA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE CAMADAS SUPERFICIAIS DE SOLOS	
Marcos Túlio Fernandes Glaucimar Lima Dutra	
DOI 10.22533/at.ed.30619250610	
CAPÍTULO 11	116
DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM SOLO REFORÇADO COM GEOSSINTÉTICOS	
Alessandra Lidia Mazon Maytê Pietrobelli de Souza Bianca Penteado de Almeida Tonus André Fanaya	
DOI 10.22533/at.ed.30619250611	

CAPÍTULO 12 133

AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE DO SOLO DE CARACTERÍSTICA NÃO LATERÍTICA SOB O ENFOQUE GEOTÉCNICO NAS MARGENS DA TO-222 NO MUNICÍPIO DE ARAGUAÍNA - TO

Glacielle Fernandes Medeiros
Renata de Moraes Farias
Palloma Borges Soares
Ana Sofia Oliveira Japiassu
Andressa Fiuza de Souza
Igor Guimarães Matias

DOI 10.22533/at.ed.30619250612

CAPÍTULO 13 144

ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIA DE HIERARQUIZAÇÃO DE NÍVEIS DE ATENÇÃO UTILIZADA EM MINERAÇÃO PARA TRABALHOS DE MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ÁREA URBANA

Marcelo Corrêa da Silva
Daiara Luiza Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.30619250613

CAPÍTULO 14 157

PRODUÇÃO DE CONCENTRADO ÚMIDO FOSFATADO: UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO NA MINERAÇÃO

Matheus Henrique Borges Coutinho
Ricardo Antonio de Rezende
Cibele Tunussi
Marcos Vinicius Agapito Mendes

DOI 10.22533/at.ed.30619250614

CAPÍTULO 15 163

ESTUDO DOS DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUGESTÕES PARA A MINIMIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DOS MESMOS, VISANDO A OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS OBRAS E MENORES IMPACTOS AMBIENTAIS

Beatriz Zeurgo Fernandes
Rafael Bergjohann
Luiz Carlos de Campos

DOI 10.22533/at.ed.30619250615

CAPÍTULO 16 176

USO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND

Kenyson Diony Souza Silva
Raduan Krause Lopes
Fabiano Medeiros Da Costa

DOI 10.22533/at.ed.30619250616

CAPÍTULO 17 192

ESTUDOS PRELIMINARES DA APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE MINÉRIO DE COBRE SULFETADO NA ELABORAÇÃO DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO

Julia Alves Rodrigues
Dilson Nazareno Pereira Cardoso
Abel Jorge Rodrigues Ferreira
Edinaldo José de Sousa Cunha
Bruno Marques Viegas
Edilson Marques Magalhães
José Antônio da Silva Souza

DOI 10.22533/at.ed.30619250617

CAPÍTULO 18 200

AValiação DO COMPORTAMENTO DE COMPOSIÇÕES A BASE DE CIMENTO DE ALUMINATO DE CÁLCIO FRENTE AOS MICRORGANISMOS STAPHYLOCOCCUS AUREUS E ESCHERICHIA COLI

Renata Martins Parrreira
Talita Luana de Andrade
Newton Soares da Silva
Cristina Pacheco Soares
Victor Carlos Pandolfelli
Ivone Regina de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.30619250618

CAPÍTULO 19 209

UMA TÉCNICA, BASEADA EM PROJETO DE EXPERIMENTOS, PARA OTIMIZAÇÃO DA DOSAGEM DE ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL E AREIA

André Rodrigues Monticeli
Paulo César Mappa
Aellington Freire de Araújo
Emerson Ricky Pinheiro
Karoline Santos da Silva

DOI 10.22533/at.ed.30619250619

CAPÍTULO 20 221

REDUÇÃO DO CONSUMO DE AÇO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS AO ESFORÇO CORTANTE ATRAVÉS DA ESCOLHA DO ÂNGULO DAS BIELAS

Lucas Teotônio de Souza
Paula de Oliveira Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.30619250620

CAPÍTULO 21 232

ANÁLISE DE CRONOGRAMA FÍSICO x CRONOGRAMA REALIZADO NA OBRA DO FÓRUM DE RIO NEGRO/PR PARA FINS DE DIMINUIÇÃO DOS ATRASOS

Nathalia Loureiro de Almeida Correa

DOI 10.22533/at.ed.30619250621

CAPÍTULO 22 250

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIMENSIONAMENTO DOS VERTEDORES EM BARRAGENS E SUAS INFLUÊNCIAS ECOLÓGICAS E SOCIOECONÔMICAS. ESTUDO DE CASO: USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ

Jéssica Beatriz Dantas
Djair Félix da Silva

DOI 10.22533/at.ed.30619250622

CAPÍTULO 23	262
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO PERMEÁVEL EM UMA ÁREA DA CIDADE DE JOINVILLE/SC	
Adilon Marques dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.30619250623	
CAPÍTULO 24	281
ANÁLISE NUMÉRICA DA SENSIBILIDADE DO ALGORITMO IMPLEX APLICADO EM UM CENÁRIO HIPOTÉTICO DE ESTABILIDADE DE TALUDE VIA TÉCNICA DE DESCONTINUIDADES FORTES	
Nayara Torres Belfort	
Ana Itamara Paz de Araujo	
Kátia Torres Botelho Galindo	
Igor Fernandes Gomes	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.30619250624	
CAPÍTULO 25	294
DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E COM O AUXÍLIO DE UM SOFTWARE COMPUTACIONAL	
Iva Emanuely Pereira Lima	
Vitor Bruno Santos Pereira	
Vinicius Costa Correia	
DOI 10.22533/at.ed.30619250625	
CAPÍTULO 26	306
DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO DE PILARES MISTOS PREENCHIDOS DE AÇO E CONCRETO	
Jéssica Salomão Lourenção	
Élcio Cassimiro Alves	
DOI 10.22533/at.ed.30619250626	
CAPÍTULO 27	325
ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
João Augusto Dunck Dalosto	
Luiz Fernando Hencke	
Jhonatan Conceição dos Santos	
Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti	
DOI 10.22533/at.ed.30619250627	
CAPÍTULO 28	336
APLICAÇÃO DO CPR EM SOLOS MOLES NA REGIÃO DO CAMPO DOS PERDIZES: DUPLICAÇÃO DA BR 135, ENTRE O KM 39,36 E O KM 39,90	
Rodrigo Nascimento Barros	
Larysse Lohana Leal Nunes	
Saymo Wendel de Jesus Peixoto Viana	
DOI 10.22533/at.ed.30619250628	
CAPÍTULO 29	348
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERNO DE UMA TERAPIA INTENSIVA	
Sylvia Katherine de Medeiros Moura	
Antonio Calmon de Araújo Marinho	
Wagner Amadeus Galvão de Souza	
Angelo Roncalli Oliveira Guerra	
DOI 10.22533/at.ed.30619250629	

CAPÍTULO 30	357
'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
DOI 10.22533/at.ed.30619250630	
CAPÍTULO 31	371
PROCEDIMENTO DE ANÁLISE EXPERIMENTAL E NÚMÉRICO DE UMA PONTE EXECUTADA COM PALITOS DE PICOLÉ	
Matheus Henrique Morato de Moraes	
João Eduardo Sousa de Freitas	
Diogo Henrique Morato de Moraes	
Juarez Francisco Freire Junior	
Wellington Andrade da Silva	
Geraldo Magela Gonçalves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.30619250631	
CAPÍTULO 32	383
EXERGIA HÍDRICA EM SISTEMAS REDUTORES DE PRESSÃO	
Conrado Mendes Moraes	
Ângela B. D. Moura	
Eduardo D. P. Schuch	
Eduardo de M. Martins	
DOI 10.22533/at.ed.30619250632	
SOBRE O ORGANIZADOR	393

MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ENSAIO DE PROVA DE CARGA EM SOLO BASÁLTICO

Daniel Russi

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
FAENG/PGTA

Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Sandra Garcia Gabas

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
FAENG/PGTA

Campo Grande, Mato Grosso do Sul

Giancarlo Lastoria

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
FAENG/PGTA

Campo Grande, Mato Grosso do Sul

RESUMO: Esse trabalho apresenta os resultados de caracterização de solo basáltico e o monitoramento do nível d'água em 2016 na Área experimental de geotecnia e hidrogeologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Para caracterização geotécnica, foram executadas duas sondagens de simples reconhecimento, uma prova de carga, uma sondagem a trado manual e uma trincheira de amostragem. A amplitude máxima de variação do nível do lençol freático durante o período foi da ordem de dois metros onde os níveis estáticos medidos foram de 4,82 e 6,75 m no P1; 4,39 e 6,53 m no P2; 4,33 e 6,42 m no P3 e 5,12 e 7,25 m no P4.

PALAVRAS-CHAVE: Variação do nível freático, Ensaios de caracterização geotécnica,

Fundação superficial.

WATER TABLE MONITORING IN ORDER TO PERFORM PLATE LOADING TEST ON BASALTIC SOIL

ABSTRACT: This work presents the results of basaltic soil characterization and water table monitoring in 2016 at Experimental area of geotechnics and hydrogeology of the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS). Geotechnical characterization tests were performed such as two standard penetration tests, one plate load test, one hand drilling auger and one sampling trench. The maximum amplitude of the water table variation during this period was about two meters and the static levels measured were 4.82 and 6.75 m at P1; 4.39 and 6.53 m at P2; 4.33 and 6.42 m at P3 and 5.12 and 7.25 m at P4.

KEYWORDS: Water table variation, Geotechnical characterization tests, Shallow foundation.

1 | INTRODUÇÃO

Várias pesquisas na área de geotecnia ambiental têm se voltado à busca de soluções que minimizem a degradação ao meio ambiente. Parte delas consiste no melhoramento de

características mecânicas do solo a partir da adição de elementos resultantes de atividades industriais e da construção civil, normalmente descartados no meio ambiente.

Este trabalho é parte de um estudo mais amplo, onde está sendo estudada a adição de resíduos da construção civil ao solo para melhorar a resistência mecânica para fundações superficiais. Está sendo desenvolvido na Área experimental de geotecnia e hidrogeologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), na cidade de Campo Grande (MS).

Segundo Décourt e Quaresma Filho (1996), há um consenso na engenharia de fundações que o ensaio de placa constitui a maneira mais adequada para se estabelecer as características carga-recalque. A utilização não frequente desse ensaio se deve a dificuldades nas áreas técnica e econômica. Na área econômica, deve-se ao alto custo do ensaio e ao longo tempo de execução. Esses fatores econômicos impedem que os ensaios sejam feitos em uma quantidade estatisticamente significativa, gerando limitações de ordem técnica. Outras limitações são a necessidade de extrapolação dos resultados e a interpretação do conceito de ruptura.

Segundo Thomé (1999) o desenvolvimento de materiais alternativos é de fundamental importância para as áreas de construção e geotecnia, pois essas áreas tem potencial para utilizá-los em grandes quantidades.

De acordo com Ferreira e Thomé (2011), uma forma de diminuir os problemas causados pelo acúmulo de resíduos é a sua reciclagem. Os autores buscaram avaliar a viabilidade técnica da utilização de resíduos da construção e demolição como reforço de solo residual de basalto trabalhando com misturas de 25, 50 e 75% de resíduos a fim de obter a máxima capacidade de suporte e a mínima deformação. Após ensaios de laboratório, executaram ensaio de placas em solo natural e em solo melhorado com resíduo, o que levou a concluir que é viável a incorporação de resíduos da construção ao solo, melhorando consideravelmente as suas características de suporte.

Vargas (1977), ao discutir a resistência de solos compactados, relata que a experiência mostra que os índices de resistência de um solo decrescem com o aumento da umidade.

A NBR 6122 (ABNT, 2010) orienta que nos projetos em solos colapsíveis seja considerada a possibilidade de encharcamento do solo.

Milititsky et al. (2015) alerta que as variações de umidade não são fáceis de controlar, pois a água pode se deslocar verticalmente ou horizontalmente abaixo das fundações provocando mudanças nos níveis de sucção e também de volume, devido a movimentos alternados de expansão e compressão. Para os solos colapsíveis, os autores alertam que as variações sazonais no nível do lençol freático (regime de chuvas e presença de vegetação) podem determinar a ocorrência de patologias. Devido à alta permeabilidade, os solos porosos superficiais podem ser particularmente colapsíveis, pois a água das chuvas percorre seus vazios sem saturá-los. O aumento do teor de umidade até um valor crítico pode levar o solo a perder sua estrutura de macroporos

por colapso estrutural.

2 | METODOLOGIA

2.1 Considerações iniciais

A área experimental de geotecnia e hidrogeologia encontra-se dentro do Câmpus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Foi instalada em 2014 para atender à demanda de estudos e pesquisas na área de geotecnia e hidrogeologia.

Compreende uma área de aproximadamente 1.000 m². A Figura 1 apresenta esquematicamente o local de cada uma das investigações do subsolo descritas em 2.2, o local da prova de carga em placa, descrito em 2.4 e os poços de monitoramento de nível d'água descritos em 2.5.

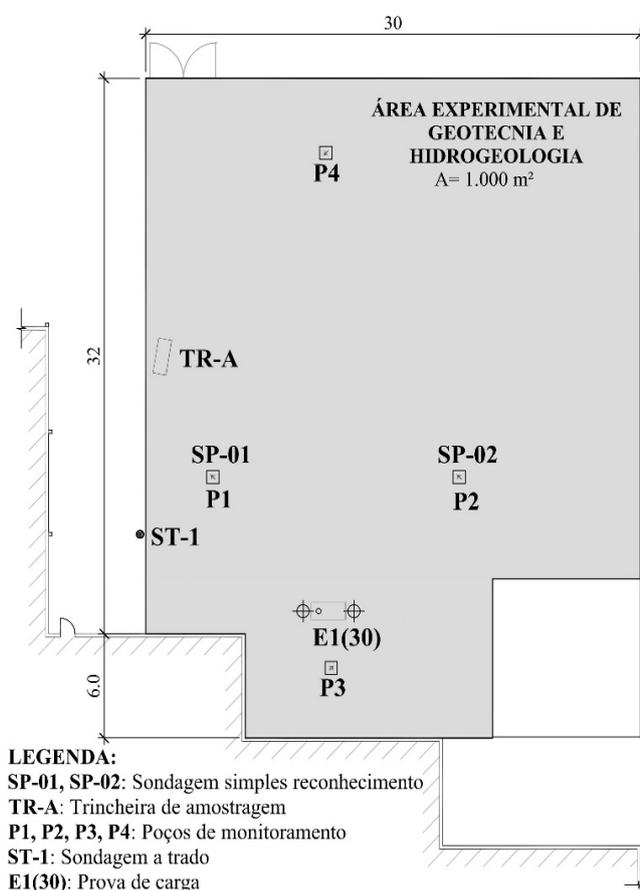


Figura 1. Área experimental de geotecnia e hidrogeologia

2.2 Investigação do subsolo

2.2.1 Sondagem de simples reconhecimento (SPT)

Foram executadas duas sondagens de simples reconhecimento (SP-01 e SP-02). As sondagens foram conduzidas até a profundidade de 22,10 m e 20,00 m, respectivamente, seguindo as prescrições da NBR 6484 (ABNT, 2001). No momento

da execução das sondagens, o nível freático encontrava-se em 8,40 e 8,30 m de profundidade.

2.2.2 Sondagem a trado

Foi executada uma Sondagem a trado (ST-1) com trado de 15 cm de diâmetro, seguindo as prescrições da NBR 9603 (ABNT, 1986a). Foi conduzida até a profundidade de 4,00 m, retirando amostras a cada metro. As amostras deformadas foram levadas ao Laboratório de Geotecnia para os ensaios de caracterização (análise granulométrica, peso específico dos grãos de solo e limites de consistência).

2.2.3 Trincheira de amostragem

Foi executada uma Trincheira de amostragem (TR-A), escavada mecanicamente. Removeu-se uma camada densa de vegetação, desprezando os primeiros 50 cm escavados. A partir dos 50 cm até aproximadamente 1,25 m, coletou-se o material escavado em sacos plásticos para os ensaios de caracterização.

2.3 Ensaios de laboratório

2.3.1 Teor de umidade natural do solo

Nos locais de coleta das amostras do solo, foram separadas e pesadas amostras para determinação da umidade natural, seguindo as prescrições da NBR 6457 (ABNT, 1986b). A umidade natural foi medida nos primeiros metros das duas sondagens de simples reconhecimento (SP-01 e SP-02), na sondagem a trado (feito a cada metro) e da trincheira de amostragem.

2.3.2 Análise granulométrica

O solo coletado na Sondagem a trado (ST-1) e na Trincheira de amostragem (TR-A) foi levado ao Laboratório de Geotecnia para o ensaio de análise granulométrica. Foram seguidas as prescrições da NBR 7181 (ABNT, 1984a).

2.3.3 Peso específico dos grãos de solo

Para a obtenção do peso específico dos grãos de solo foram seguidas as indicações da NBR 6508 (ABNT, 1984b), realizadas em amostras de 50 g passantes na peneira 10. Foram feitos ensaios em triplicata no solo retirado da ST-1 e em duplicata do solo retirado da TR-A.

2.3.4 Limites de consistência

Os ensaios de limite de liquidez (LL) foram executados de acordo com a NBT 6459 (ABNT, 1984c), o limite de plasticidade (LP) foi realizado conforme NBR 7180 (ABNT, 1984d). O limite de contração (LC) e a relação de contração (RC) foram feitas conforme NBR 7183 (ABNT, 1982).

2.4 Ensaio de campo

2.4.1 Prova de carga

Na área de estudo, conforme indicado na Figura 1, foi executada uma prova de carga lenta em solo natural, do tipo SML (Slow Maintained Load Test) com placa de 30 cm de diâmetro. O ensaio foi executado dentro de uma trincheira escavada mecanicamente em uma profundidade de aproximadamente 80 cm com relação ao nível natural do terreno. Os incrementos de carga foram de 2,41 kN, seguindo as prescrições da NBR 6489 (ABNT, 1984e).

2.5 Instalação de poços de monitoramento de água subterrânea

Com o objetivo de acompanhar a variação no nível do lençol freático e identificar o comportamento do fluxo da água subterrânea na área de estudo, além de permitir a coleta de amostras de água para análise de suas propriedades físico-químicas, foram instalados quatro poços de monitoramento (P1, P2, P3 e P4), Figura 2.

Dois desses poços (P1 e P2) foram instalados no momento de execução das duas Sondagens de simples reconhecimento (SP-01 e SP-02) onde, depois de finalizada a sondagem, foram inseridos no local de execução do ensaio canos de PVC de 1” (com tampão no fundo e ranhurados na base da coluna), circundados por pré-filtro.

Os outros dois poços (P3 e P4) seguiram um procedimento de execução semelhante ao descrito anteriormente. Foi feito um furo com o equipamento de sondagem de simples reconhecimento, porém, não foi feita a amostragem SPT. Apenas foi feito o furo com o mesmo equipamento para inserção dos canos de PVC (com tampão no fundo e ranhurados na base da coluna), circundados por pré-filtro.

As medidas do nível d’água foram tomadas semanalmente, com utilização de medidor eletrônico, com precisão centimétrica.

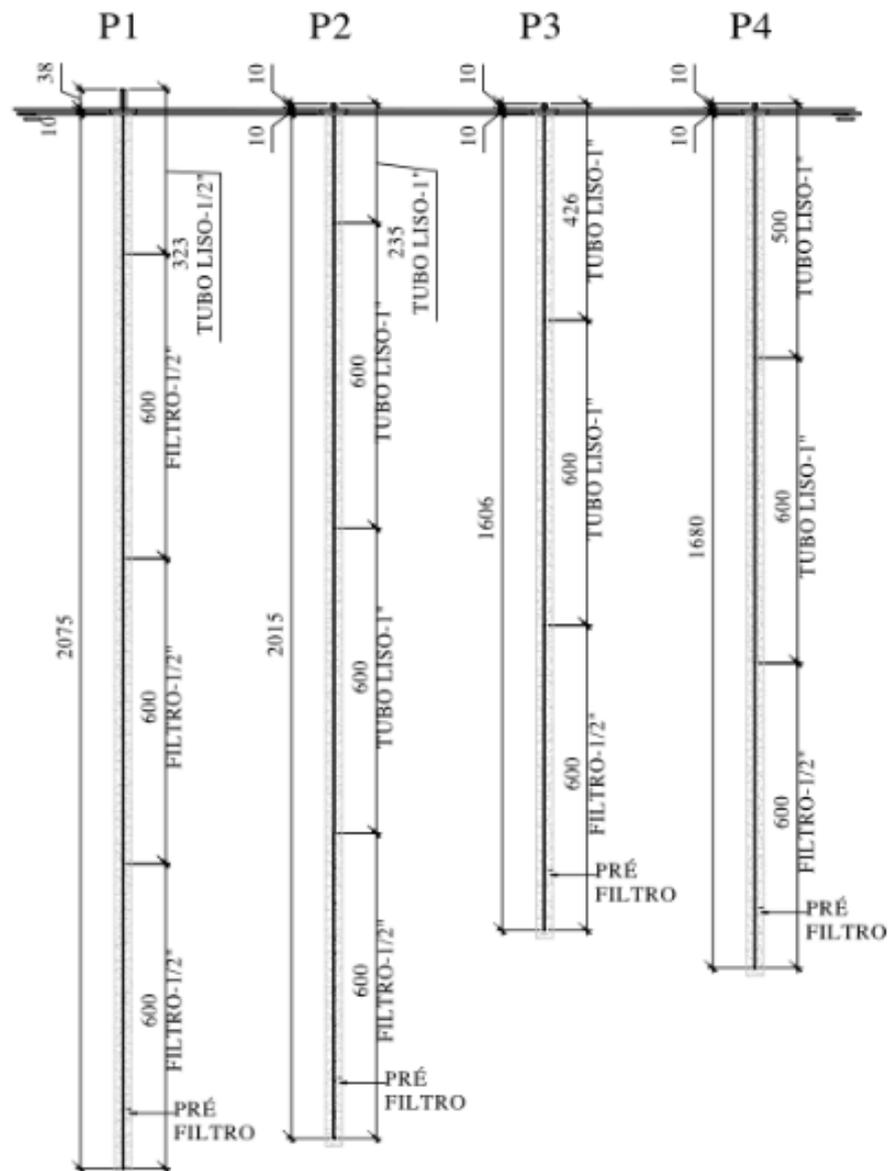


Figura 2. Perfil dos poços de monitoramento de água.

3 | APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Apresentam-se a seguir os resultados dos ensaios de laboratório e de campo realizados.

3.1 Umidade natural

A Tabela 1 apresenta os teores de umidade em cada uma das situações. De maneira geral, os ensaios de umidade natural variaram e 22,0 a 42,0%.

	Profundidade (m)	Umidade (%)
SP-01	1,00 – 1,45	23,7
	2,00 – 2,45	26,1
	3,00 – 3,45	30,3
	4,00 – 4,45	34,6
SP-02	1,00 – 1,45	24,0
	2,00 – 2,45	26,5
	3,00 – 3,45	30,2
	4,00 – 4,45	35,8
	5,00 – 5,45	42,0
ST-1	0,00 – 1,00	26,8
	1,00 – 2,00	26,6
	2,00 – 3,00	27,2
	3,00 – 4,00	22,0
TR-A	0,50 – 1,25	24,2

Tabela 1. Umidade natural

3.2 Análise granulométrica

Os ensaios de análise granulométrica estão dispostos nas Figuras 3 e 4, onde, respectivamente apresentam-se as curvas granulométricas para os ensaios com material proveniente da Sondagem a trado (ST-1) e o resultado da Trincheira de amostragem (TR-A). Observou-se que, tanto para a sondagem a trado quanto para a trincheira de amostragem, houve predominância de argila, com porcentagem superior a 50% em todos os ensaios. O silte se manteve na faixa entre 11,2 e 16,9% e a areia variou entre 28,1 e 34,3%.

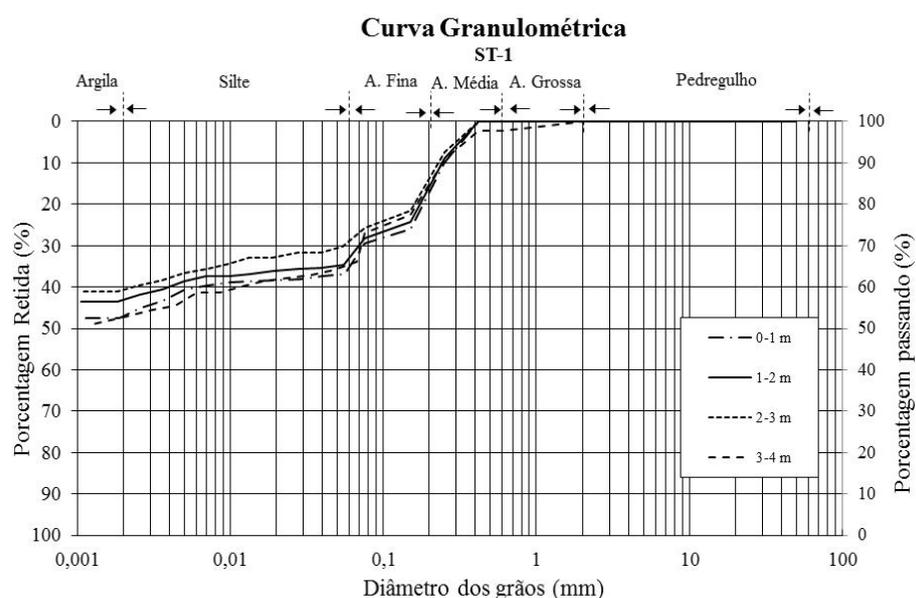


Figura 3. Curvas granulométricas sondagem a trado.

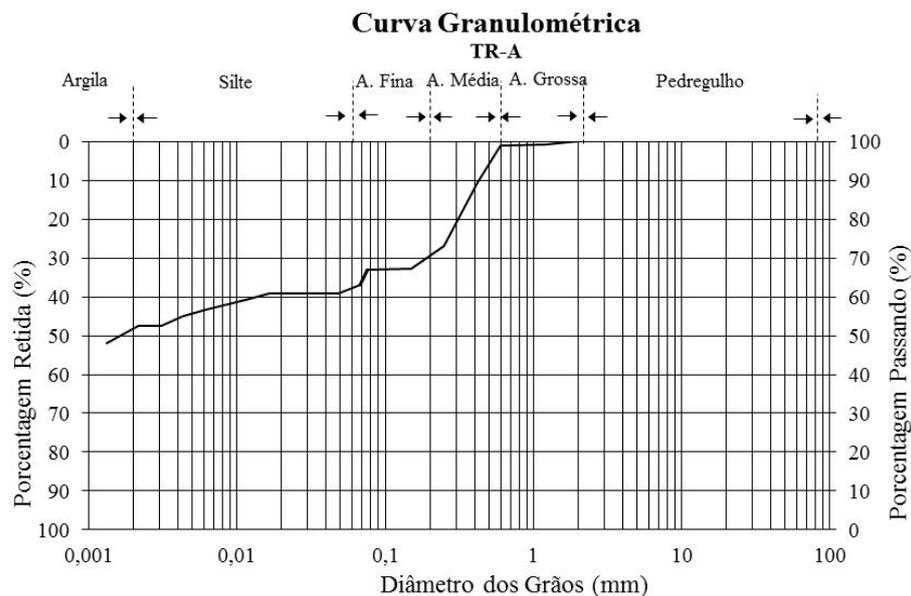


Figura 4. Curva granulométrica trincheria amostragem.

3.3 Peso específico dos grãos de solo

A Tabela 2 resume os resultados do Peso específico dos grãos de solo para a Sondagem a trado (ST-1) e a Trincheira de amostragem (TR-A). Os valores médios variaram entre 28,19 a 29,03 kN/m³.

	Profundidade (m)	Peso espec. (kN/m ³)
ST-1	0,00 – 1,00	28,71
	1,00 – 2,00	28,76
	2,00 – 3,00	28,44
	3,00 – 4,00	29,03
TR-A	0,50 – 1,25	28,19

Tabela 2. Peso específico real de solo

3.4 Limites de consistência

Para o solo obtido na sondagem a trado, o limite de liquidez em todo o perfil variou entre 44 e 53%, o Limite de plasticidade variou de 34 a 43% e o Índice de plasticidade variou de 6 a 11%. O Limite de contração se variou entre 21,4 e 24,6% e a Relação de contração permaneceram entre 1,7 e 1,8%.

3.5 Prova de carga

A prova de carga em placa de 30 cm, foi conduzida até a carga de 19,86 kN, correspondendo a uma tensão de 0,28 MPa e resultou em um recalque de 29,28 mm. A Figura 5 apresenta os resultados em forma de curva tensão x recalque.

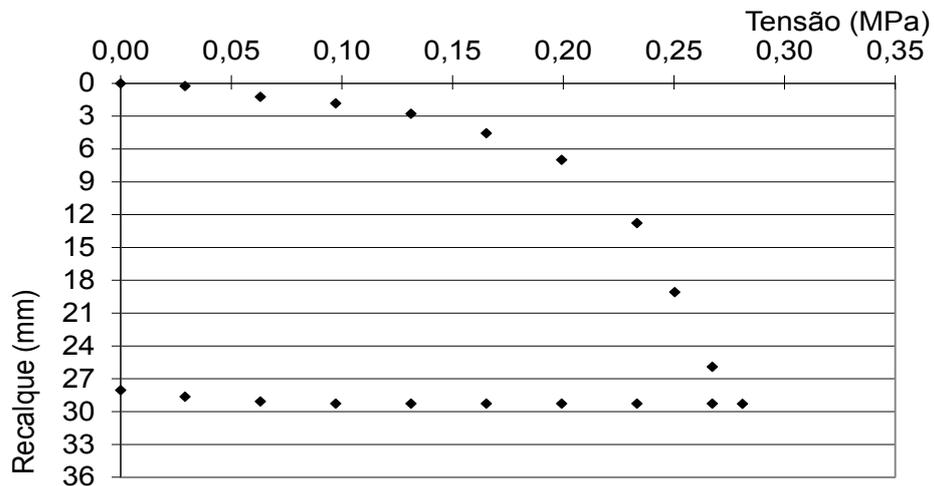


Figura 5. Curva tensão x recalque

3.6 Água subterrânea

Tomou-se como base o ano de 2016 para detalhar a variação do nível freático, medidos no período de janeiro de 2016 a dezembro de 2016.

Pode-se observar que houve uma grande variação dos níveis no decorrer do ano, chegando a diferenças da ordem de dois metros (Figura 6).

Os valores extremos do nível d'água medidos neste intervalo foram de 4,82 e 6,75 m no P1; 4,39 e 6,53 m no P2; 4,33 e 6,42 m no P3 e 5,12 e 7,25 m no P4.

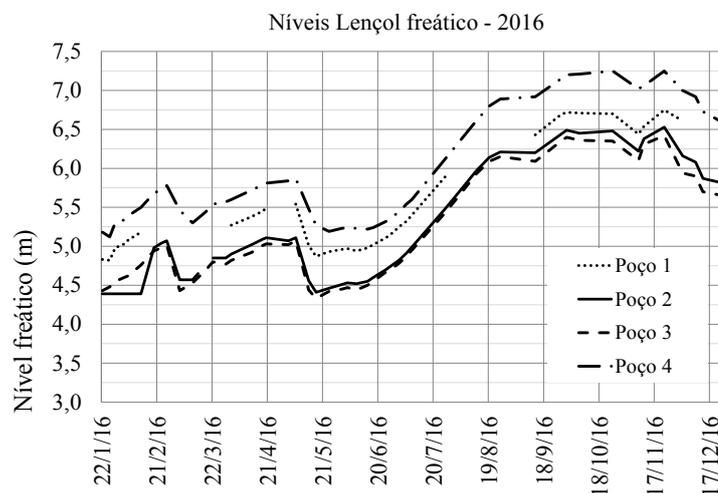


Figura 6. Níveis do lençol freático no ano de 2016.

A Figura 7 apresenta o mapa potenciométrico, o qual indica o fluxo da água subterrânea.

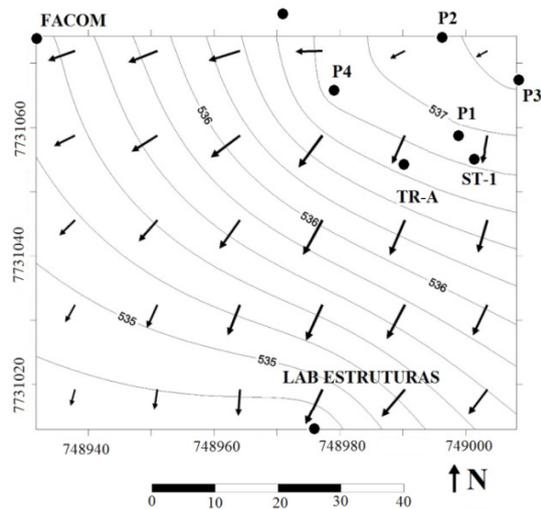


Figura 7. Mapa potenciométrico

4 | CONCLUSÕES

Os resultados da sondagem de simples reconhecimento conduziram a índices de resistência à penetração partindo de 2, nas camadas iniciais, e chegando até valores superiores a 50, nas camadas mais profundas (em torno de vinte metros de profundidade).

O solo apresenta predominância de argila, variando entre 50 e 59%, seguidas por silte, variando entre 11 e 17%. O peso específico dos grãos situa-se entre 28,19 kN/m³ e 29,03 kN/m³. Os limites de liquidez variaram entre 44 e 53%, os limites de plasticidade variaram entre 34 e 43%.

A curva da prova de carga indica um solo de baixa capacidade de suporte, chegando a uma tensão de 0,28 MPa com uma deformação de 29,28 mm.

Os níveis do lençol freático nos quatro poços de monitoramento chegaram a uma variação da ordem de dois metros. Tal fato tem relevante significado prático pois, no Brasil, em obras de pequeno e médio porte, muitas vezes é adotado o nível freático indicado apenas no perfil de sondagem SPT, sem que seja feito um monitoramento por pelo menos um ano para se obter as variações de nível e antever possíveis complicações que essa variação pode acarretar nas obras de engenharia.

Não se tinha conhecimento da variação do nível do lençol freático na área estudada e não se esperava a variação observada. Contudo, tal variação contempla a distância suficiente da base da placa (que simula uma futura fundação), o que sugere que o lençol frático não irá atingir o bulbo de pressões previsto para a futura fundação, descartando-se a possibilidade de perda de resistência à compressão por umidade ou inundação do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Zortéa Construções Ltda, Mecfor Engenharia, ArcelorMittal Brasil S.A, Funsolos Construtora e Engenharia Ltda, Sermix Serviços e Concretagem Ltda, Tornearia Beretta Ltda, Laboratórios de Geotecnia da UFMS e Laboratório de Materiais da Construção Civil da UFMS.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986b.
- _____. **NBR 6459**: solo – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984c.
- _____. **NBR 6484**: solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001.
- _____. **NBR 6489**: prova de carga direta sobre terreno de fundação. Rio de Janeiro, 1984e.
- _____. **NBR 6508**: grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – determinação da massa específica, Rio de Janeiro, 1984b.
- _____. **NBR 7180**: solo – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984d.
- _____. **NBR 7181**: solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984a.
- _____. **NBR 7183**: limite de contração. Rio de Janeiro, 1982.
- _____. **NBR 9603**: sondagem atrado. Rio de Janeiro, 1986a.
- _____. **NBR 6122**: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.
- Decourt, L. e Quaresma Filho, A. R. (1996). Estabelecimento das curvas carga-recalque de fundações através de provas de carga em mini placa. In: 3º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, **Anais...** p. 19, São Paulo.
- Ferreira, M. de C. e Thomé, A. (2011). Utilização de resíduo da construção e demolição como reforço de um solo residual de basalto, servindo como base de fundações superficiais. **Teoria e prática na Engenharia Civil**, v. 18, p. 112.
- Milititsky, J.; Consoli, N. C. e Schnaid, F. (2015). **Patologia das fundações**. 2. ed., Oficina de textos, São Paulo, SP, Brasil, 256 p.
- Thomé, A. (1999). **Comportamento de fundações superficiais apoiadas em aterros estabilizados com resíduos industriais**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 238 p.
- Vargas, M. (1977). **Introdução à mecânica dos solos**. McGraw-Hill, São Paulo, SP, Brasil, 509 p.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-430-6



9 788572 474306