



# 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDOS DA ÁGUA E SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO UBERABINHA EM UBERLÂNDIA - MG	
Maria da Graça Vasconcelos	
Luiz Alfredo Pavanin	
Erich Vectore Pavanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ENSAIO DE PROVA DE CARGA EM SOLO BASÁLTICO	
Daniel Russi	
Sandra Garcia Gabas	
Giancarlo Lastoria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925066</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>69</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925067</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>80</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925068</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>95</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925069</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>104</b>
UTILIZAÇÃO DO PERMEÂMETRO DE TUBO NA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE CAMADAS SUPERFICIAIS DE SOLOS	
Marcos Túlio Fernandes	
Glaucimar Lima Dutra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250610</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>116</b>
DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM SOLO REFORÇADO COM GEOSSINTÉTICOS	
Alessandra Lidia Mazon	
Maytê Pietrobelli de Souza	
Bianca Penteado de Almeida Tonus	
André Fanaya	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250611</b>	

**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**

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>262</b>
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO PERMEÁVEL EM UMA ÁREA DA CIDADE DE JOINVILLE/SC	
Adilon Marques dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250623</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>281</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250624</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>294</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250625</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>306</b>
DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO DE PILARES MISTOS PREENCHIDOS DE AÇO E CONCRETO	
Jéssica Salomão Lourenção	
Élcio Cassimiro Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250626</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>325</b>
ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
João Augusto Dunck Dalosto	
Luiz Fernando Hencke	
Jhonatan Conceição dos Santos	
Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250627</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>336</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250628</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>348</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250629</b>	

<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>357</b>
‘ARTENGENHARIA’: UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250630</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>371</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250631</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>383</b>
EXERGIA HÍDRICA EM SISTEMAS REDUTORES DE PRESSÃO	
Conrado Mendes Moraes	
Ângela B. D. Moura	
Eduardo D. P. Schuch	
Eduardo de M. Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250632</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>393</b>

## PERFILAGEM DO SUBSOLO NO MUNICÍPIO DE APUCARANA-PR COM BASE EM DADOS DE SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT

### **Mariana Alher Fernandes**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil  
Apucarana – Paraná

### **Augusto Montor de Freitas Luiz**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil  
Apucarana – Paraná

**RESUMO:** O ensaio de sondagem de simples reconhecimento com SPT é o ensaio de campo mais utilizado no Brasil e em muitas partes do mundo. É comumente empregado nos projetos de fundações e em outras áreas de engenharia geotécnica. As sondagens são realizadas sem nenhum conhecimento prévio das propriedades do solo na maioria dos casos. O objetivo deste trabalho é apresentar a perfilagem do subsolo correspondente a uma seção localizada na região central do município de Apucarana, Paraná, Brasil. Neste estudo foram analisadas sondagens de 7 obras de edificação em diferentes localidades desse município, resultando um total de 23 furos de sondagens. Em função do alinhamento e da disposição dos dados de sondagem foi selecionada uma sondagem representativa de cada obra, utilizando 6 sondagens na elaboração do perfil do subsolo. Cada sondagem foi escolhida de tal maneira que pudesse representar as

características do terreno e evidenciar as camadas de solo evoluído, solo de alteração e impenetrável ao SPT. A camada de solo evoluído apresenta-se homogêneo ao longo do perfil, espessura da ordem de 10,0 metros e crescimento gradativo e lento do  $N_{SPT}$  em função do aumento da profundidade. Além disso, é possível verificar que a espessura das camadas dos solos (evoluído e de alteração) e do impenetrável é constante na porção central do perfil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensaio de Simples Reconhecimento com SPT, Índice de Resistência à Penetração, Perfilagem do Subsolo.

**ABSTRACT:** The Standard Penetration Test (SPT) is the most frequently used field test in Brazil and in many parts of the world. It is commonly employed in foundation design and other areas of geotechnical engineering. The surveys are administered without previous knowledge of the soil properties in most instances. The objective of this work is to present the subsurface profile relative of one section located in the central region of the Apucarana city, Paraná, Brazil. In this study were analyzed surveys of 7 future building in some localities of this county, totaling 23 boring holes. As a function of the alignment and the layout of the survey data was selected a representative survey of each construction, using 6 surveys in the elaboration of the subsoil

profile. Each survey was chosen in such a way that it could represent the characteristics of the terrain and evidence the layers of soil evolved, soil alteration and impenetrable to the SPT. The layer of soil evolved presented homogeneous along the profile, thickness of the order of 10,0 meters furthermore gradual and slow growth of the NSPT in function to the increase of the depth. Also, it is possible to verify that the thickness of the soil layers (soil evolved and soil alteration) and the impenetrable is constant in the central portion of the profile.

**KEYWORDS:** Standard Penetration Test, Penetration Resistance Index, Subsurface profile.

## 1 | INTRODUÇÃO

A elaboração de projetos e a execução de obras de engenharia de âmbito geotécnico dependem do conhecimento prévio do subsolo. Por esse motivo, é fundamental ter uma estimativa acerca das características e do comportamento dos solos e rochas para a concepção e a realização de um projeto adequado, seguro e econômico. O estudo do subsolo pode ser feito através do levantamento geológico-geotécnico e de um programa de investigação geotécnica, os quais estão diretamente associados com o tipo de obra a ser implantada no local.

Existem inúmeros métodos para prospecção do subsolo, podendo estes serem agrupados em: métodos indiretos e métodos diretos. Alguns autores optam em agrupar os métodos de prospecção em métodos diretos, métodos indiretos e métodos semidiretos.

No caso dos métodos indiretos, estes usualmente correspondem aos ensaios de campo realizados a partir da superfície do terreno, em que as espessuras das camadas de solo e/ou rocha bem como a posição do nível d'água são estimadas a partir da interpretação dos resultados desses ensaios, sem que ocorra a coleta de amostras do local investigado. Já no caso dos métodos diretos, estes permitem a coleta de amostras do local e podem ser feitos através de poços de inspeção e sondagens em solos ou rochas. Desses métodos diretos, tem grande destaque no meio geotécnico o ensaio de sondagem de simples reconhecimento com SPT (*“Standard Penetration Test”*).

No Brasil, o ensaio SPT é normatizado pela NBR 6484/2001 (ABNT, 2001) e consiste na cravação dinâmica de um amostrador (amostrador do tipo *Raymond*) e determinação do valor do índice de resistência à penetração (denominado de  $N_{SPT}$ ) a cada metro de perfuração. Acerca deste tema, alguns trabalhos científicos utilizaram resultados de relatórios de sondagem para interpretar e estimar a perfilagem do subsolo do município de Maringá-Paraná, o qual está situado próximo a área de estudo (GUTIERREZ; LUIZ; NOBREGA, 2015; LUIZ; GUTIERREZ; ZANATTA, 2015; PALUMBO; SAGRADIN; SILVA, 2015; LUIZ; GUTIERREZ, 2018)

O presente trabalho tem como objetivo elaborar a perfilagem do subsolo de

uma seção localizada na região central do município de Apucarana, Paraná, Brasil a partir de boletins de sondagens de simples reconhecimento com SPT realizados em algumas localidades desse município.

## 2 | METODOLOGIA

As sondagens que compõem o banco de dados deste estudo foram realizadas por uma empresa especializada em serviços de fundações com sede no município de Maringá-PR. No total foram analisadas sondagens de 7 obras localizadas na região central do município de Apucarana-PR.

Em um primeiro momento, para fins de análise estatística do índice N do ensaio SPT, foram analisados 23 furos de sondagens referentes a essas obras. Em sequência, na etapa de perfilagem, optou-se por selecionar um furo de sondagem por obra que representasse o comportamento do subsolo dentro daquele terreno. Esta escolha foi realizada, dentre outros fatores, devido à relativa proximidade dos furos de um mesmo terreno.

Vale salientar que as sondagens selecionadas para compor o banco de dados foram realizadas de acordo com a NBR 6484/2001 (ABNT, 2001), as quais cada uma delas apresentavam planta de locação dos furos de sondagem, referencial de nível, cota da boca do furo, índice N do ensaio SPT, divisão das camadas do solo de metro a metro, posição do nível d'água e, além disso, foram levadas até o impenetrável a circulação de água.

A localização destas 7 obras está ilustrada na Figura 1, as quais foram denominadas de AP22, AP09, AP12, AP03, AP05, AP19 e AP14. Em função da disposição dos dados de sondagem, verificou-se um alinhamento principal norte-sul das sondagens selecionadas. Assim, o perfil obtido foi elaborado evidenciando as camadas de alteração (solo evoluído para solo de alteração) e impenetrável ao SPT a fim de se verificar possíveis relações entre a espessura destas camadas, posição e forma da vertente, por exemplo.



Figura 1 – Localização das obras em estudo.

### 3 | ÁREA DE ESTUDO

O município de Apucarana está localizado na região norte do Paraná a 390 km da capital do estado.

Segundo Manosso (2005), o município está localizado no Terceiro Planalto Paranaense, sobre um tríplice divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios Ivaí ao sul, Tibagi a leste e Pirapó ao norte. Ao longo do interflúvio principal apresenta altitudes compreendidas entre 800,0 a 900,0 metros, em uma região constituída por uma sucessão de derrames vulcânicos ocorridos no período Juro-Cretáceo (rochas basálticas e andesi-basálticas, predominantemente).

A região de estudo, limitada a porção central da zona urbana do município, apresenta-se assentada sobre uma região de alta vertente de relevo plano a suave ondulado, conforme ilustram as Figuras 2 e 3.

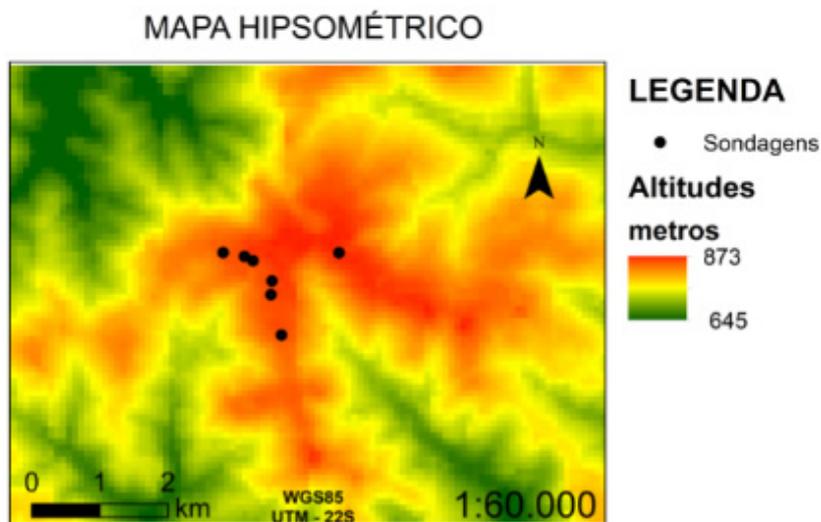
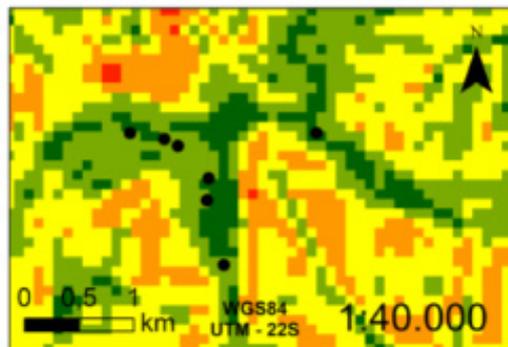


Figura 2 – Mapa hipsométrico da porção central do município de Apucarana.

### MAPA DE DECLIVIDADE



#### DECLIVIDADES (%)



Figura 3 – Mapa de declividade da porção central do município de Apucarana.

A medida que se caminha para regiões de média a baixa vertente, entre os três divisores de água delimitantes do município, constata-se que o relevo se apresenta moderadamente ondulado a ondulado. Esta observação se mostrará relevante na análise do perfil norte-sul.

## 4 | ANÁLISE ESTATÍSTICA DO ÍNDICE N DO ENSAIO SPT

A Figura 3 ilustra a sobreposição do índice N, em função da profundidade, para as 23 sondagens consideradas.

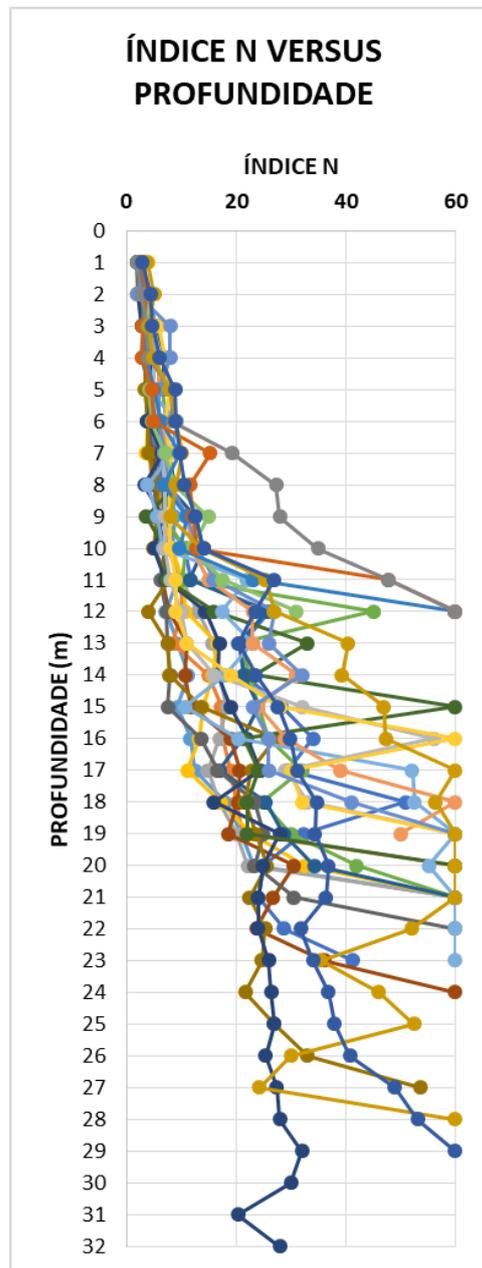


Figura 3 – Sobreposição do índice N para as sondagens analisadas.

A Tabela 1 apresenta uma relação das profundidades de ocorrência do impenetrável a circulação de água.

Cota (m)	Quantidade de sondagens que atingiram o impenetrável a circulação de água	Porcentagem acumulada com relação ao total
Até -17,0	4	17%
-17,0 a -21,0	7	48%
-21,0 a -24,9	8	83%
-24,9 a -28,8	1	87%
-28,8 a -32,8	3	100%
TOTAL	23	

Tabela 1 – Quantidades de sondagens e respectivas cotas do impenetrável a circulação de água.

Observa-se que até a cota -21,0 metros, menos da metade dos dados havia atingido o impenetrável.

## 5 | PERFILAGEM DO SUBSOLO

O alinhamento utilizado para traçar o perfil norte-sul pode ser observado na Figura 4.

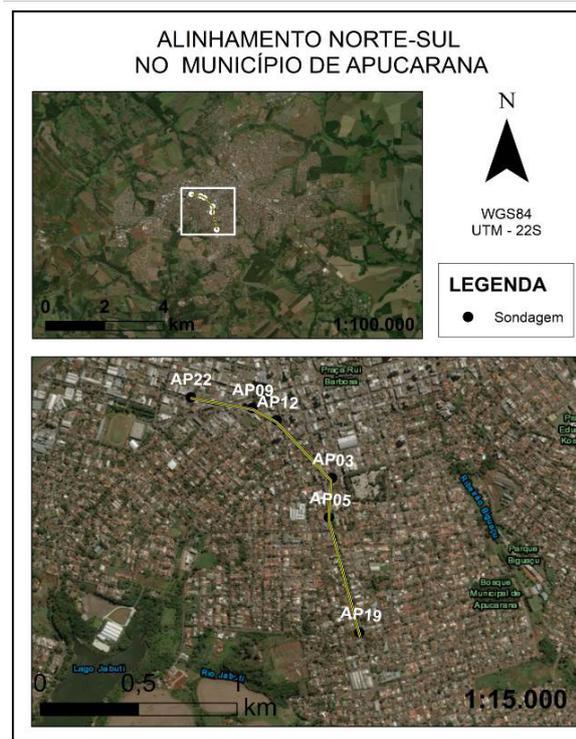


Figura 4 – Alinhamento norte-sul para perfilagem.

As seis sondagens analisadas encontram-se distribuídas em aproximadamente 1,7 quilômetros, em uma região de alta vertente, coincidente com a região central do município de Apucarana. O perfil resultante, conforme ilustra a Figura 5, evidencia as camadas de alteração do solo (solo evoluído e solo de alteração), bem como o impenetrável ao SPT e o nível d'água.

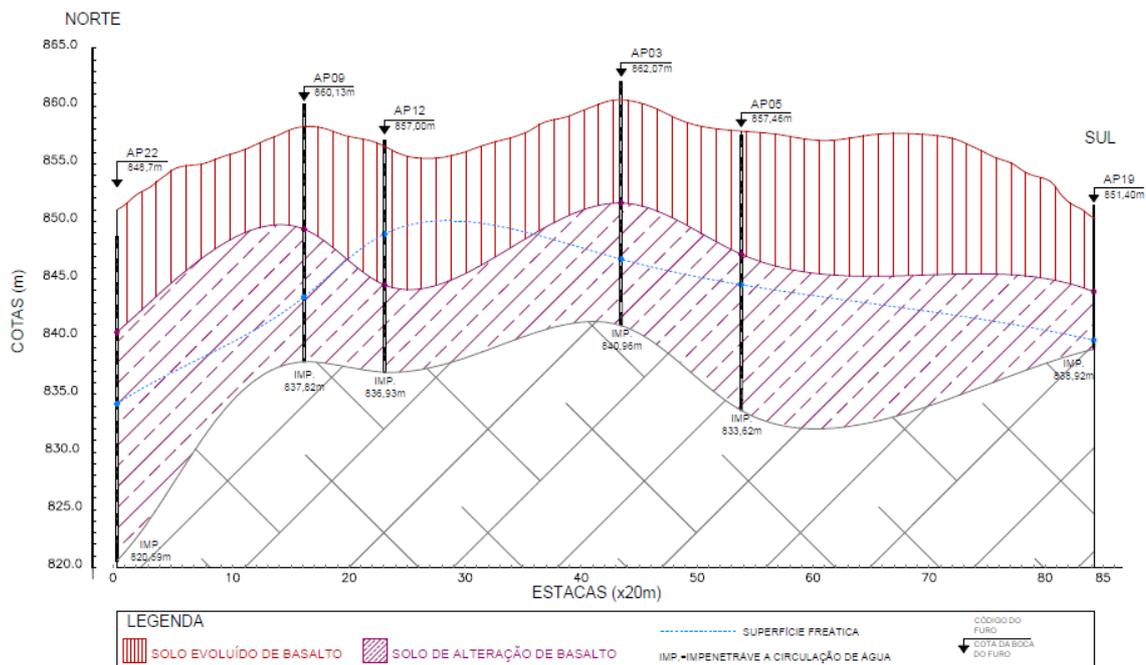


Figura 5 – Perfil norte-sul.

Observa-se que a camada de solo evoluído apresenta espessura considerável e de comportamento relativamente constante, da ordem de 10,0 metros. Este comportamento não é tão constante no pacote de solo de alteração. Ainda, é possível observar uma tendência da superfície de divisão dos pacotes de solo evoluído/alteração com a superfície do terreno e com a superfície do impenetrável a circulação de água.

Na região sul do perfil (nas proximidades da sondagem AP19) verifica-se um estreitamento de ambas as camadas de solo fato que não ocorre na região oposta (nas proximidades da sondagem AP22), mesmo estas sondagens estando em cotas altimétricas relativamente próximas.

Na porção central do perfil norte-sul, onde predominam maiores cotas altimétricas e relevo plano, nota-se um comportamento semelhante em termos de espessura das camadas e impenetrável para as sondagens AP09, AP12, AP03 e AP05.

Com relação a superfície freática, a mesma se posiciona predominantemente na camada de solo de alteração, exceto na sondagem AP12. Vale salientar que a alteração do nível d'água é sazonal e não foi levada em consideração neste estudo.

## 6 | CONCLUSÕES

A análise estatística do índice N das sondagens estudadas mostra a pequena variação deste parâmetro dentro da camada de solo evoluído. De fato, existe uma camada de aproximadamente 10,0 metros de espessura que apresenta um lento crescimento do índice N (inferior a 10) na região estudada. Uma justificativa plausível para este comportamento mecânico está no fato desta ser uma região de ocorrência de Latossolos Vermelhos altamente porosos e bastante suscetíveis ao intemperismo.

Este comportamento, por vezes, acaba criando a necessidade de execução de fundações profundas para suporte de edificações nestas áreas.

A análise da espessura das camadas de solo evoluído e de alteração, apesar de ser realizada com base em um único perfil norte-sul, evidencia que existe uma relação entre a forma e a topografia do terreno e, também, da pedologia dos solos.

Mesmo os dados estando em uma região de alta vertente, pode ocorrer variação da espessura das camadas de solo quando estas estiverem em pontos mais declivosos.

Estas constatações estão de acordo com o observado por Luiz e Gutierrez (2015 e 2018) em solos residuais de basalto na cidade de Maringá-PR.

A reunião de dados provenientes de investigações geotécnicas, principalmente do ensaio SPT em função de sua abundância, se mostra eficaz no sentido de buscar comportamentos semelhantes entre solos oriundos de uma mesma rocha, apesar da conhecida variabilidade dos solos.

Para validar e consolidar os resultados deste estudo, se faz necessário reunir uma maior quantidade de dados de sondagens além de investigar, também, regiões de média e baixa vertente, com declividades mais acentuadas. Ressalta-se que as constatações aqui contidas devem ser analisadas com ressalvas sem realizar maiores extrapolações.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Engenheiro Civil Vicente Canezin Junior por disponibilizar diversos boletins de sondagens.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484: Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2001.

GUTIERREZ, N.H.M.; LUIZ, A.M.F.; NÓBREGA, M.T. (2015). **Características e comportamentos geotécnicos de áreas sobre basalto: o caso de Maringá-PR**. GEOSUL - X Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica da Região Sul, Maringá.

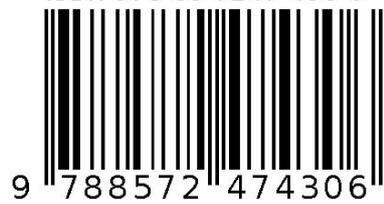
LUIZ, A.M.F.; GUTIERREZ, N.H.M.; ZANATTA, K.C. (2015). **Considerações sobre o subsolo da cidade de Maringá com base em ensaios de penetração padrão SPT e sua relação com a geomorfologia**. VII Congresso Internacional de Engenharia Civil, Foz do Iguaçu.

LUIZ, A.M.F.; GUTIERREZ, N.H.M. (2018). **Utilização de dados de sondagens de simples reconhecimento com SPT para perfilagem do subsolo na cidade de Maringá-Brasil**. 16CNG - 16º Congresso Nacional de Geotecnia, Ponta Delgada.

MANOSSO, F.C. (2005). **O estudo da paisagem no município de Apucarana-PR: as relações entre a estrutura geoecológica e a organização do espaço**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 117 p.

PALUMBO, P.J.; SAGRADIN, S.C.N.; SILVA, H.V. (2015). **Interpretação de relatórios de sondagem do subsolo de Maringá-PR**. IX EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica UniCesumar, Maringá, n. 9, p. 4-9.

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



9 788572 474306