

# Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

  
Atena  
Editora  
Ano 2021

# Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

3

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

  
Atena  
Editora  
Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi 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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
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  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
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/UFPA  
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. Lilian 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
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  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
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



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Kimberly Elisandra Gonçalves Carneiro  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Francisco Odécio Sales

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 3 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-712-3

DOI 10.22533/at.ed.123211301

1. Terra. 2. Ciências Exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 22 capítulos. Esse 3º volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

Tal obra objetiva publicizar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 3 apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

A COMPARATIVE STUDY BETWEEN MICROSTRUCTURE AND MICROHARDNESS IN HYPEREUTECTIC Al-Fe ALLOY PROCESSED BY LASER SURFACE REMELTING

Moises Meza Pariona

**DOI 10.22533/at.ed.1232113011**

### **CAPÍTULO 2..... 15**

UMA ANÁLISE DA COMERCIALIZAÇÃO E CONTROLE METROLÓGICO DE GNV NO BRASIL

Edisio Alves de Aguiar Junior

Rodrigo Ornelas de Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.1232113012**

### **CAPÍTULO 3..... 22**

ANÁLISE DE FALHA POR MEIOS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE RAIOS-X DE UM SENSOR DE TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA AUTOMOTIVA

Miguel Angel Neri Flores

**DOI 10.22533/at.ed.1232113013**

### **CAPÍTULO 4..... 35**

ASTROFÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Karina Edilaini da Silva Barros

**DOI 10.22533/at.ed.1232113014**

### **CAPÍTULO 5..... 48**

AVALIAÇÃO DE METAIS EM LODO RESIDUAL DE UMA INDÚSTRIA DE EMBALAGEM DE PAPEL RECICLADO NO INTERIOR DO PARANÁ

Amália Gelinski Gomes

Cristiana da Silva

Délia do Carmo Vieira

Adriana Pereira Duarte

Janksyn Bertozzi

Alessandra Stevanato

**DOI 10.22533/at.ed.1232113015**

### **CAPÍTULO 6..... 68**

BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS E DE FABRICAÇÃO: IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DE PIMENTA *CAPSICUM*

Cleide Maria Ferreira Pinto

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto

Roberto Fontes Araújo

Sérgio Mauricio Lopes Donzeles

**DOI 10.22533/at.ed.1232113016**

**CAPÍTULO 7.....99**

**COMPARATIVO ENTRE TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM GEOESTATÍSTICA EM UMA PARCELA EXPERIMENTAL**

Ícaro Viterbre Debique Sousa  
Heron Viterbre Debique Sousa  
Antonio Mendes Magalhães Júnior  
Paulo Henrique Gomes dos Santos  
Álvaro Vinícius Machado  
Igor Luis de Castro Faria  
Hudson Marques Machado  
Marcus Vinícius Gonçalves Antunes

**DOI 10.22533/at.ed.1232113017**

**CAPÍTULO 8..... 107**

**CORRELAÇÃO ENTRE DPL E SPT PARA CAMADA DE AREIA EM DEPÓSITO EÓLICO DE FORTALEZA, CEARÁ**

Samuel Castro Prado  
Giullia Carolina de Melo Mendes  
Marcos Fábio Porto de Aguiar

**DOI 10.22533/at.ed.1232113018**

**CAPÍTULO 9..... 115**

**DENSIDADE E SUCESSÃO ECOLÓGICA DAS ÁREAS CILIARES NA MICROBACIA URBANIZADA DO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO**

Marcos Vinicius Cardoso Silva  
Asafe Santa Bárbara Gomes  
Maria Cristina Bueno Coelho  
Nelita Gonçalves Faria de Bessa  
Juliana Barilli  
Marcos Vinicius Giongo Alves  
Maurilio Antonio Varavallo  
Mauro Luiz Erpen  
Yandro Santa Brigida Ataíde  
Mathaus Messias Coimbra Limeira

**DOI 10.22533/at.ed.1232113019**

**CAPÍTULO 10..... 125**

**ELETRODO DE GRAFITE EXTRAÍDO DE PILHA COMUM E SUA REUTILIZAÇÃO NA ELETRÓLISE DA SALMOURA**

Amanda Maria Barros Alves  
Aurelice Barbosa de Oliveira  
Filipe Augusto Gomes Braga  
Marcus Raphael Souza Leitão

**DOI 10.22533/at.ed.12321130110**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>134</b>
<b>FITÓLITOS DE SEDIMENTOS E PLANTAS – MÉTODOS DE EXTRAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES</b>	
Heloisa Helena Gomes Coe David Oldack Barcelos Ferreira Machado Sarah Domingues Fricks Ricardo Karina Ferreira Chueng	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>150</b>
<b>INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIBEIRÃO CAMBÉ: CONTRIBUIÇÕES AO PLANEJAMENTO E À GESTÃO PÚBLICA DE LONDRINA – PR</b>	
Gilnei Machado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>162</b>
<b>MEDIÇÃO EXPERIMENTAL E MODELAGEM TERMODINÂMICA DO EQUILÍBRIO LÍQUIDO-LÍQUIDO DE SISTEMAS CONTENDO ETANOL, ACETATO DE ETILA E ÁGUA</b>	
Natalia Inacio Lourenço Edson Massakazu de Souza Igarashi Pedro Felipe Arce-Castillo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>173</b>
<b>MODIFICAÇÃO NA ESTRUTURA MOLECULAR DO ÁCIDO SALICÍLICO E BIOENSAIOS TOXICOLÓGICOS FRENTE A LARVAS DE <i>Artemia salina</i> LEACH</b>	
Carlos Eduardo Rodrigues Aguiar Yasmim dos Santos Alves Tatiana de Almeida Silva Bruna Barbosa Maia da Silva Jaqueline Ferreira Ramos Josefa Aqueline da Cunha Lima Jadson de Farias Silva Juliano Carlo Rufino Freitas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>184</b>
<b>O USO DO SIG NO DESENVOLVIMENTO DOS GRUPOS DE ESTUDOS: O CASO DO GRUPO “ANÁLISE GEOAMBIENTAL E SUAS PAISAGENS DE EXCEÇÃO” - ANGEO</b>	
Ana Carla Alves Gomes Ana Lúcia Moura Andrade Emerson Rodrigues Lima Gabriely Lopes Farias Thaís Helena Nunes da Silva Maria Lúcia Brito da Cruz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130115</b>	

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>196</b>
<b>POTENCIAL SOLAR NA ILHA DE FLORIANÓPOLIS – PROPOSTA DE MÉTODO</b>	
Vivian da Silva Celestino Reginato	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130116</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>211</b>
<b>QUEIJOS COLONIAIS COMERCIALIZADOS NA MICRORREGIÃO DE FRANCISCO BELTRÃO, PARANÁ: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE RESISTÊNCIA BACTERIANA</b>	
Kérley Braga Pereira Bento Casaril	
Katiana Henning	
Caroline Giane de Carli	
Ariane Spiassi	
Débora Giaretta Zatta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130117</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>228</b>
<b>SEQUÊNCIA DE FIBONACCI: A MATEMÁTICA PRESENTE NA NATUREZA</b>	
José Augusto Pereira Nogueira	
Antonia Erineide Cavalcante	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130118</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>235</b>
<b>SOFTWARE GEOGEBRA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE FUNÇÕES VETORIAIS</b>	
Maurício do Socorro Rodrigues Ferreira	
José Francisco da Silva Costa	
Nélio Santos Nahum	
Walber Do Carmo Farias	
José Augusto dos Santos Cardoso	
Rosenildo da Costa Pereira	
Reginaldo Barros	
Rodinely Serrão Mendes	
Rosana dos Passos Corrêa	
Márcio José Silva	
Joana Darc de Sousa Carneiro	
Genivaldo dos Passos Corrêa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130119</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>250</b>
<b>TERMOS/SINAIS DA TABELA PERIÓDICA: POSSIBILIDADE DE ACESSO E APRENDIZAGEM DOS ALUNOS SURDOS</b>	
Vanessa Argolo Oliveira	
Jorge Fernando Silva de Menezes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130120</b>	

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>263</b>
<b>EFFECT OF <i>Luehea divaricata</i> AND <i>Pterodon emarginatus</i> EXTRACTS ON THE OXIDATIVE STABILITY OF SOYBEAN BIODIESEL</b>	
Anelize Felício Ramos	
Lucas Lion Kozlinskei	
José Osmar Castagnolli Junior	
Thiago Mendanha Cruz	
Eder Carlos Ferreira de Souza	
Sandra Regina Masetto Antunes	
Pedro Henrique Weirich Neto	
Maria Elena Payret Arrúa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>275</b>
<b>ANODO DE ALUMÍNIO COM NANOPOROS CONTENDO NIÓBIO PARA USO EM SISTEMA ARMAZENAMENTO DE ENERGIA RENOVÁVEL</b>	
Guilherme Arielo Rodrigues Maia	
Paulo Rogério Pinto Rodrigues	
Josealdo Tonholo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.12321130122</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>286</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>287</b>



## CORRELAÇÃO ENTRE DPL E SPT PARA CAMADA DE AREIA EM DEPÓSITO EÓLICO DE FORTALEZA, CEARÁ

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 05/10/2020

### Samuel Castro Prado

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Ceará  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/3206948345140568>

### Giullia Carolina de Melo Mendes

Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/4445500945118312>

### Marcos Fábio Porto de Aguiar

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Ceará  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/5139177251248997>

**RESUMO:** Em meio aos diversos métodos utilizados no Brasil para determinação da capacidade de carga em fundações, a grande maioria parte do índice de resistência à penetração ( $N_{SPT}$  ou  $N_{30}$ ). Para o caso de pequenas edificações, devido a fatores, geralmente, econômicos e culturais, a experiência ou a prática regional costumam prevalecer. O desprezo à realização de investigação do subsolo pode vir a acarretar problemas na edificação, como recalques diferenciais excessivos, ou, até mesmo, comprometer a segurança da estrutura. Dessa forma, técnicas mais simples e de baixo custo, como o ensaio com DPL (*Dynamic Probing Light*), equipamento manual de pequeno

porte que é destinado a sondagens de campo e cuja utilização ainda é recente e inusitada no Brasil, podem ser uma opção para situações de pequenas cargas, viabilizando projetos fundamentados em ensaios *in situ*. Essa técnica pode, também, ser uma opção para confirmação de características geotécnicas do subsolo em execução de fundações superficiais. Partindo de investigações com o DPL e o SPT, este trabalho tem o objetivo de realizar o estudo e propor uma correlação entre os parâmetros obtidos com os ensaios de SPT ( $N_{30}$ ) e DPL ( $N_{10}$ ) para camada de areia em depósito eólico, em Fortaleza, Ceará. Identificou-se uma correlação satisfatória entre os parâmetros analisados, considerando o melhor ajuste da linha de tendência obtida em relação à nuvem de pontos, amparada, ainda, no valor satisfatório do índice de correlação ou determinação ( $R^2$ ).

**PALAVRAS-CHAVE:** *Dynamic Probing Light, Standard Penetration Test, Investigação do Subsolo.*

### CORRELATION BETWEEN DPL AND SPT FOR WIND FARM SAND LAYER IN FORTALEZA, CEARÁ

**ABSTRACT:** Among various methods used in Brazil to determine the load capacity in foundations, the most of them considers the penetration resistance index ( $N_{SPT}$  or  $N_{30}$ ). For small buildings, due to generally economic and cultural factors, regional experience or practice usually prevails. The failure to perform an subsoil investigation can cause problems in the building, such as excessive differential settlements, or even compromise the security of the structure.

Thus, simpler and lower cost techniques, such as testing with DPL (*Dynamic Probing Light*), small manual equipment that is intended for field surveys and whose use is still recent and unusual in Brazil, may be an option for situations of small loads, enabling projects based on *in situ* tests. This technique can also be an option for confirming the geotechnical characteristics of the subsoil in execution of surface foundations. Starting from investigations with the DPL and SPT, this work aims to study and propose a correlation between the parameters obtained with the SPT ( $N_{30}$ ) and DPL ( $N_{10}$ ) tests for sand layer in wind farm, located in Fortaleza, Ceará. A satisfactory correlation was identified between the analyzed parameters, considering the best adjustment of the trend line obtained in relation to the point cloud, supported, also, on the satisfactory value of the correlation or determination index ( $R^2$ ).

**KEYWORDS:** *Dynamic Probing Light, Standard Penetration Test, Subsoil Investigation.*

## 1 | INTRODUÇÃO

Para que o processo de construção de uma edificação seja considerado seguro, inúmeros fatores devem ser considerados, como aspectos estruturais responsáveis pela estabilidade e sustentação da edificação e, conseqüentemente, pela integridade dos seres humanos que dessa edificação fazem uso. Sendo assim, conceitos e métodos de engenharia são aplicados ainda na fase de projetos para garantir um resultado satisfatório.

Nesse contexto, constitui-se de extrema importância a execução de investigações do subsolo, como forma de conhecer e determinar parâmetros que fornecerão uma perspectiva do comportamento que o solo apresentará ao receber os esforços vindos da edificação. O solo, segundo Cintra *et al.* (2013), pode ser considerado, diferentemente do concreto e do aço, um material natural, sem controle para atender às características especificadas e que, assim, pode apresentar variedade de composição e em seu comportamento quando submetido a cargas.

Levando em consideração a complexidade apresentada pelo solo, Terzaghi e Peck (1967) advertem que um projeto de fundação não pode ser feito de maneira satisfatória sem que o projetista tenha, ao menos, um conhecimento razoavelmente preciso das propriedades dos solos envolvidos. O conhecimento das condições do subsolo em um terreno é requisito para um projeto econômico dos elementos de fundação.

Do ponto de vista econômico, Bowles (1996) sugere que a realização de processos de investigação do subsolo evita gastos adicionais à construção, uma vez que o projetista terá informações suficientes para a correta elaboração do projeto, adequando-o ao tipo de solo específico, evitando, assim, gasto decorrentes da descoberta tardia de que a fundação, já executada ou em processo de execução, encontrase com as configurações incompatíveis com as necessidades.

Bowles (1996) sugere que para a implantação de uma nova obra, a investigação deve fornecer informações para determinar o tipo de fundação a ser adotada, informações que possibilitem que o consultor geotécnico faça uma recomendação sobre a carga admissível da fundação, identificação de possíveis problemas relativos à propriedade vizinha, ensaios

de laboratório suficientes para realizar previsões de recalque, localização do nível do lençol freático, identificação de problemas ambientais e suas soluções, entre outros.

### 1.1 Standard Penetration Test (SPT)

*Standard Penetration Test (SPT)*, segundo Cintra *et al.* (2013), é o ensaio mais utilizado em projetos de fundação do Brasil e, por muitas vezes, o único a ser realizado. O SPT é um ensaio de penetração dinâmica composto na realização de três etapas: perfuração, amostragem e ensaio penetrométrico. As etapas de amostragem e de ensaio penetrométrico são realizadas simultaneamente, enquanto a perfuração é alternada com as outras duas etapas em cada metro de sondagem.

De acordo com ABNT (2001), o ensaio consiste basicamente na cravação de um amostrador padronizado, por meio de golpes de 65 kgf caindo de uma altura de 75 cm. Registra-se o número de golpes necessários para cravar os 45 cm do amostrador em três contagens parciais para cada 15 cm. Em cada metro de sondagem, portanto, consegue-se obter o índice de resistência à penetração ( $N_{SPT}$  ou  $N_{30}$ ) que equivale à soma do número de golpes dos últimos 30 cm de penetração do amostrador (Figura 1). Ao realizar-se o ensaio SPT, busca-se determinar as camadas de solo em suas respectivas profundidades, a posição do nível d'água e os índices de resistência à penetração a cada metro.

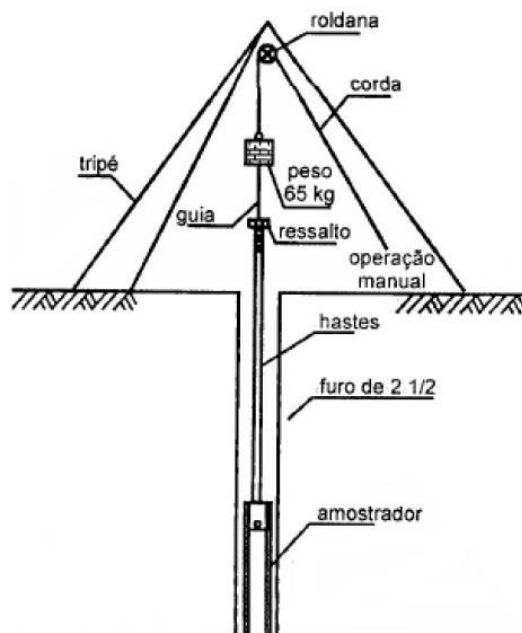


Figura 1 – Vista dos elementos constituintes do ensaio SPT

Fonte: Schnaid (2000).

## 1.2 *Dynamic Probing Light (DPL)*

O ensaio DPL (*Dynamic Probing Light*), ou Penetrômetro Dinâmico Leve, é, de acordo com Passos (2005), um equipamento manual de pequeno porte, projetado para uso em sondagens in situ que é, essencialmente, utilizado em solos não coesivos.

Semelhante ao SPT, o ensaio de DPL consiste em registrar a quantidade de golpes aplicados para cravar uma ponteira em forma de cone por meio da queda livre de um martelo com massa de 10 kg caindo de uma altura de 50 cm. A resistência à penetração ( $N_{10}$ ) é definida como o número de batidas necessário para penetrar o cone (penetrômetro) ao longo de 10 cm.

Mota (2003) afirma que as características geométricas e o peso do material são especificados por DIN (1991), enquanto ISSMFE (1989) define metodologia do ensaio. Os ensaios, segundo Nilsson (2011), devem ser iniciados pela realização de um furo de diâmetro 15 cm a uma profundidade de 30 cm. Feito o furo, insere-se uma haste, com a ponteira montada, na plataforma niveladora, pondo, em seguida, este conjunto no furo, com a ponteira posicionada verticalmente em relação ao solo.

Após o posicionamento adequado de uma haste com a ponteira montada, a plataforma e a haste são niveladas. Parte-se, na sequência, para a execução, parafusando o conjunto batente/guia na haste com o auxílio de operários. O martelo é levantado e deixado cair livremente 50 cm – esse procedimento é repetido enquanto as hastes descem, até que a parte inferior do batente esteja a 10 cm da plataforma niveladora cilíndrica. A quantidade de golpes necessária para a penetração de cada 10 cm da haste é registrada. Remove-se o martelo e o batente é desparafusado.

Logo em seguida, há a opção de, com auxílio de um torquímetro, obter o momento de torque máximo e residual entre a ponteira e o solo. O ensaio continua no mesmo ciclo, acrescentando uma nova haste, batente e guia e martelo, repetindo o procedimento de penetração. A figura 2 apresenta a disposição do equipamento.

Realizado o ensaio, obtém-se, entre outros, a quantidade de golpes necessária para a cravação de 10 cm da haste – a resistência à penetração ( $N_{10}$ ). Uma vez que este procedimento de sondagem não utiliza água para a penetração, é possível verificar, ainda, de forma clara, o nível da água na retirada das hastes.

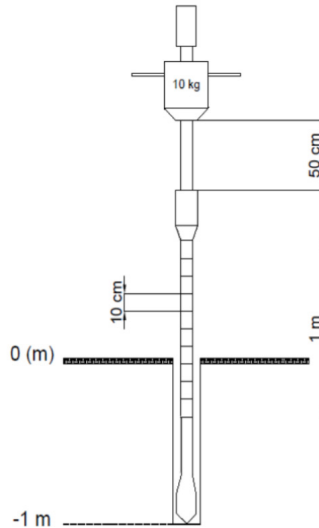


Figura 2 – Vista do equipamento de sondagem DPL

Fonte: Matos (2015).

### 1.3 Correlações entre $N_{10}$ e $N_{30}$

Tendo em vista a supremacia da utilização do SPT como forma de investigação do subsolo perante às outras sondagens, bem como a diversidade de métodos de dimensionamento de fundações que partem de seus resultados, algumas propostas de correlação entre os resultados obtidos com o ensaio com o DPL ( $N_{10}$ ) e com o SPT ( $N_{30}$ ) foram realizadas.

DIN (2003) sugere uma correlação para solos granulares acima do nível d'água, quando  $3 \leq N_{10} \leq 50$ , conforme Equação 1.

$$N_{30} = 1,4N_{10} \quad (1)$$

DIN (2003) propõe uma correlação, conforme Equação 2, para solos finos de baixa e média plasticidade acima do nível d'água quando  $2 \leq N_{10} \leq 30$ .

$$N_{30} = 0,6N_{10} \quad (2)$$

Matos (2015), para areias siltosas, com ensaio realizado no campo experimental da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), chegou à correlação da Equação 3.

$$N_{30} = 0,6N_{10} - 7,6 \quad (3)$$

Sanchez et al. (2010), correlacionou  $N_{30}$  e  $N_{10}$ , de três maneiras distintas, encontrando as respectivas correlações para solo arenoso. Para a correlação entre  $N_{30}$  e a média entre os todos os valores de  $N_{10}$  obtidos em cada metro, tem-se conforme Equação 4.

$$N_{30} = 0,5933N_{10} + 0,3755 \quad (4)$$

Para a correlação entre  $N_{30}$  e a média entre os valores de  $N_{10}$  obtidos nos últimos 30 cm de cada metro, tem-se a Equação 5.

$$N_{30} = 0,6062N_{10} + 0,3644 \quad (5)$$

Por fim, para a correlação entre  $N_{30}$  e a soma dos valores de  $N_{10}$  obtidos na penetração dos últimos 30 cm da haste em cada metro, tem-se a Equação 6.

$$N_{30} = 0,1972N_{10} + 1,6854 \quad (6)$$

Nilsson (2004), ainda, apresenta uma quantidade considerável de correlações entre os parâmetros advindos do SPT e do DPL, porém essas expressões se caracterizam como específicas de cada região onde o ensaio foi realizado.

## 2 | METODOLOGIA

Foram realizados 3 ensaios SPT e a mesma quantidade de ensaios DPL, estes dispostos ao lado dos furos para sondagem SPT, em camada de areia de depósito eólico localizado no nordeste da cidade de Fortaleza. Partindo dos resultados obtidos nas sondagens SPT e DPL, determinou-se, por regressão linear simples, a equação que propõe uma correlação entre os parâmetros dos dois ensaios.

Para isso, os valores de  $N_{30}$  obtidos foram comparados com a média dos golpes  $N_{10}$  na faixa de influência do SPT, ou seja, no comprimento em que se estima o número de batidas necessário para penetrar os últimos 30 cm do amostrador.

Dessa forma, considerou-se a média dessas medidas para cada metro de sondagem. Por exemplo, supondo a realização de um ensaio SPT iniciado na cota de 1 m até a profundidade de 1,45 m, o valor de  $N_{10}$  a ser considerado para a correlação será a média das medidas obtidas nas profundidades de 1,20 m e 1,30 m.

## 3 | RESULTADOS

Para a determinação da correlação entre os parâmetros obtidos com o ensaio DPL e SPT, levou-se em consideração os valores da Tabela 1.

Profundidade (m)	$N_{30}$	$N_{10}$ médio	Tipo de solo
1	7	41	Areia fina
2	15	79	Areia siltosa
3	34	98	Areia siltosa
4	11	147	Areia siltosa
5	8	190	Areia siltosa

Com esse conjunto de dados, elaborou-se uma linha de tendência que possibilitou definir o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a equação de correlação entre os valores  $N_{30}$  e  $N_{10}$  (Figura 3). Para a determinação da equação de correlação, destacou-se o melhor ajuste da linha de tendência em relação à nuvem de pontos obtidas a partir do ensaio, amparando-se, ainda, no coeficiente de determinação satisfatório encontrado ( $R^2 = 0,81$ ).

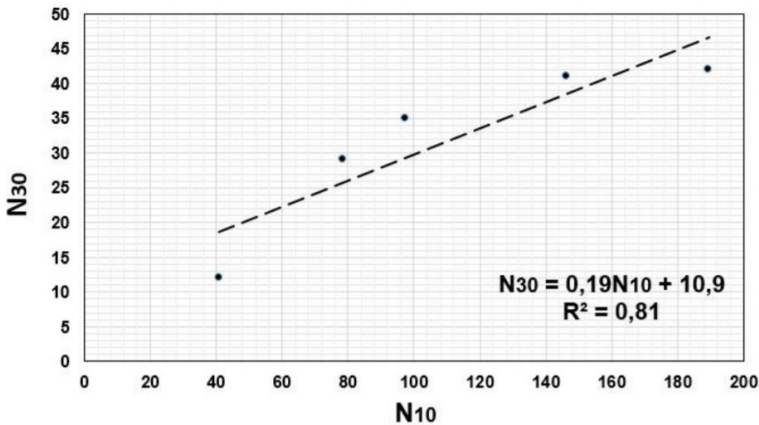


Figura 3 – Equação de correlação entre  $N_{30}$  e  $N_{10}$

Fonte: Prado (2016).

Vale salientar que a correlação foi obtida a partir de cinco pontos como dados de entrada, podendo ser melhor ajustada para uma quantidade maior de resultados, permitindo, assim, sua validação por meio de novos estudos.

## 4 | CONCLUSÃO

Identificou-se uma correlação satisfatória entre os parâmetros obtidos nos ensaios SPT e DPL para o tipo de solo analisado, com um coeficiente de determinação pertinente ( $R^2 = 0,81$ ). Salienta-se que deve ainda ser validada, em novos estudos, para verificação de aplicabilidade em larga escala.

Acredita-se que a partir dessa correlação e de futuras validações o DPL pode ser uma alternativa pertinente, em termos técnicos e, possivelmente, econômicos, para projetos de fundações, já que sua utilização se configura como alternativa à sondagem SPT, especialmente em obras de pequeno porte. Sugere-se a realização de estudos sobre a viabilidade econômica do ensaio DPL, além da melhoria da correlação proposta levando em conta mais dados de entrada para ajuste, afim de reforçar sua funcionalidade.

## REFERÊNCIAS

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

BOWLES, J. E. **Foundation analysis and design**. New York: McGraw-Hill, 1996.

CINTRA, J. C. A.; AOKI, N.; TSUHA, C. H. C.; GIACHETI, H. L. **Fundações: Ensaios estáticos e dinâmicos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 4094: **Erkundung und Untersuchung des Baugrunds**. Berlin: Beuth, 1991.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 1054: **Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau**. Berlin: Beuth, 2003.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS ENGINEERING. **Report of the ISSMFE technical committee on penetration testing of soils – TC 16 with reference test procedures: International reference test procedure for dynamic probing (DP)**. Linköping: Swedish Geotechnical Society, 49 p., 1989.

MATOS, Y. M. C. **Verificação da Aplicação de Sondagens com o Penetrômetro Dinâmico Leve (DPL) em Projetos de Fundações para Pequenas Edificações**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade de Fortaleza, 76 f. Fortaleza. 2015.

MOTA, N. M. B. **Ensaios avançados de campo na argila porosa de Brasília: interpretação e aplicação em projetos de fundação**. Tese (Doutorado) – Curso de Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 335 f. Brasília, 2003.

NILSSON, T. U. **Comparações entre DPL NILSSON e SPT**. IV Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica da Região Sul (GEOSUL). Anais... pp. 61-68. Curitiba, 2004.

NILSSON, T. U. **Penetrômetros Dinâmicos em Projetos Rodoviários**. 13º Congresso Brasileiro de Geologia e de Engenharia Ambiental. São Paulo, 2011.

PASSOS, P. G. O. **Melhoramento de solos arenosos com estacas de areia e brita**. Tese (Doutorado) – Curso de Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 141 f. Brasília, 2005.

PRADO, S. C.; MENDES, G. C. M.; RODRIGUES, E. S. F. AGUIAR, M. F. P. **Estudo da Correlação entre DPL e SPT para Camada de Areia em Depósito Eólico de Fortaleza**. XXII Encontro de Iniciação à Pesquisa. Universidade de Fortaleza. Fortaleza, 2016

SCHNAID, F. **Ensaios de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

SANCHEZ, P. F. et al. **Estudo da Viabilidade do Uso do Penetrômetro Dinâmico Leve (DPL) para Projetos de Fundações de Linhas de Transmissão em Solos do Estado do Paraná**. Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2010, Gramado. Anais... pp. 1-8. Gramado, 2010.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abordagem Gamma-Gamma 162, 163, 166

Ácido Salicílico 173, 174, 175, 177, 179, 181, 183

Alquilação 173, 174, 177, 181

Artemia salina 173, 174, 176, 178, 182

Astrofísica 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

### C

Capsicum spp 68, 69, 96, 97, 98

Caracterização Físico-Química 212, 227

Componentes Eletrônicos 22, 27, 28, 29, 34

Contaminação 49, 53, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 115, 143, 213, 217

### D

Dependência Espacial 99, 103, 106

Drenagem Urbana 150, 161

Dynamic Probing Light 107, 108, 110

### E

Efluente 49, 59, 66

Eletrodo de Grafite 125, 128, 129, 130, 131

Eletrólise 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133

Energia Solar 196, 198, 199, 201, 207, 209, 276

Ensino de Matemática 235, 286

Equilíbrio Líquido-Líquido 162, 164, 165

### F

Físico-Química 125, 127, 133, 211, 212, 213, 227

Fitólitos 134, 135, 136, 137, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148

Funções Vetoriais 235, 236, 247, 249

### G

Geogebra 235, 236, 237, 241, 242, 243, 244, 247, 248, 249

Geografia 45, 134, 147, 184, 185, 186, 187, 192, 194

Geoprocessamento 115, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 199

GNV 15, 16, 18, 20, 21

Grupos Ecológicos 115, 116, 117, 121

## I

Impermeabilização 150, 153, 158, 159

Inclusão 20, 36, 40, 80, 250, 262

Induction Time 264

Investigação do Subsolo 107, 108, 111

## K

Krigagem 99, 100, 101, 104, 105

## L

Laser Superficial Refusão 1

Libras 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262

Luehea Divaricata 263, 264, 265, 267, 273

## M

Metais Pesados 49, 52, 67, 70, 71, 72, 81, 87, 127

Metrologia 15, 16, 17

Microdureza 1

Microestrutura 1

## N

Natural Antioxidants 264, 271, 273

## P

Produção Sustentável 68

Pterodon Emarginatus 263, 264, 265, 267, 272

## Q

Qualidade Microbiológica 211, 212, 213, 214, 224, 225, 226, 227

Queijo Artesanal 212

Química 21, 42, 48, 51, 66, 67, 70, 76, 88, 125, 126, 127, 128, 130, 132, 133, 162, 172, 173, 174, 182, 211, 212, 213, 227, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 272, 273, 275, 283, 284

Química Sintética 173, 174

## **R**

Radiografia de Alta Resolução 22, 28

Rayos-X 34

## **S**

Segurança Alimentar 68, 80, 82, 95, 212, 213

Semivariograma 99, 103, 104, 105

Sensoriamento Remoto 187, 195, 196, 197, 198

Sequência de Fibonacci 228, 229, 230, 231, 233, 234

Sinalário 250, 252, 253, 254, 255, 256, 259, 260

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) 196, 197

SRTM 196, 197, 202, 203

Standard Penetration Test 107, 108, 109

## **T**

Tabela Periódica 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261

Tablillas Electrónicas 22

Técnicas de Extração 134

Tomografia Computarizada 22, 25, 26, 27, 31, 34

## **U**

Uniquac 162, 163, 166, 169, 170, 171

# Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

## 3

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

## 3

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 