



Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

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. 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  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A642 A aplicação do conhecimento científico na engenharia civil [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-905-9

DOI 10.22533/at.ed.059201301

1. Construção civil – Aspectos econômicos – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 338.4769

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “*A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 19 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da engenharia civil, com aplicações do conhecimento da área em tecnologias inovadoras e em análise de características de materiais existentes ou novos, desenvolvido através do conhecimento científico.

Neste contexto, destaca-se que o mercado tem absorvido com afinco a demanda de inovação tecnológica surgida com o desenvolvimento do conhecimento científico na Engenharia Civil.

O conhecimento científico é muito importante na vida do ser humano e da sociedade, em especial na vida acadêmica, pois auxilia na compreensão de como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Com ele é possível provar diversas coisas, tendo em vista que busca a verdade através da comprovação.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de grande relevância e importância para o desenvolvimento da sociedade e do ser humano em si, pois com ele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando a evolução na construção do saber em uma área do conhecimento. Na engenharia civil é evidente a importância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e difusão deste conhecimento.

O engenheiro civil é o profissional capacitado para resolver problemas, tendo uma visão ampla e conhecendo todos os detalhes e processos por trás de uma estrutura complexa e, além disso, é capaz de apresentar soluções práticas, pautadas no conhecimento técnico e científico.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados à aplicação do conhecimento científico na engenharia civil, compreendendo as questões do desenvolvimento de novos materiais e novas tecnologias, algumas baseadas na gestão dos resíduos, assunto de grande relevância atual. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
APRENDIZADOS NO ENSINO DE BIM EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DE INTERIOR	
Leandro Tomaz Knopp Pedro Gomes Ferreira Bruno Barzellay Ferreira da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
AUTOMAÇÃO DE VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADES EM LICENCIAMENTOS DE PROJETOS EM BIM: UMA PROPOSTA PARA A GESTÃO PÚBLICA	
Denise Aurora Neves Flores Eduardo Marques Arantes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>31</b>
UM ESTUDO AUTOETNOGRÁFICO SOBRE A MONITORIA DA DISCIPLINA DE NOÇÕES DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFESSPA	
Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira Eduarda Guimarães Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
GESTÃO DO CONHECIMENTO EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO NA COLÔMBIA: CASOS E TENDÊNCIAS	
Hernando I Vargas Arturo C. Isaza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
NOVAS TECNOLOGIAS NO GERENCIAMENTO DE FACILIDADES? - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Marcus Vinicius Rosário da Silva Marcelo Jasmim Meiriño Gilson Brito Alves Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
CASA POPULAR EFICIENTE: ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O PERÍODO DE INVERNO	
Rayner Maurício e Silva Machado Marcos Alberto Oss Vaghetti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013016</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>61</b>
AUTOMAÇÃO DE ÁRVORES SOLARES DE ALTA EFICIÊNCIA	
Hélvio Henrique Rodrigues Rogério Luis Spagnolo da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013017</b>	

<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>72</b>
<b>ESTUDO DE CASO DE PAINEL SALVEOLARES SUJEITOS AO ESTADO LIMITE DE SERVIÇO DE VIBRAÇÕES EXCESSIVAS</b>	
Iago Vanderlei Dias Piva Gustavo de Miranda Saleme Gidrão Danilo Pereira Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013018</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>79</b>
<b>MINIGERADOR EÓLICO: INTRODUÇÃO AO USO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	
Roberta Costa Ribeiro da Silva Daiane Caroline Wagner	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0592013019</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>86</b>
<b>REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA</b>	
Tháisa Mayane Tabosa da Silva Eduardo Cabral da Silva José Henrique Reis de Carvalho Tabosa Wilma de Oliveira Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130110</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>98</b>
<b>SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DE CONCRETO POROSO</b>	
Ana Beatriz De Oliveira Silva Jonatha Roberto Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130111</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>102</b>
<b>O USO DE GEOTECNOLOGIAS EM PERÍCIAS AMBIENTAIS: VANTAGENS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS</b>	
Giovanna Feitosa de Lima Ellen Kathia Tavares Batista Edson Alves de Jesus Nayara Michele Silva de Lima Barbara Alves Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130112</b>	
<b>CAPÍTULO 13 .....</b>	<b>114</b>
<b>ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE FIBRA DE POLIPROPILENO NA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO EM RELAÇÃO À RESISTÊNCIA À RETRAÇÃO POR SECAGEM</b>	
Jonatha Roberto Pereira Mariana Cristina Buratto Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130113</b>	



<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>120</b>
ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE POLIAMIDA E POLIETILENO PARA UTILIZAÇÃO EM PAREDES DE CONCRETO	
Alexandre Rodriguez Murari Alysson Gethe Gonçalves de Oliveira Daiane Cristina Silva Fernandes Hagar da Silva Victor José dos Santos Baldan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>127</b>
UTILIZAÇÃO DE CHAMOTE COMO ADITIVO EM MASSAS DE CERÂMICA VERMELHA PARA A PRODUÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO	
Celiane Mendes da Silva Talvanes Lins e Silva Junior Erika Paiva Tenório de Holanda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>138</b>
AVALIAÇÃO DA DRENAGEM SUPERFICIAL DA RODOVIA ESTADUAL MA-315 QUE INTERLIGA O MUNICÍPIO DE BARREIRINHAS A PAULINO NEVES	
Jorcelan Pereira da Rocha Cláudio Sousa Ataíde Larysse Lohana Leal Nunes Leonardo Telles de Souza Pessoa Filho Fernando Vasconcelos Borba	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>151</b>
ANÁLISE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO MÉTODO PCI: ESTUDO DE CASO DE DOIS TRECHOS DA PE-112	
Thays Cordeiro dos Santos Maria Victória Leal de Almeida Nascimento Daysa Palloma da Silva Thaísa Mayane Tabosa da Silva Rodrigo Araújo José Henrique Reis de Carvalho Tabosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>163</b>
ESTUDO GRANULOMÉTRICO DA AMOSTRA DE SOLOS COLETADOS EM TERESINA-PI	
André Filipe Conceição Silva Álvaro Escórcio Dias Antônio Carlos Silva de Araújo Antonio Vinicius Bastos Teixeira Carlos Eduardo Rodrigues Leite Lívia Racquel de Macêdo Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.05920130118</b>	

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>169</b>
AVALIAÇÃO NÃO LINEAR DOS ESFORÇOS INTERNOS EM CONÓIDES CILÍNDRICOS Danielly Luz Araujo de Moraes DOI 10.22533/at.ed.05920130119	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>183</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>184</b>

## ESTUDO GRANULOMÉTRICO DA AMOSTRA DE SOLOS COLETADOS EM TERESINA-PI

Data de aceite: 11/12/2019

Data de submissão: 31/10/2019

### **André Filipe Conceição Silva**

Facid/Wyden, Engenharia Civil

Teresina – Piauí

<http://lattes.cnpq.br/2674340222226363>

### **Álvaro Escórcio Dias**

Facid/Wyden, Engenharia Civil

Teresina – Piauí

<http://lattes.cnpq.br/6817917181440270>

### **Antônio Carlos Silva de Araújo**

Facid/Wyden, Engenharia Civil

Teresina – Piauí

<http://lattes.cnpq.br/4897194357574676>

### **Antonio Vinicius Bastos Teixeira**

Facid/Wyden, Engenharia Civil

Teresina – Piauí

<http://lattes.cnpq.br/0912279820696090>

### **Carlos Eduardo Rodrigues Leite**

Facid/Wyden, Engenharia Civil

Teresina – Piauí

<http://lattes.cnpq.br/3299833906018076>

### **Lívia Racquel de Macêdo Reis**

Facid/Wyden, Engenharia Civil

Teresina – Piauí

<http://lattes.cnpq.br/5996712757867432>

para determinar a distribuição granulométrica do solo, visando obter a percentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de grãos representa na massa seca total utilizada para o ensaio (BRIVALDO). Através dos procedimentos e resultados da análise, foi possível observar as características granulométricas da amostra de solo, tais como as dimensões e proporções dos grãos formadores do solo estudado. Tal análise contribuiu para a construção e aprimoramento do conhecimento referente à agregados, mostrando que mesmo um solo aparentemente homogêneo pode ser composto de diferentes tipos de agregados e que o estudo das suas proporções em relação a massa seca é fundamental para a correta caracterização do solo. A análise granulométrica visa à quantificação da distribuição das partículas individuais de minerais do solo e suas respectivas porcentagens de ocorrência em relação a massa seca total. O objetivo principal deste trabalho foi realizar ensaios de granulometria em um solo coletado na cidade de Teresina (PI). A metodologia baseou-se nas Normas da ABNT, em que o ensaio é feito por peneiramento ou pelo método da sedimentação, onde cada ensaio tem sua finalidade. Os solos grossos (areias e pedregulhos), possuindo pouca ou nenhuma quantidade de finos, podem ter sua curva granulométrica inteiramente determinada utilizando-se somente o peneiramento, esse tipo

**RESUMO:** O ensaio de granulometria é utilizado

de material é retido na peneira de (2,00mm). Em solos possuindo quantidades de finos (material que passa na peneira de 2,00mm) significativas, deve-se proceder ao ensaio de granulometria conjunta, que engloba as fases de peneiramento e sedimentação. Com os resultados obtidos no ensaio, foi construída a curva de distribuição granulométrica, que possui grande importância na caracterização geotécnica do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Granulometria. Solo. Agregados. Peneiramento.

## GRANULOMETRIC STUDY OF THE SAMPLE OF SOILS COLLECTED IN TERESINA-PI

**ABSTRACT:** The particle size test is used to determine the soil particle size distribution using a specific weight range for each specified grain size range that represents the total dry mass used for the test (BRIVALDO). Through the procedures and results of the analysis, it was possible to observe as granulometric resources of the soil sample, as dimensions and proportions of the forming grains of the studied soil. This analysis contributed to the construction and improvement of knowledge regarding aggregates, showing that even an apparently homogeneous soil can be composed of different types of aggregates and that the study of their proportions in relation to dry mass is fundamental for the correct characterization of soil. A visa particle size analysis to quantify the distribution of soil minerals individuals and their percentages of occurrence in relation to the total dry mass. The main objective of this work was to perform granulometry tests in a soil collected in the city of Teresina (PI). A methodology based on ABNT Standards, in which the test is made by sieving or the sedimentation method, where each test has its use. Coarse soils (areas and boulders), having little or no amount of fines, can have their particle size curve that is allowed using only sieving, this type of material is retained in the (2.00 mm) sieve. In soils that can be used for fine materials (material that passes the 2.00mm sieve), the joint granulometry test should be carried out, which comprises as screening and sedimentation phases. With the results obtained in the test, a particle size distribution curve was constructed, which has great importance in the geotechnical characterization of the soil.

**KEYWORDS:** Granulometry. Soil. Aggregates. Sieving.

### 1 | INTRODUÇÃO

A análise granulométrica visa à quantificação da distribuição por tamanho das partículas individuais de minerais do solo, portanto, visa determinar as dimensões das partículas do agregado e suas respectivas porcentagens de ocorrência em relação a massa seca total. É um ensaio fundamental, tendo em vista que, através dela é possível a construção da curva de distribuição granulométrica, curva que possibilita uma correta caracterização geotécnica do solo, o que para o contexto da construção civil mostra-se indispensável (BRIVALDO). Para isso, foram utilizadas as normas NBR 7181/84 (Solo - Análise Granulométrica), NBR 6457/86 (Amostras

de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaio de caracterização – método de ensaio), NBR 6502/95 (Rochas e solos).

## 2 | PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O procedimento experimental inicia-se com a extração da amostra de solo e, posteriormente levada ao laboratório em que foi despejado na bandeja para o descanso do material, que levou aproximadamente 19 dias. Após isso, realizou-se a preparação do material onde ocorreu a separação do mesmo e se subdividiu em agregado miúdo e agregado graúdo, e foram introduzidos na estufa, com a temperatura variando de 105°C a 110°C de acordo com a NBR 7181, onde ficou por aproximadamente 12h. Feito isso, foi retirado as amostras do solo da estufa e, em seguida, a pesagem dos mesmos. As peneiras foram organizadas sobre o agitador, sendo que primeiro foi feito o ensaio granulométrico fino e posteriormente o grosso. O processo de peneiramento é equivalente para ambas as amostras, porém com o uso de peneiras diferentes (as peneiras utilizadas estão presentes na tabela 1). Logo foi feita a secagem do material retido em estufa, à temperatura de 105°C a 110°C, até a constância de massa, e, utilizando-se o agitador, passando nas peneiras nos dois casos. Posteriormente foi pesado as massas retidas em cada peneira e foi pesado sem as massas, para a obtenção do valor de cada amostra.

Abertura da peneira (mm)	
Peneiramento Fino	Peneiramento Grosso
1,18	50
0,6	37,5
0,42	25
0,25	19
0,15	9,5
0,075	4,75

Tabela 1 – Peneiras utilizadas  
Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise da amostra do solo estudado, foi alcançado os resultados apresentados na tabela 2 (amostra do solo fino) e na tabela 3 (amostra do solo grosso). Para a construção de ambas, assim como os gráficos (figuras 1 e 2) utilizou-se o software Microsoft Excel.

As tabelas 1 e 2 apresentam a mesma estrutura, alterando apenas os resultados

para cada amostra de solo. A coluna da fração retida (em porcentagem) foi obtida por meio da divisão do valor da célula referente à massa retida pela massa total, onde na amostra do solo fino era 150g e 86,97g na amostra do solo grosso. Para a obtenção da coluna referente à fração passante (em porcentagem) realizou-se a divisão dos valores da fração passante pela massa total. Com o conhecimento dos dados das tabelas, mais especificamente colunas fração passante (em porcentagem) e abertura das peneiras, foi possível obter as curvas granulométricas referentes a cada amostra de solo estudado (figuras 1 e 2). As curvas granulométricas alcançadas mostraram que 58,27% de toda a amostra de solo fino ensaiada possui faixa de diâmetros entre 0,25mm e 1,18mm com 1,53% do total depositada no fundo (tabela 2).

Peneira (MESH)	Abertura (mm)	Massa Retida (g)	Fração Retida ( $\Delta x$ %)	Fração Passante (g)	Fração Passante (%)
16	1,18	12,16	8,11	137,84	91,893
30	0,6	12,51	8,34	125,33	83,553
40	0,425	14,13	9,42	111,2	74,133
60	0,25	49,32	32,4	61,88	41,253
100	0,15	34,23	22,82	27,65	18,433
200	0,075	25,98	17,32	1,67	1,1
Fundo		1,67	1,53		

Tabela 2 – Amostra do solo fino

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

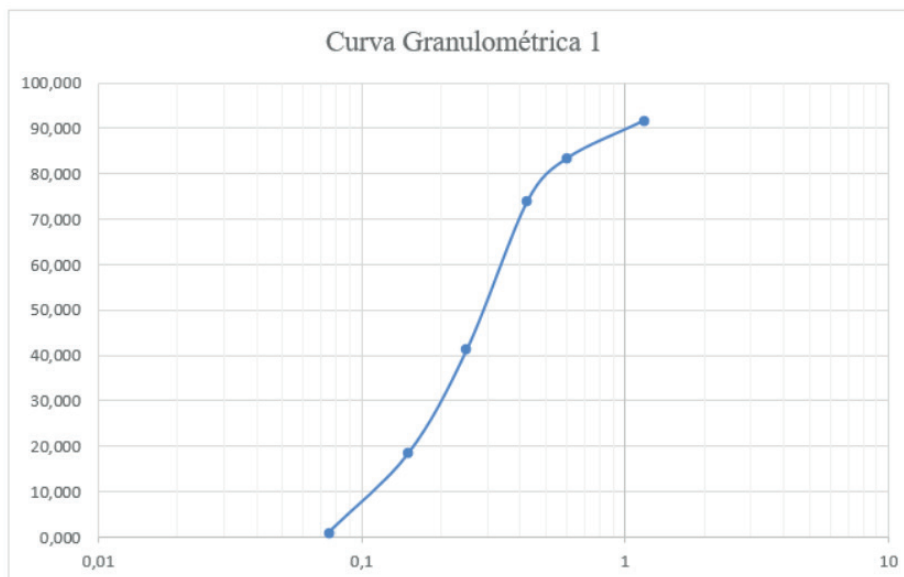


Figura 1 – Curva Granulométrica 1

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Com as informações coletadas das duas tabelas, foi possível conhecer as curvas granulométricas referentes a cada amostra de solo estudado, tanto da amostra de



solo fino, como da amostra de solo grosso (figuras 1 e 2).

Foi possível determinar que amostra de solo fino é formada por silte e areias grossa, média e fina (figura 1). Dessa forma a curva demonstra que o solo fino estudado pode ser empregado, no caso da areia grossa, na confecção do concreto, também pode ser utilizada para fazer o chapisco para reboco e drenagem. A areia média lavada por suas características pode ser usada em praticamente todas as fases da obra. Pode ser utilizada na preparação de argamassas para o assentamento de tijolos e blocos. Além das aplicações na construção civil e produção de artefatos de concreto aparente, é muito utilizada para áreas de lazer, como espaços para recreação infantil, campos de futebol de areia e vôlei de praia. A areia fina é utilizada em rebocos e argamassas para revestimentos internos.

A amostra de solo grosso ensaiada possui 4,372% do total compreendido na faixa de diâmetros entre 4,75mm e 50mm, tendo 91,866% do total depositado no fundo.

Peneira (MESH)	Abertura (mm)	Massa Retida (g)	Fração Retida ( $\Delta x$ %)	Fração Passante (g)	Fração Passante (%)
2"	50	0,66	0,731	89,68	99,269
1.1/2"	37,5	0,21	0,232	89,47	99,037
1"	25	0,31	0,343	89,16	98,694
3/4"	19	0,74	0,819	88,42	97,875
3/8"	9,5	0,54	0,598	87,88	97,277
4	4,75	1,49	1,649	86,39	95,628
Fundo		83,01	91,886		

Tabela 3 – Amostra do solo grosso

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

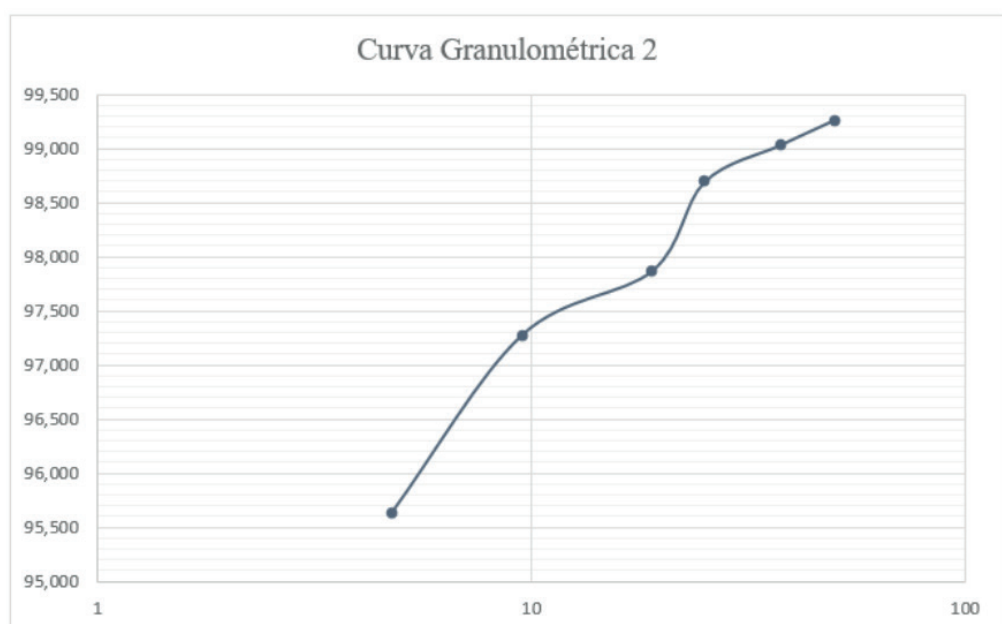


Figura 2 – Curva Granulométrica 2

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019

O fato de 91,866% do total da amostra de solo grosso ter ficado retido no fundo (tabela 3), faz com que não seja possível a análise real da amostra, pois a maior parte não foi de fato estudada.

## 4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos do estudo granulométrico do solo, evidencia-se que a amostra de solo analisada é heterogênea, ou seja, é composta por diferentes tipos de solos. O ensaio apresentou traços de areia fina, grossa, e silte, o que demonstra que o solo, quando corretamente separado, tem grande relevância no contexto da construção civil, pois apresenta mais resistência à compactação.

É de suma importância o estudo de granulometria, pois é a partir desse estudo que o responsável técnico de uma construção obtém informações sobre o solo onde irá construir. Tendo em vista, uma vez que o solo é conhecido, pode evitar problemas futuros, como por exemplo fissuras, trincas e ou até mesmo rachaduras em uma construção.

## REFERÊNCIAS

ABNT–ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Amostras de Solo-Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização**. NBR-6457, 1986.

ABNT–ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo-Análise Granulométrica**. NBR-7181, 1984.

Brivaldo, A. et al. **Padronização para Análise Granulométrica no Brasil**. ISSN: 1517-5685. Rio de Janeiro, 2012.

Olivieri, N. et al. **Metodologias para determinação da granulometria do solo**. ISSN: 1519-8634. Barretos, HOLOS, 2014.

SAIBREIRA, D. **Areia Grossa, Média e Fina 2016**. Disponível em: <<http://www.saibreiraboaesperanca.com.br/site/produtos/areia.html>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Helenton Carlos da Silva** - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agregado 99, 123, 124, 164, 165  
Ambiental 60, 86, 88, 89, 96, 101, 102, 103, 104, 105, 110, 111, 112, 113, 137, 183  
Análise não linear 169  
Argamassa 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 123, 125, 126, 133, 142  
Árvore solar 61, 62  
Autoetnográfico 31, 33  
Automação de alta eficiência 61  
Avaliação de pavimento flexível 152  
Avanços tecnológicos 102

### B

Benefícios 10, 86  
Big data 44, 45, 49, 51, 52, 53  
Bim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 24, 29, 30, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53  
Bioclimatologia 55  
Blocos de vedação 127, 129, 132, 136, 137

### C

Captação de água 98, 99, 101  
Caracterização de pavimento 152  
Cerâmica vermelha 127, 129, 130, 131, 132, 135, 136, 137  
Cidades inteligentes 13  
Concreto poroso 98, 99  
Concreto reforçado com fibras 120, 124, 126  
Construção civil 1, 5, 7, 13, 14, 30, 72, 79, 81, 84, 85, 98, 114, 120, 126, 128, 129, 164, 167, 168, 183

### D

Defeitos de pavimentos 152  
Drenagem superficial 138, 141, 148, 149

### E

Eficiência 7, 55, 56, 61, 62, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 92, 102, 111  
Energia eólica 79, 80, 81, 85  
Energia renovável 61, 80, 81  
Engenharia civil 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 31, 32, 35, 101, 119, 126, 161, 162, 163, 169, 181, 182, 183  
Ensino superior 1, 3, 5, 9, 183  
Esforços solicitantes 169, 171, 175, 179, 181

## **F**

Fibras de polipropileno 114, 115, 116, 117, 119

Fibras poliméricas 120, 126

Fissuras 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 151, 160, 161, 168

Frequência natural 72, 74, 76, 77

## **G**

Geotecnologias 102, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 113

Gestão do conhecimento 36, 49

Granulometria 163, 164, 168

## **H**

Habitação sustentável 55

## **I**

Internet das coisas 49

## **M**

Método dos elementos finitos 169

## **P**

Painéis alveolares 72, 77

Perícia ambiental 102, 105, 111, 112

## **R**

Realidade virtual e aumentada 44

Reaproveitamento de água 98

Resíduos 62, 127, 128, 131, 136, 137

Retração 114, 115, 116, 118, 119, 133, 135, 136

Reuso 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

Rodovias 104, 122, 138, 140, 141, 147, 150, 152, 162

## **S**

Sig 102, 104, 107, 108, 110, 111

Sistema de drenagem 138, 140, 141, 148, 149, 150

Solo 93, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 142, 143, 144, 163, 164, 165, 166, 167, 168

Sustentabilidade 18, 79, 81, 82, 84, 85, 98, 101, 107, 112, 183

## **V**

Verificação automatizada de conformidade 13

Vibrações excessivas 72, 75, 77

