

The background is a dark blue gradient. It features several white line-art gears of various sizes. In the center, there is a faint, semi-transparent image of a person's head in profile, looking downwards. The title 'Gears of the future' is written in a white, sans-serif font, with 'Gears' on the top line and 'of the future' on the bottom line, separated by a thin white horizontal line.

Gears of the future

Adriano Pereira da Silva
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2022

The background is dark grey with a complex pattern of white and light grey gears of various sizes. In the center, there is a faint, light grey silhouette of a person's head in profile, facing right. The overall theme is technology and industry.

Gears of the future

Adriano Pereira da Silva
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª 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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
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
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
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. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Adriano Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G292 Gears of the future / Organizador Adriano Pereira da Silva. –
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-868-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.684220402>

1. Gears of the future. I. Silva, Adriano Pereira da
(Organizador). II. Título.

CDD 303.49

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Organização Gears of the future” versa a pluralidade científica e acadêmica, permeando as singularidades das várias obras que compõem os seus capítulos. O volume apresentará trabalhos, pesquisas, relatos que promovem as diversas formas da aplicação da engenharia de produção, de modo interdisciplinar e contextualizada, em sua gama de conteúdo iterativo.

O principal objetivo é expor, de forma categórica e clara, as pesquisas realizadas nas diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, cujos trabalhos contemplam diretrizes relacionadas à automação, cromatografia, estilos de aprendizagem, identificação de sistemas, impressão 3d, melhoramento de solo, métodos numéricos, reconhecimento de padrões e áreas correlatas.

Portanto, os tópicos discutidos em sociedade, empresariado e academia, são trazidos para um âmbito crítico e estruturado, estabelecendo uma base de conhecimento para acadêmicos, professores e todos aqueles que estão interessados na engenharia de produção e/ou industrial. Assim, salienta-se a importância das temáticas abordadas nesta coleção, visto pela evolução das diferentes ferramentas, métodos e processos que a indústria 4.0 desenvolveu ao longo do tempo e sendo capaz de solucionar problemas atuais e vindouros.

Deste modo, esta obra propõe uma teoria a partir dos resultados práticos obtidos por diversos professores e estudiosos que trabalharam intensamente no desenvolvimento de seus trabalhos, que será apresentada de forma concisa e pedagógica. Sabemos da importância da divulgação científica, por isso também destacamos a estrutura da Atena Editora para fornecer a esses entusiastas da pesquisa científica uma plataforma integrada e confiável para a exibição e divulgação de seus resultados.

Adriano Pereira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

RETROSPECTIVA DE LA FORMACIÓN DEL INGENIERO FORESTAL ANTE LA CRISIS AMBIENTAL DEL PLANETA

Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo

Alicia Avitia Deras

Jorge Antonio Torres Pérez

Martha Alicia Cazares Moran


Víctor Manuel Interian Ku

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204021>

CAPÍTULO 2..... 14

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE PROJETO DE TÚNEIS EM MACIÇOS FRATURADOS

Frederico Veiga Ribeiro Gonçalves


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204022>

CAPÍTULO 3..... 30

CONTROLE ADAPTATIVO USADO EM DOIS ELOS DE UM ROBÔ ELETROMECAÂNICO DE CINCO GRAUS DE LIBERDADE

José Antonio Riul

Paulo Henrique de Miranda Montenegro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204023>

CAPÍTULO 4..... 42

DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO COM SENSOR DE TEMPERATURA E BARRA DE LEDS UTILIZANDO UM MICROCONTROLADOR COM NÚCLEO 8051

Eduardo Batista dos Santos

Salvador Pinillos Gimenez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204024>

CAPÍTULO 5..... 59

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE LIGAÇÕES CRUZADAS EM BORRACHA NATURAL PARA DIFERENTES SISTEMAS DE VULCANIZAÇÃO

Arthur Pimentel de Carvalho

Harison França do Santos

Carlos Toshiyuki Hiranobe

Eduardo Roque Budemberg

Gabriel Deltrejo Ribeiro

Giovanni Barrera Torres


Jose Francisco Resende

Leonardo Lataro Paim

Leandra Oliveira Salmazo

Miguel Ángel Rodríguez Pérez

Renivaldo José dos Santos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204025>

CAPÍTULO 6..... 73

BIOMATERIALS FOR THE STUDY OF CANCER

Nicolas Lara

Maria Inês Basso Bernardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204026>

CAPÍTULO 7..... 90

INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL CRECIMIENTO RADIAL EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus greggii* EN SANTIAGO DE ANAYA HIDALGO, MÉXICO

Pedro Antonio Domínguez-Calleros


Rodrigo Rodríguez-Laguna

José Rodolfo Goché Télles

Norberto Domínguez-Amaya

Héctor Manuel Loera-Gallegos

Jesús Alejandro Soto-Cervantes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204027>

CAPÍTULO 8..... 102


INVESTIGAÇÃO HIDROLÓGICA DA MICRO BACIA DO CÓRREGO DO AFLUENTE DO VEADO, NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE – SP

Karen Caroline Rodrigues Ferreira

Alexandre Teixeira De Souza

Gabriel Itada Tamagno

Elson Mendonça Felici

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204028>


CAPÍTULO 9..... 112

MELHORAMENTO DE SOLO UTILIZANDO MARTELO VIBRATÓRIO: UM ESTUDO DE CASO

Fábio Lopes Soares

Guilherme Ogliari Oliveria

Rhuan Francisco Antunes de Vasconcelos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204029>

CAPÍTULO 10..... 124

RENDIMENTO E ÁCIDOS GRAXOS DOS FRUTOS DE *Calophyllum brasiliensis* CAMBESS NO SUL DO TOCANTINS

Maria Cristina Bueno Coelho

Bonfim Alves Souza

Max Vinícios Reis de Sousa

Wádilla Morais Rodrigues

Yandro Santa Brigida Ataíde

Mathaus Messias Coimbra Limeira


Mauro Luiz Erpen

Maurilio Antonio Varavallo

Juliana Barilli

Marcos Giongo


Damiana Beatriz da Silva
André Ferreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040210>

CAPÍTULO 11..... 137

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE OPERAÇÃO DA EXTRAÇÃO LÍQUIDO –
LÍQUIDO EM REGIME CONTÍNUO DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS SAMÁRIO E
EURÓPIO


Ysrael Marrero Vera
Gabriel Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040211>

CAPÍTULO 12..... 141

EVOLUTION METHODOLOGY OF BIOABSORBABLE POLYMERIC STRUCTURES IN
THE APPLICATION OF STENTING AORTIC COARCTATION IN NEONATES


Rosana Nunes Santos
Aron José Pazin Andrade
Tiago Senra Garcia Santos
Gustavo Caravita Andrade
Carlos Augusto Cardoso Pedra
Flávio José dos Santos
Bruno Agostinho Hernandez
Edson Antonio Capello Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040212>

CAPÍTULO 13..... 155

LA WEBQUEST COMO PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
PARA ALUMNOS DE INGENIERÍAS


Carlos David Zapata y Sánchez
Guadalupe López Molina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040213>

CAPÍTULO 14..... 168

O USO DE GEOTÊXTIL PARA O CONTROLE DE DRENAGEM DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE
- A SOLUÇÃO UTILIZADA PARA FECHAMENTO ADEQUADO DE UMA PILHA ESTÉRIL


Christ Jesus Barriga Paria
Hernani Mota de Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040214>

CAPÍTULO 15..... 180

OTIMIZAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA CURTIDORA DE
PELES EM PRESIDENTE PRUDENTE – SP


Karen Caroline Rodrigues Ferreira
Alexandre Teixeira De Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040215>

CAPÍTULO 16..... 189

TÓPICOS DE ENERGIA LIMPA E MAPAS COGNITIVOS FUZZY APLICADOS EM ANÁLISE DE SATISFAÇÃO NA INSTALAÇÃO DE SOLAR FOTOVOLTAICO


Márcio Mendonça
Marta Rúbia Pereira dos Santos
Célia Cristina Faria
Fábio Rodrigo Milanez
Francisco de Assis Scannavino Junior
Wagner Fontes Godoy
Rodrigo Henrique Cunha Palácios
Marco Antônio Ferreira Finocchio
Carlos Alberto Paschoalino
Gustavo Henrique Bazan
Ricardo Breganon
Uiliam Nelson Lenzion Tomaz Alves
Marcos Antônio de Matos Laia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040216>

CAPÍTULO 17..... 203

RECONHECIMENTO DE PADRÕES EM SINAIS EMG COM REDE NEURAL PARA IMPLEMENTAÇÃO EM BRAÇO ROBÓTICO


Evelyne Lopes Ferreira
Maury Meirelles Gouvêa Jr.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040217>

CAPÍTULO 18..... 212

SEPARAÇÃO DE TÉRPIO E DISPRÓSIO A PARTIR DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO POR SOLVENTES


Ysrael Marrero Vera
Izabel Nunes Ivancko
João Marcos Batista do Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040218>

CAPÍTULO 19..... 221

VIVER A CIDADE: UMA ANÁLISE A PARTIR DA APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO PÚBLICO URBANO


Anicoli Romanini



 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040219>

CAPÍTULO 20..... 233

SimP - BANCADA VIRTUAL PARA LABORATÓRIOS DE AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA, HIDRÁULICA, ACIONAMENTO DE MOTORES E CONTROLADORES DE PROCESSO – UM CASO EM EVOLUÇÃO

Sergio Adalberto Pavani
Cesar Tadeu Pozzer
Paulo Roberto Colusso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040220>

CAPÍTULO 21	243
AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO UTILIZANDO UM SIMULADOR EM TEMPO REAL	
William Pinheiro Silva	
Damásio Fernandes Júnior	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040221	
CAPÍTULO 22	257
von MISES TAPERING: A NEW CIRCULAR WINDOWING	
Hélio Magalhães de Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040222	
SOBRE O ORGANIZADOR	272
ÍNDICE REMISSIVO	273

MELHORAMENTO DE SOLO UTILIZANDO MARTELO VIBRATÓRIO: UM ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 01/01/2022

Fábio Lopes Soares

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Guilherme Ogliari Oliveria

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Rhuan Francisco Antunes de Vasconcelos

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

RESUMO: O trabalho apresenta uma análise de melhoramento de solo, utilizando a técnica denominada de Terra-Pobre que consiste na cravação de tubos metálicos ao solo com auxílio de um martelo vibratório, acoplado ao braço de uma escavadeira hidráulica. O melhoramento estudado é bastante utilizado em cidades litorâneas do nordeste brasileiro, com destaque para João Pessoa e Recife. Entre as razões para selecionar essa técnica de melhoramento estão as características naturais do solo, área e profundidade do tratamento, tipo e utilização da estrutura a ser construída, a interação solo-estrutura, assim como disponibilidade de equipamentos e custos. O estudo de caso, utilizado como base para analisar o desempenho da técnica de melhoramento, foi empregada na construção de um Home Center, em João Pessoa(PB). Por se tratar de um solo predominantemente arenoso e apresentar baixa resistência, o tratamento teve como objetivo aumentar a capacidade de suporte e diminuir o recalque da fundação, tornando o uso de fundação direta viável, técnica e economicamente.

PALAVRAS-CHAVE: Martelo vibratório, Melhoramento de solo, Capacidade de suporte, Standard Penetration Test.

1 | INTRODUÇÃO

O setor de construção civil vem enfrentando, desde 2014, um cenário de recessão. Essa nova realidade trouxe grandes desafios aos profissionais desse setor, pois no desenvolvimento de empreendimentos com um orçamento restrito, o emprego de processos que mitigassem os custos em cada etapa, se mostrou imprescindível. Para tanto foi necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que viabilizassem a utilização de fundações superficiais, mesmo em solos que não possuíam características de suporte, em seu estado natural, que atendessem o acréscimo de tensão da estrutura a ser edificada.

A escolha da técnica de melhoramento utilizada passa pela análise de fatores e variáveis peculiares a cada localidade, podendo ser citadas: a capacidade de suporte natural do solo, área e profundidade do tratamento, a existência de camadas coesivas ou não-coesivas, o tipo de edificação construído, a interação solo-estrutura, tempo disponível, sem esquecer da viabilidade técnica/econômica do emprego da tecnologia.

Levando em conta os fatores discutidos acima, na obra selecionada como estudo de

caso, fez-se a escolha por utilizar uma tecnologia relativamente nova, denominada Terra-Pobre, que utiliza maquinários importados do norte europeu, para cravação de estacas de melhoramento. Tal técnica consiste na execução de uma malha de estacas, com espaçamento definido em projeto, que, além de cobrir a área de projeção da sapata de fundação, forma anéis entre as sapatas devido à área de influência do acréscimo de tensão, efeito explicado pelo espraiamento das pressões.

O objetivo dessa técnica é a compactação das camadas arenosas superficiais, melhorando, assim, características como resistência e rigidez, diminuindo, por conseguinte, o nível de deformações. Através desse melhoramento possibilitou-se o uso de fundação superficial que reduziu, de forma significativa os custos da obra. Segundo Gusmão Filho (1998), esse melhoramento possibilita uma elevação da taxa de trabalho do terreno, permitindo uma substancial diminuição nos volumes de escavação e do concreto das fundações projetadas.

2 | OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi verificar o desempenho do melhoramento de solos arenosos utilizando o método Terra-Pobre. Através da análise dos resultados de duas campanhas de sondagem, uma antes do melhoramento, e outra, após o melhoramento, foi possível determinar o coeficiente de variação, do solo natural e tratado, verificando-se assim a homogeneidade causada por essa técnica em discussão.

3 | METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do estudo, primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre as possíveis técnicas de melhoramento que podem ser empregados em solos arenosos.

Paralelamente com o estudo das técnicas de melhoramento, foram desenvolvidas duas campanhas de sondagens Nspt (STANDARD PENETRATION TEST), visando verificar o real ganho de capacidade de suporte das camadas de solo.

Dotado dos dados das sondagens, fez-se então uma análise sobre o desempenho do melhoramento e a homogeneidade causada pelo emprego de tal técnica.

4 | MELHORAMNTO DO SOLO

A busca por soluções menos onerosas, para as fundações, tornou-se um meio para viabilizar a construção de muitos empreendimentos. O exponencial crescimento de grandes centros urbanos, trouxe consigo, a necessidade do uso de solos que apresentavam parâmetros impróprios as necessidades técnicas para desempenhar a construção de grandes obras. Sabidamente o uso de fundações profundas, na grande maioria dos casos,

é radicalmente mais dispendiosa se comparada a soluções superficiais. A busca por uma solução a essa problemática trouxe consigo o desenvolvimento de várias técnicas, capazes de aumentar a trabalhabilidade do solo.

O solo de cidades litorâneas do nordeste brasileiro, apresenta características semelhantes, por isso o método de melhoramento, usando estacas de compactação, vem sendo cada vez mais aplicado em grandes centros como Recife, João Pessoa, Aracaju e Natal. O terreno encontrado em grande parte dessa região possui uma camada de areia superficial, com granulometria média a fina, de compactidade fofa ou pouco compacta, possuindo também uma camada siltosa de espessura variável. Essas condições tornam o uso da Terra-Pobre viável.

Os métodos para melhoramento de solos, podem ser classificados em dois grandes grupos, os usados para substratos coesivos (Eletro-osmose, Tratamento termal, aditivos) e os que são indicados para solos não coesivos (Bulbos de compactação, Vibroflotação, terra-pobre, estacas de compactação mini-Franki, explosivos).

5 | 4 TRATAMENTO DE SOLOS COESIVOS

5.1 Eletro-osmose

O processo eletro-osmótico consiste em aplicar uma diferença de potencial através de uma massa de solo, atraindo a água para o cátodo resultando em consolidação mais rápida que as técnicas convencionais. Argilas moles são altamente compressíveis e de baixa resistência quando submetidas a carregamento, consolidam e passam por um recalque significativo, podendo ser prejudicial as edificações. O adensamento desses solos leva um longo tempo para ocorrer devido à baixa permeabilidade da argila. Desta forma são utilizados drenos verticais pré-carregados visando acelerar o processo de recalque, causando assim uma consolidação do solo.

5.2 Tratamento Termal

Nessa metodologia de tratamento são usadas variações na temperatura para alterar a resistência dos solos, diminuir sua sensibilidade a ação da água, inchamento e compressibilidade. Para gerar melhorias permanentes é necessário que o solo chegue a temperaturas altíssimas, entre 600 e 1000 °C. Desta forma, torna-se um processo complexo e oneroso. O uso do congelamento de forma artificial, pode ser, uma boa opção em casos quando se visa um aumento de suporte temporário em escavações abertas.

5.3 Tratamento com Aditivos

Essa alternativa de tratamento tem um forte apelo ambiental, porque o uso de aditivos pode ser associado ao uso de materiais que iriam ser descartados na natureza, dando-se, assim, um destino correto a produtos que demandam um grande tempo para serem decompostos na natureza. O uso de fibras PET, polipropileno e raspas de pneus

vem sendo estudados com intuito de descobrir a dosagem correta que deve ser aplicada, tendo como referência as propriedades do substrato.

Outro aspecto importante é que, em muitos casos, quando o solo encontrado no local aonde será desenvolvido um empreendimento, não possui propriedades condizentes com o projeto, pode optar-se por remover o substrato existente, e substituí-lo por um material que possua as propriedades adequadas ao projeto. O problema é que ao adotar-se essa opção, gera-se um grande volume de material que será desperdiçado. Através do uso de aditivos, é possível obter-se um substrato com resistência alta e deformação baixa, adequando-o, assim, a uma boa base de fundação em obras de engenharia.

6 | TRATAMENTO DE SOLOS NÃO COESIVOS

6.1 Bulbos de compactação

Essa técnica de compactação utiliza uma massa de argamassa mais rígida, de baixa mobilidade, que ao ser injetado se expande como uma massa homogênea, deslocando e compactando o solo circundante. O uso dessa técnica visa ao aumento da resistência ao cisalhamento e da rigidez do solo, ao ser executado de forma lenta e controlada, não permite o fraturamento do solo e nem o escoamento da argamassa através dos vazios do solo. A técnica é indicada para solos arenosos fofos, porque em solos densos o material experimentaria um incremento de volume sob cisalhamento, denominado dilatância, causando uma redução no diâmetro da coluna sem a diminuição dos vazios do solo.

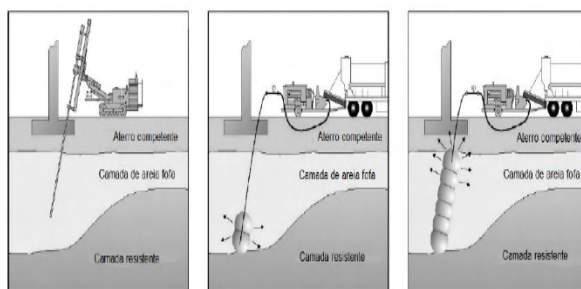


Figura 1- Esquema do processo de execução da técnica de bulbos de compactação (HUSSIN,2006).

6.2 Vibroflotação

Método muito difundido, que usa a ação combinada da vibração do terreno e sua saturação para obter a densificação pretendida. O seu uso é geralmente recomendado para se obter uma maior capacidade de carga em solos fracos, diminuindo, por conseguinte, os recalques produzidos por cargas verticais. Através da introdução de estacas de areia

utilizando uma unidade vibratória com cerca de 2 m de comprimento e um peso excêntrico que gera uma força centrífuga, causando um efeito vibratório de alta frequência. O conceito fundamental que explica a compactação dessa metodologia é o de vibro-deslocamento, que se induz radialmente vibrações de compactação no solo.

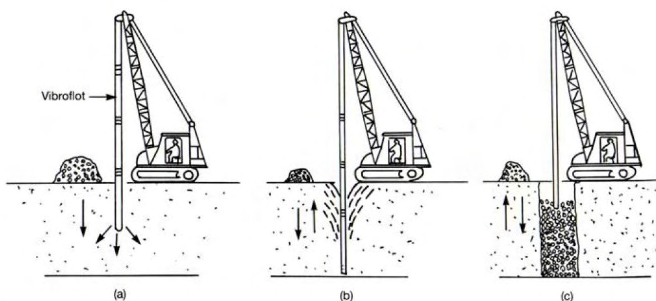


Figura 2- Processo construtivo de vibroflotação (Atkinson,1993).

6.3 Terra-pobre

No método terra-pobre, foco principal desse estudo, é usado um tubo de grande diâmetro (300mm), e um martelo vibratório hidráulico acoplado ao braço de uma escavadeira, produzindo vibrações verticais que densificam os estratos arenosos. Essa técnica foi desenvolvida nos Estados Unidos, e sua prática de execução implantada inicialmente pela empresa L.B Foster Company, no início da década de 70. A técnica empregada no Brasil usa um tubo metálico geralmente equipado com uma tampa basculante, que tem a mesma função da bucha da estaca de melhoramento tradicional, ou seja, bloqueia a entrada de material, no tubo metálico, durante a cravação. Após atingir a profundidade de cravação pretendida, o tubo vazado, é preenchido com pó-de-pedra, através de um funil acoplado a concha dianteira de uma retroescavadeira.



Figura 3- Processo construtivo terra-pobre: da esquerda para direita, cravação do tubo, enchimento com pó-de-pedra e retirada do tubo (FONTE: Acervo pessoal de Guilherme Ogliari).

6.4 Estacas de compactação (mini- Franki)

Método amplamente difundido no nordeste brasileiro, em que, estacas são cravadas com intuito de densificar um solo arenoso, não sendo dimensionadas para receber carga concentrada. As estacas são geralmente constituídas por brita e areia, numa proporção de 3 (areia) para 1 (brita). Em muitos casos a areia é substituída por pó-de-pedra por ser mais barato na região. O processo para a compactação do solo se dá seguindo as operações de: Cravação dinâmica de um tubo metálico com uma bucha seca na ponta, quando é atingida a profundidade desejada, então, a bucha é expulsa, começa o processo de preenchimento com areia e brita, o material de preenchimento é compactado devido a queda livre do pilão, o processo de apiloamento se repete até atingir a densificação limite da areia e da brita, após atingir o nível de densificação pretendido do material de preenchimento, o tubo é levantado e o processo recomeça em outro local até cobrir toda a área que pretende-se melhorar. O processo de melhoramento está exemplificado na figura a seguir:

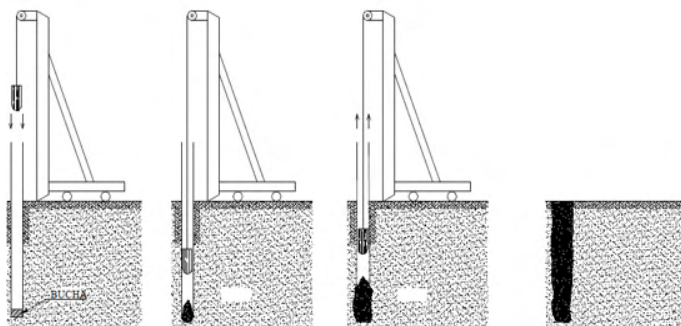


Figura 4- Processo executivo das estacas de compactação (GUSMÃO FILHO, 1995).

Um fator importante na eficiência do melhoramento é a energia de compactação do equipamento utilizado. No entanto o uso de equipamentos muito pesados, pode ser limitado, pela existência de construções vizinhas, pois seu uso faz com que haja um excesso de vibração, podendo causar vários danos as edificações.

6.5 Explosivos

A utilização de explosivos é uma opção viável quando se tem uma camada de areia fofa em grandes profundidades. Essa técnica consiste na detonação de explosivos instalados no depósito arenoso que será tratado, a explosão causa uma liquefação da água incorporada ao solo, seguida pela expulsão da água dos poros. Essa metodologia alcança melhores resultados em areias cuja composição seja de no máximo 25% de finos (partículas < 0,075mm).

7 | ESTUDO DE CASO

O melhoramento utilizado como estudo de caso foi realizado na construção de um home-center em João Pessoa-PB. Foram executadas 9740 colunas de pó-de-pedra, com diâmetro de 280mm, tendo comprimento entre 5,0 a 7,0 m. O comprimento mínimo do tubo metálico, recomendado pelo projetista, foi de 8m. Foi executada uma malha quadrada, sob a lâmina de projeção das sapatas, com espaçamento de 0,80m entre as estacas. O equipamento utilizado na execução do melhoramento foi um martelo excêntrico vibratório, acoplado ao braço de uma escavadeira, com frequência de 15 Hz, rotação de 3000 RPM e força centrífuga de 600 kN. A pressão permanente transmitida pelas sapatas da estrutura foi estimada em 300 kPa, chegando a 390 kPa levando em conta todos os esforços, inclusive a ação do vento. Para garantir a qualidade na execução do melhoramento, o processo construtivo foi fiscalizado por estagiários.

Com o intuito de se mensurar a eficiência do melhoramento foi necessária a realização de duas campanhas de sondagens, uma antes do melhoramento, para verificar a capacidade de suporte do solo natural, e outra, após o melhoramento, obtendo-se assim a nova capacidade do solo. Após a obtenção desses dados foram traçados gráficos de comparação, que indicam os índices N obtidos em sete sapatas distintas (14K, 16D, 6D, 5A, 10G, 6I e 8N).

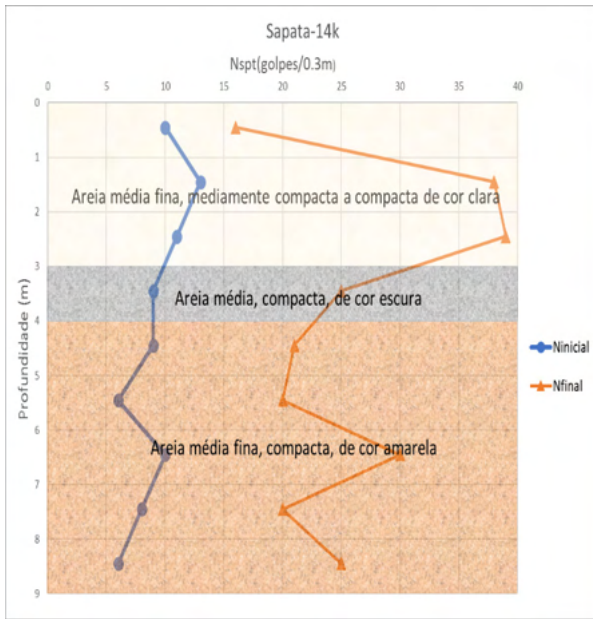


Figura 5- Sondagem antes e depois do melhoramento, Sapata 14K.

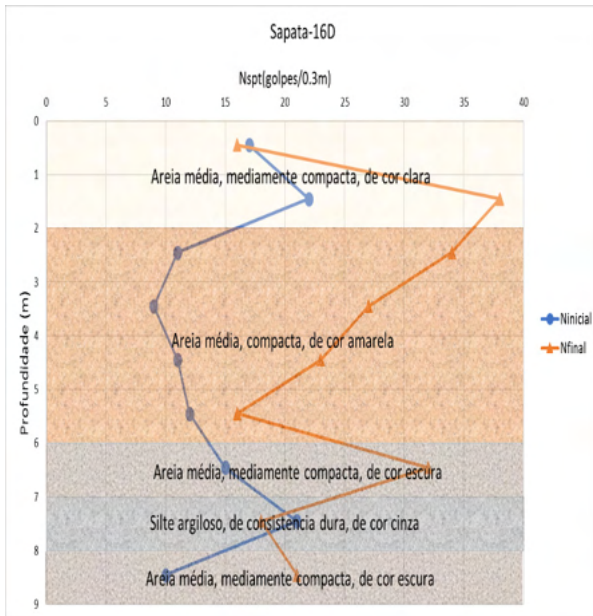


Figura 6- Sondagem antes e depois do melhoramento Sapata 16D.

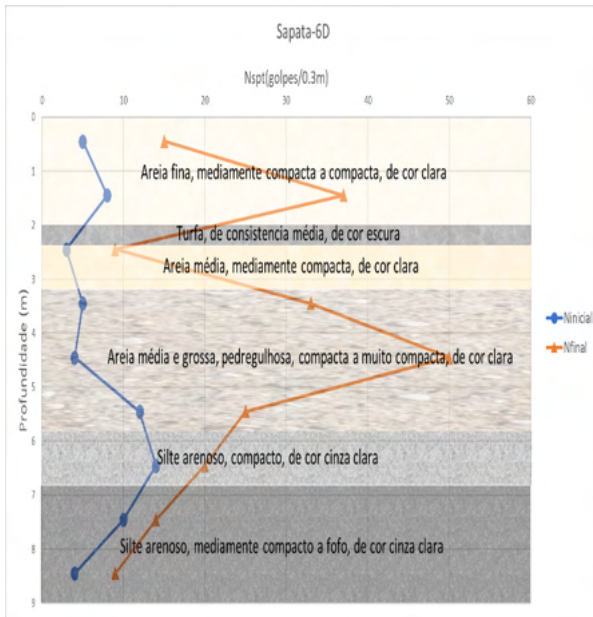


Figura 7- Sondagem antes e depois do melhoramento Sapata 6D.

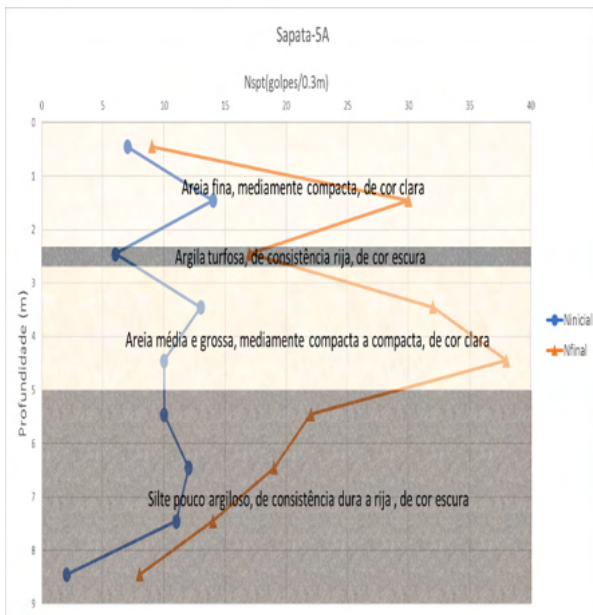


Figura 8- Sondagem antes e depois do melhoramento Sapata 5A.

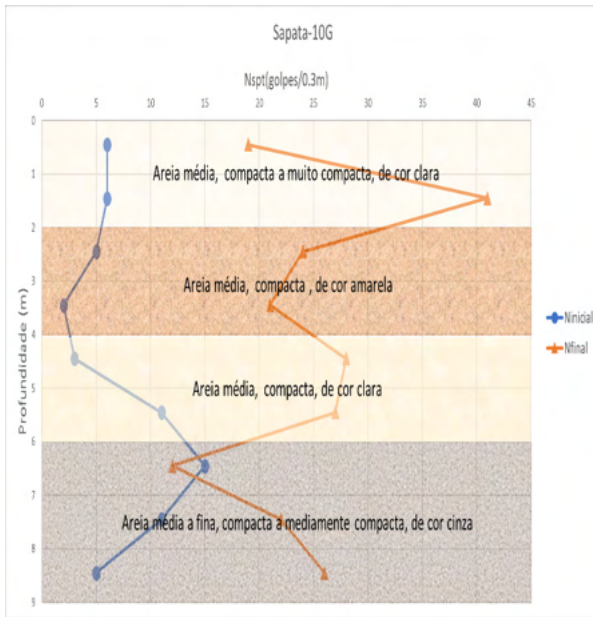


Figura 9- Sondagem antes e depois do melhoramento Sapata 10G.

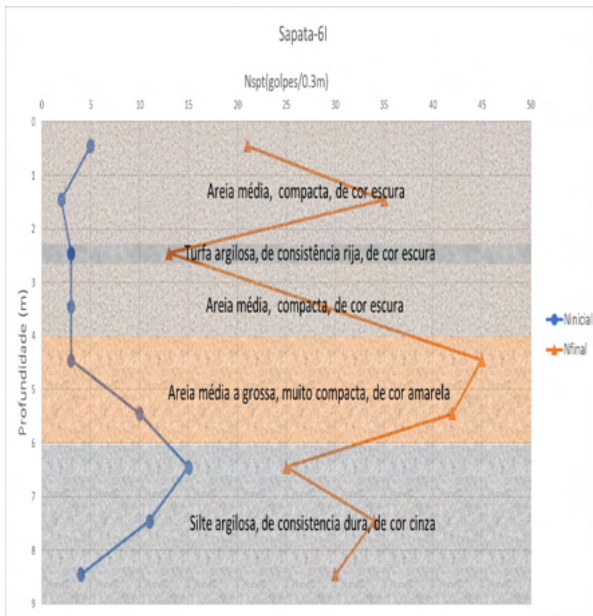


Figura 10- Sondagem antes e depois do melhoramento Sapata 6I.

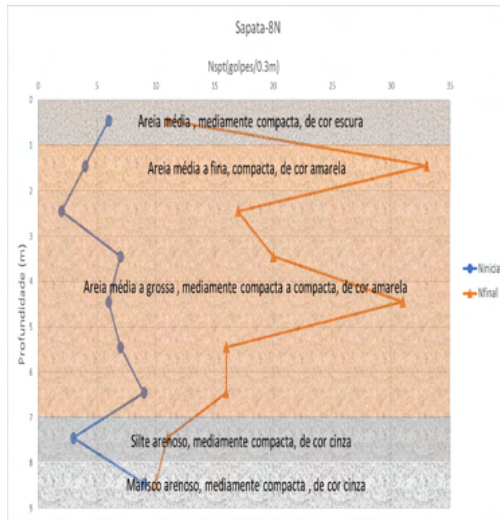


Figura 11- Sondagem antes e depois do melhoramento Sapata 8N.

Utilizando como base os dados obtidos nas duas campanhas de sondagens, aferiu-se o fator de melhoramento K e sua correlação com os diferentes valores do índice N obtidos no solo natural. A dispersão do coeficiente de melhoramento em torno da média foi relativamente alta, portanto, para uma melhor representatividade desse fator, fez-se uma análise estatística do coeficiente K, considerando este coeficiente normalmente distribuído para um mesmo valor de N, com intuito de se determinar a região de maior probabilidade de ocorrência do fator K. Foi admitido um intervalo de segurança de 90%, correspondendo a um escore de 1,65 ($Z=1,65$).

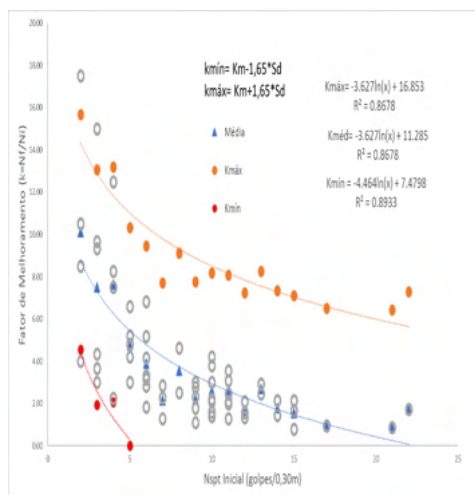


Figura 12- Variação de Kmédio, Kmáximo e Kmínimo versus Ninicial obtido para o solo natural.

8 | CONCLUSÕES

- O melhoramento utilizando a tecnologia Terra-pobre se mostrou muito competitivo e eficiente, principalmente devido a sua alta produtividade e baixa interferência, se comparada a outros métodos, na vizinhança.

- Nas profundidades entre 1,45 e 4,45m foram encontrados os maiores coeficientes de melhoramento, portanto, a técnica se mostrou mais eficiente em pequenas profundidades.

- Com o aumento do *Ninicial* houve uma diminuição do coeficiente de melhoramento

K

- O melhoramento se mostrou muito eficiente em solos saturados

- Obteve-se um maior coeficiente de melhoramento em camadas de areia média

- Em camadas com a predominância de finos, o melhoramento não teve uma grande eficiência

ÍNDICE REMISSIVO

A

Automação 2, 6, 43, 233, 241, 242

B

Barra de leds 3, 42, 43, 44, 51, 52, 55, 58

Borracha natural vulcanizada 60, 61, 70

Braço robótico 6, 203, 204, 207, 209, 210, 211

C

Capacidade de suporte 112, 113, 118

Cerrado 125, 128, 136

Circuito integrado 42, 45

Classificação geomecânica 14, 19, 27, 28

Coagulantes 180, 181, 186, 187

Coarctação da aorta 141, 142, 143, 144, 145, 148, 153

Compostos de borracha 60

Construccionismo 155, 157

Controle adaptativo 3, 30, 31

Crecimiento en pinos, biomasa 90

Cromatografia 2, 125, 130, 131

Curtume 180, 181, 183

D

Degradação 18, 61, 179, 180, 184

Densidade de ligações 3, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Drenagem 5, 102, 104, 105, 107, 110, 168, 172, 173, 174, 176, 178, 179

E

Educación en ingeniería 155

Elementos terras 5, 137, 140, 212, 213

Escavações subterrâneas 14, 15

Estabilidade 15, 18, 60, 61, 69, 134, 168

Estilos de aprendizaje 2, 155, 156, 157, 158, 160, 162, 166, 167

Extração líquido 5, 137, 138, 140, 213

G

Geotêxtil 5, 168, 177, 178, 179

Guanandi 125, 135, 136

H

Hidráulica 6, 16, 102, 103, 112, 130, 233, 235, 240, 241

Hidrología 179

I

Identificação de sistemas 2, 30

Impressão 3D 2, 141, 142

Incremento corriente anual 90, 92, 97

Incremento medio anual 90, 92, 97

Investigações de campo 15

L

Laboratório 14, 15, 22, 130, 187, 233, 234, 235, 236

Laboratório virtual 233

Landi 125

M

Maciço fraturado 14

Manejo forestal 1, 8, 10, 11, 100

Martelo vibratório 4, 112, 116

Melhoramento de solo 2, 4, 112

Métodos numéricos 2, 14, 24, 155, 156, 161, 163, 165, 166

México 4, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 90, 91, 98, 99, 100, 101, 155

Microcontrolador 3, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 53, 57, 58, 204, 206, 207

Microestrutura 60, 61, 67

Modelagem computacional 14

Mooney-rilvin 60, 62

P

Pilhas de estéril 168

Plantaciones forestales 3, 90, 91, 100

Pneumática 6, 233, 235, 236, 240, 241

Propriedades macroscópicas 60

R

Reconhecimento de padrões 2, 6, 203, 204

Recursos forestales 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12

Rede neural artificial 203, 204, 206, 207

Robótica 30, 210

S

Sinal eletromiográfico 203, 204, 206

Standard penetration test 112, 113

Stents bioabsorvíveis 142, 147, 151, 154

T

Tomografia computadorizada 141, 142, 148, 153

Transdutor de temperatura 42, 43, 46

Túnel rodoviário 14

W


Webquest 5, 155, 163, 167



Gears of the future

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 


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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Gears of the future

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 