

Amanda Fernandes Pereira da Silva  
(Organizadora)

# ENGENHARIA- RIAS: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 2



Amanda Fernandes Pereira da Silva  
(Organizadora)

# ENGENHARIA- RIAS: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 2



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

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

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof<sup>o</sup> 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

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Amanda Fernandes Pereira da Silva

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
E57	Engenharias: pesquisa, desenvolvimento e inovação 2 / Organizadora Amanda Fernandes 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 978-65-258-0701-0 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.010222911">https://doi.org/10.22533/at.ed.010222911</a>  1. Engenharia. I. Silva, Amanda Fernandes Pereira da (Organizadora). II. Título.  CDD 620
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**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; 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.

Os mais diversos ramos do conhecimento possuem grandes desafios a serem superados, é o do saber multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. A curiosidade científica é o pilar de motivação que estimula as investigações baseadas no conhecimento existente objetivando a geração de novos materiais, produtos e equipamentos.

Nesse sentido, esta coleção “Engenharias: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 2” traz capítulos ligados à teoria e prática em um caráter multidisciplinar, tendo um viés humano e técnico. Apresenta temas relacionados as áreas de engenharias, dando um viés onde se faz necessária a melhoria contínua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura!


Amanda Fernandes Pereira da Silva



**CAPÍTULO 1 ..... 1**

A IMPORTÂNCIA DA BIOMASSA, COMO FONTE ENERGÉTICA NO DESENVOLVIMENTO RURAL EM ANGOLA

Carlos Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229111>


**CAPÍTULO 2 ..... 9**

ANÁLISE DE UM MATERIAL ALTERNATIVO A PARTIR DE BIOMASSA VEGETAL PARA UTILIZAÇÃO COMO CHAPAS E AGLOMERADOS DE MADEIRA

Jamile Teixeira Manoel

Maicon Ramon Bueno

Flávia Sayuri Arakawa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229112>

**CAPÍTULO 3 ..... 21**

ANÁLISE POR MEIO DE LINGUAGEM R, E PREVISÃO DE LUCROS DE UMA TRANSPORTADORA NO PERÍODO PRÉ E PÓS-PANDEMIA COVID-19

Márcio Mendonça

Francisco de Assis Scannavino Junior

Fabio Rodrigo Milanez

Gabriela Helena Bauab Shiguemoto

Ricardo Breganon

Carlos Alberto Paschoalino

Celso Alves Correa

Kazuyochi Ota Junior


Rodrigo Rodrigues Sumar

Michelle Eliza Casagrande Rocha

Vera Adriana Azevedo Hypolito

João Maurício Hypolito

Luiz Eduardo Pivovar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229113>


**CAPÍTULO 4 ..... 32**

ANÁLISIS TEÓRICO Y SIMULADO DEL ESFUERZO MÁXIMO PERMISIBLE EN BARRAS RECTANGULARES Y EJES REDONDEADOS SOMETIDOS A ESFUERZOS DE TENSIÓN

Eliel Eduardo Montijo Valenzuela

Flor Ramírez Torres

Aureliano Cerón Franco


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229114>

**CAPÍTULO 5 ..... 43**

EVALUATION OF PROPERTIES OF COMPOSITES MADE OF MINERAL BINDERS, WASTE WOOD PARTICLES AND KRAFT PULP FIBERS FROM *Eucalyptus* spp. AND *Pinus* spp.

Tháisa Mariana Santiago Rocha


Silvana Nisgoski  
 Graciela Inês Bolzón de Muniz  
 Leonardo Fagundes Rosemback Miranda  
 Carlos Frederico Alice Parchen

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229115>

**CAPÍTULO 6 ..... 64**

**BUSINESS INTELLIGENCE APLICADO À BASE DE DADOS ABERTOS: UMA ANÁLISE SOBRE A PNAD CONTÍNUA**


Leonardo de Jesus Piechontcoski  
 Nilson Ribeiro Modro  
 Luiz Cláudio Dalmolin  
 Nelcimar Ribeiro Modro  
 Glauco Oliveira Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229116>

**CAPÍTULO 7 ..... 88**

**EDGE COMPUTING: AS NOVAS ARQUITETURAS COMPUTACIONAIS E APLICAÇÕES NA ÁREA MÉDICA**


Leonardo de Almeida Cavadas  
 Renato Cerceau  
 Sergio Manuel Serra da Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229117>

**CAPÍTULO 8 ..... 108**

**EVALUATION OF THE WETTABILITY OF EPOXY/GRANITE COMPOSITES THROUGH CONTACT ANGLE**


Jorge Luiz Siqueira da Costa Neto  
 Antonio Renato Bigansolli  
 Sinara Borborema  
 Belmira Benedita de Lima-Kühn

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229118>

**CAPÍTULO 9 ..... 115**

**INFLUENCIA DE LA MODALIDAD DE ESCUELAS DE EDUCACIÓN BÁSICA EN EL NIVEL DE APROVECHAMIENTO DEL USO DE APLICACIONES MÓVILES**

Arizbé del Socorro Arana Kantún  
 Noemi Guadalupe Castillo Sosa  
 Cintia Isabel Arceo Fuentes


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0102229119>

**CAPÍTULO 10..... 122**

**MODELAGEM E PROJETO DE CONTROLADORES PARA UM SISTEMA DE LEVITAÇÃO DE UMA ESFERA POR UM FLUXO DE AR**

Heros Carvalho Soares  
 Nathan Phillipe Almeida Mendes


Eduardo Santos de Alemdia  
Cláudio Henrique Gomes dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01022291110>

**CAPÍTULO 11 ..... 135**

NONLINEAR MODEL OF COD AND OBD/COD AT THE CAXIAS DO SUL  
LANDFILL USING NEURAL NETWORKS


Ana M. C. Grisa  
Edson Luiz Francisquetti  
Mara Zeni Andrade  
José A. Muñoz H.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01022291111>

**CAPÍTULO 12..... 153**

NOVAS TECNOLOGIAS E INOVAÇÃO EM BIBLIOTECONOMIA: UM ESTUDO  
COMPARATIVO DA MODALIDADE A DISTÂNCIA E PRESENCIAL


Lílian da Cruz Sousa  
Núbia Moura Ribeiro  
Marcelo Santana Silva  
Jerisnaldo Matos Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01022291112>

**CAPÍTULO 13..... 167**

PROJETO E FABRICAÇÃO DE UMA CÂMARA DE EBULIÇÃO NUCLEADA  
PARA ELEVADAS PRESSÕES


Paulo Ricardo Godois  
Gustavo Alberto Ludwig

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01022291113>

**CAPÍTULO 14..... 184**

VEÍCULOS ELÉTRICOS: O POTENCIAL BRASILEIRO PERANTE O MUNDO

Márcio Mendonça  
Caio Ferreira Nicolau  
Carlos Alberto Pachcoalino  
Rodrigo Rodrigues Sumar  
Kazuyochi Ota Junior  
Francisco de Assis Scannavino Junior  
Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin  
Marcos Antonio de Matos Laia  
André Luís Shiguemoto  
Ricardo Breganon  
Rodrigo Henriques Lopes da Silva  
Michelle Eliza Casagrande Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01022291114>

**CAPÍTULO 15.....200**

VIABILIDADE DE UMA FERRAMENTA PARA ORIENTAÇÃO AOS

**RESPONSÁVEIS POR PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Manuelle Osmarin Pinheiro de Almeida


Raquel de Brito

Gabriely Cristina Agostineto

Júlia Eduarda Hentz

Rafael Terras

Jorge Luiz Haack

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01022291115>**CAPÍTULO 16..... 210****USO DOS RESÍDUOS DE PEDRA MORISCA DA CIDADE DE CASTELO DO PIAUÍ NA PRODUÇÃO DE CONCRETO**


Jamie Lívia da Costa Soares Farias

Letícia Queiroz Monteiro

Linardy Moura de Sousa

Laécio Guedes do Nascimento

Amanda Fernandes Pereira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.01022291116>**SOBRE A ORGANIZADORA .....228****ÍNDICE REMISSIVO.....229**

# USO DOS RESÍDUOS DE PEDRA MORISCA DA CIDADE DE CASTELO DO PIAUÍ NA PRODUÇÃO DE CONCRETO

*Data de aceite: 01/11/2022*

**Jamie Livia da Costa Soares Farias**

Centro Universitário Santo Agostinho,  
Teresina, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0003-3321-8156>

**Letícia Queiroz Monteiro**

Centro Universitário Santo Agostinho,  
Teresina, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-9159-227X>

**Linary Moura de Sousa**

Centro Universitário Santo Agostinho,  
Teresina, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-3396-8080>

**Laécio Guedes do Nascimento**

Centro Universitário Santo Agostinho,  
Teresina, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0003-3321-8156>

**Amanda Fernandes Pereira da Silva**

Centro Universitário Santo Agostinho,  
Teresina, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-7616-8166>

viabilidade técnica do reaproveitamento do pó da pedra Morisca na produção de concreto. Sua metodologia é de cunho quantitativo e experimental. Com a coleta de dados realizada in loco pôde-se analisar a extração da pedra, conhecer e registrar as etapas, os métodos de extração, as ferramentas utilizadas pelos operários e observar o desperdício do material. A análise de dados foi feita com a confecção dos corpos de prova com substituição parcial do aglomerante pelo pó da pedra Morisca (PM) com 5%, 7,5%, 10% e 12,5 % em massa, e realizado ensaios de granulometria, de consistência e de resistência a compressão simples. Dentre os resultados, no ensaio de resistência à compressão, observou-se que o traço de referência não atingiu o valor de resistência esperado de 25 Mpa. Na amostra com 5% a resistência diminuiu, com 7,5% houve um aumento e partir das demais substituições tornou a diminuir. Em todos os traços não se obteve a resistência especificada, sendo assim, nenhum dos traços tornou-se viável para a utilização em concretos estruturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo de pedra<sup>1</sup>; material alternativo<sup>2</sup>; resistência à compressão<sup>3</sup>.

**RESUMO:** Os agregados artificiais oriundos de rochas ornamentais, em especial a pedra Morisca, se tornaram uma boa alternativa na produção de concretos e redução dos impactos ao meio ambiente. Com isso, a pesquisa objetiva analisar a

**ABSTRACT:** Artificial aggregates from ornamental rocks, especially Morisca stone, have become a good alternative in the production of concrete and reduction of impacts on the environment. With this, the research aims to analyze the technical feasibility of reusing the powder of Morisca stone in the production of concrete. Its methodology is quantitative and experimental. With the data collection carried out in loco, it was possible to analyze the extraction of the stone, to know and record the steps, the extraction methods, the tools used by the workers and to observe the waste of the material. Data analysis was performed with the preparation of specimens with partial replacement of the binder by Morisca stone powder (PM) with 5%, 7.5%, 10% and 12.5% by mass, and granulometry tests were performed, consistency and simple compressive strength. Among the results, in the compressive strength test, it was observed that the reference trace did not reach the expected strength value of 25 Mpa. In the sample with 5% the resistance decreased, with 7.5% there was an increase and from the other substitutions it decreased again. In all traces, the specified strength was not obtained, therefore, none of the traces became viable for use in structural concrete.

**KEYWORDS:** Stone residue<sup>1</sup>; alternative materia<sup>2</sup>; compressive strength<sup>3</sup>.

## 1 | INTRODUÇÃO

O concreto é o principal material de construção da atualidade por suas várias formas em que se apresenta, por exemplo, como simples, armado, protendido etc. Sendo um elemento composto por cimento, água, agregado miúdo, agregado graúdo, além do ar, podendo ou não, conter aditivos e adições para melhorar ou até mesmo modificar suas propriedades, afim de promover o melhor desempenho. É essencial que a dosagem possua uma mistura ideal de uma maneira econômica com os materiais disponíveis na região (COUTO *et al.*, 2013) [1].

As propriedades que são fundamentais desse material são: estabilidade direcional, resistência e durabilidade. Porém a que mais se destaca e necessita de maior controle é a resistência, onde tem uma proporção inversa com quantidade de vazios (porosidade) e esta por sua vez possui relação direta com o fator água-cimento, onde quanto mais poroso for a microestrutura será menos resistente. Por isso é essencial fazer uma boa escolha dos materiais apropriados e de suas proporções (MEHTA; MONTEIRO, 2008) [2].

Assim, os agregados artificiais oriundos de rochas ornamentais tornaram-se uma alternativa útil não somente por melhorar as propriedades do concreto substituindo total ou parcialmente o cimento portland, mas como alternativa para diminuir os agravantes dos impactos ao meio ambiente através da extração da areia natural. O excedente que antes seria descartado na natureza seja utilizado como agregado miúdo. (NASCIMENTO, 2018) [3].

A pedra Morisca se inclui como um resíduo especial por ser bastante utilizado no Brasil e países afora. É formada por camadas contínuas e espessuras variáveis no qual seu aproveitamento é controlado pela fratura e a variação da composição dessas camadas constituintes, que é um fator primordial para que a rocha se quebre em camadas (folhas),

fator condicionante para o aproveitamento na jazida como utilização ornamental e como revestimento (DREYER, 2016) [4].

Por esse motivo, ao se falar em concreto, é notável a busca incessante por novos meios que darão mais economia ao construir, e é por isso já existem vários estudos como também aplicações de alternativas para a reutilização dos resíduos dos processos de lavra e de beneficiamento da pedra morisca. Um exemplo é o recorte primário das rochas sendo reutilizados na própria pedreira e como forma de artesanato, e já os resíduos da porção secundária, podem ser reutilizados mais especificamente na construção civil na indústria cimentícia, em argamassas, e no caso desse estudo, são reutilizadas no concreto (NUNES, 2020) [5].

Diante disso, este artigo tem como intuito avaliar a viabilidade em se produzir concreto com o pó residual gerado através do beneficiamento da pedra de Castelo.

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia é do tipo quantitativa, visto que utilizar o pó da pedra na produção do concreto, todas as características devem ser avaliadas, principalmente quando se refere a novos tipos de materiais como é o caso da pedra Morisca, onde a viabilidade técnica dependerá dos resultados dos testes sobre o comportamento deste quando atribuído ao concreto.

Para análise dos dados, registros fotográficos foram realizados para auxiliar na elaboração da demonstração do ensaio de granulometria, visto que ajuda a examinar e relacionar o tamanho dos grãos em relação aos outros durante o peneiramento, assim como a numeração das peneiras. Após isso o material foi incorporado ao concreto fresco no laboratório. Os ensaios efetuados afim de comparar o concreto com resíduo da rocha com o natural foram: granulometria, consistência e resistência à compressão.

### 2.1 Materiais

#### 2.1.1 Cimento Portland

O cimento utilizado foi o Cimento Portland CPII32-E, da marca POTY, adquirido no comércio local na cidade de Teresina/PI (Figura 1). O material estava em perfeito estado de conservação, anteriormente foi armazenado em ambiente fechado, seco e sem presença de umidade, sem contato direto com o chão, distante a 10 cm e 30 cm da parede.



Figura 1 – Cimento Portland [Autoria própria]

### 2.1.2 Agregado Graúdo

O agregado graúdo utilizado, Figura 2, foi do tipo seixo e estava ausente de matéria orgânica.



Figura 2 – Agregado graúdo (Seixo) [Autoria própria]

### 2.1.3 Agregado Miúdo

O agregado miúdo foi areia natural fina (0,018 mm), ver Figura 3.





Figura 3 – Agregado miúdo (Areia) [Autoria própria]

#### 2.1.4 *Água de amassamento*

A água de amassamento usada foi disponibilizada pelo Centro Universitário Santo Agostinho. Esta possui características físicas e químicas adequadas para a produção do concreto, ver Figura 4.



Figura 4 – Água de amassamento [Autoria própria]

#### 2.1.5 *Resíduo de beneficiamento da pedra Morisca*

As jazidas de extração da pedra morisca ficam localizadas na cidade de Castelo do Piauí, esta se encontra na zona rural da cidade, à 189,3 Km da capital Teresina. A empresa estudada, dedica-se à extração, beneficiamento e exportação de rochas ornamentais, principalmente pedra morisca e é bastante importante para o setor econômico local, do estado e até mesmo para o país visto que promove exportação para vários países.

Foi utilizado o pó do resíduo da pedra Morisca gerado no processo de beneficiamento,

onde ocorre o corte ou polimento e foi usado para substituição parcial como aglomerante. O pó utilizado foi mantido com os mesmos cuidados do cimento e foi destorroado antes do amassamento, está representado na Figura 5.



Figura 5 – Pó da pedra Morisca [Autoria própria].

### 2.1.6 Confecção de Corpo de Prova

Os traços foram constituídos por Cimento Portland, areia natural, seixo e pó de pedra Morisca em suas devidas proporções de 1: 2,4: 3,28, para obtenção de um fck de 25 Mpa, tomando como referência o traço com 100% de cimento portland (TR). No total foram feitos cinco traços, o traço de referência (TR), e mais quatro com substituição parcial do aglomerante cimento portland pelo pó da pedra Morisca (PM) com 5%, 7,5%, 10% e 12,5 % em massa. A relação a/c é de 0,64 para o TR e foi repetida para as demais proporções, ver na Tabela 2.

Substituição (%)	Cimento kg	Areia Natural (kg)	PM (kg)	Seixo (kg)	Fator a/c
TR	7,00	16,8	0	22,96	0,64
5%	6,65	16,8	0,350	22,96	0,64
7,5%	6,475	16,8	0,525	22,96	0,64
10%	6,30	16,8	0,700	22,96	0,64
12,5%	6,125	16,8	0,875	22,96	0,64

Tabela 2 – Proporção das misturas [6]

Os dados da Tabela 2, estão de acordo com os parâmetros de segurança da NBR 6118/2021 [7] entre a classe de agressividade e qualidade do concreto.

### 2.1.7 Moldagem e cura dos corpos de prova (cp's)

Foram moldados três corpos de prova cilíndricos com dimensões de (100x200) mm para cada traço definido como mostra na Figura 6, totalizando 15 corpos de prova. Em seguida foram curados inicialmente nas primeiras 24h, após isso foi realizado o desmolde e colocados em cura úmida em um tanque com água até os 28 dias a partir do término da moldagem, como mostram as Figuras 6 e 7. A moldagem foi realizada conforme diretrizes da NBR 5738:2015 [8].



Figura 6 – Moldagem de corpo de prova [Autoria própria]



Figura 7 – Cura úmida [Autoria própria]

### 2.1.8 Ensaio realizados

#### 2.1.8.1 Granulometria

Realizou-se a caracterização dos resíduos da pedra Morisca para a determinação da distribuição granulométrica e dimensão máxima característica. Foi realizada por peneiramento com o agitador de peneiras, conforme a NBR NM 248:2003 [9], afim de obter

granulometria uniforme para ser usada como aglomerante e verificar o diâmetro médio, o peneiramento está representado na Figura 8.



Figura 8 – Ensaio de peneiramento [Autoria própria]

Durante o ensaio de peneiramento foi colocado a amostra na peneira de 9,5 mm e ligado o agitador de peneiras. Ao final do processo foi pesado o material retido em cada peneira e calculado a porcentagem em relação a amostra total, também foi identificada o diâmetro médio.

## 2.1.9 Ensaio do concreto - estado fresco

### 2.1.9.1 Consistência

O ensaio de consistência foi realizado por meio de ensaio de abatimento do tronco de cone de acordo com a NBR NM 67:1998 [10] e foi feito para cada traço e verificado os valores de abatimento em milímetros. A Tabela 3 a seguir mostra os tipos de trabalhabilidade para usar como parâmetro.

<b>Tipo de trabalhabilidade</b>	<b>Abatimento (mm)</b>
Abatimento zero	0
Muito baixa	0-10
Baixa	15-30
Média	35-75
Alta	80-155
Muito alta	160 ao colapso

Tabela 3 – Tipos de trabalhabilidade e variações de abatimento [11]

## 2.1.10 Ensaio do concreto - estado endurecido

### 2.1.10.1 Resistência à compressão

Foram utilizados seis corpos de prova, para cada traço com dimensões de (100x200) mm, aos 28 dias de cura, seguindo a NBR 5739:2018 [12]. O ensaio foi realizado com a aplicação de uma prensa hidráulica, disponibilizada pelo laboratório de concreto do Centro Universitário Santo Agostinho.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização granulométrica do pó da pedra Morisca

Para a análise da distribuição granulométrica (Tabela 4) foram realizados dois ensaios, com o intuito de verificar se houve notável variação no somatório de massa retida em relação a cada peneira. Acerca disso foi verificado que as maiores variações foram nas peneiras de 1,8 e 0,3 mm, o equivalente a 0,33%, já sobre a massa retida média em porcentagem foi obtido os valores de 0,0%; 0,0%; 0,42%; 6,60%; 12,56%; 19,03%, 12,56%, 8,63% e 40, 21% para as peneiras de 9,5 mm; 6,3mm; 4,75mm; 2,36mm; 1,18mm; 0,6mm; 0,3mm; 0,15mm e fundo, respectivamente, resultando em grande quantidade de finos.

Abertura da malha das peneiras (mm)	a) massa fina seca (g)=	500			Massa retida Var. +- 4%	Massa retida média (%)	Massa Retida Acum. (%)
	b) massa fina seca (g)=	500					
	Massa retida (g)		Massa retida (%)				
	Ensaio a	Ensaio b	Ensaio a	Ensaio b			
9,5	0	0	0,0%	0,0%	0%	0%	0,00%
6,3	0	0	0,0%	0,0%	0%	0%	0,00%
4,75	2	2,1	0,4%	0,4%	0%	0%	0,42%
2,36	33,3	31,9	6,8%	6,4%	0%	7%	7,02%
1,18	61	63	12,4%	12,7%	0%	13%	19,58%
0,6	94	93,9	19,1%	19,0%	0%	19%	38,61%
0,3	61	63	12,4%	12,7%	0%	13%	51,16%
0,15	43	42,2	8,7%	8,5%	0%	9%	59,79%
Fundo	198	199	40,2%	40,2%	0%	40%	100,00%
Total	492,3	495,1	-	-	-	-	-

Tabela 4 – Granulometria do pó da pedra Morisca [Autoria própria]

A partir da massa retida acumulada foi elaborado a curva granulométrica do aglomerante oriundo do resíduo da pedra Morisca, sendo utilizado os dados do ensaio b pois foi o que se obteve menos perdas de massa. Foi observado que o diâmetro médio é 34,90 micrômetros, ou 0,03490 milímetros, o equivalente a 50% da massa acumulada retida, como mostra o Gráfico 1.

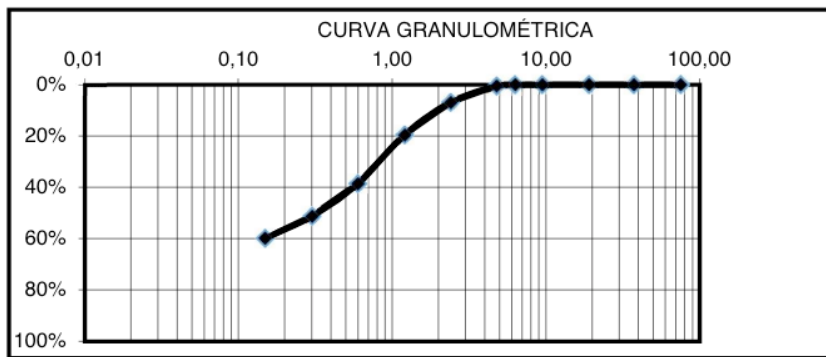


Gráfico 1– Curva de distribuição granulométrica do pó da pedra Morisca [Autoria própria]

De acordo com a NBR NM 46:2003 [13] o material que fica retido por lavagem na peneira de 0,075 mm (Nº 200) é considerado areia e o que passa se enquadra como silte ou argila e após a análise do material e ter constatado que este é muito fino, passando 100%. Com isso, torna-se inviável a utilização como agregado, por isso a pesquisa foi reajustada para ser utilizada como aglomerante, onde sua granulometria se encaixa, o processo do ensaio e a quantidade passante estão representados nas Figuras 9 e 10, respectivamente.



Figura 9 – Ensaio de determinação de material fino passante na peneira de 0,075 mm [Autoria própria]

Durante o ensaio o material foi lavado e percebeu-se que o material passava pela peneira sem dificuldade, demonstrando grande quantidade de finos.



Figura 10 – Material passante na peneira de 0,075 mm [Autoria própria]

Na Figura 10 fica evidente que todo o material passou pela peneira de 0,075 mm, na porção inferior da imagem encontra-se o resíduo na pia.

É importante frisar que não foram encontrados resultados de pesquisas anteriores que contemplem os estudos sobre a utilização do pó da pedra Morisca como aglomerante em substituição parcial pelo cimento Portland. Com isso foi realizado a comparação com outro tipo de pedra. O resíduo de beneficiamento de rocha ornamental (RBRO) estudado é composto principalmente por quartzito, assim como a pedra Morisca, sendo observado que o diâmetro médio é 30,95 micrômetros, ou 0,03095 milímetros, ver Gráfico 2.

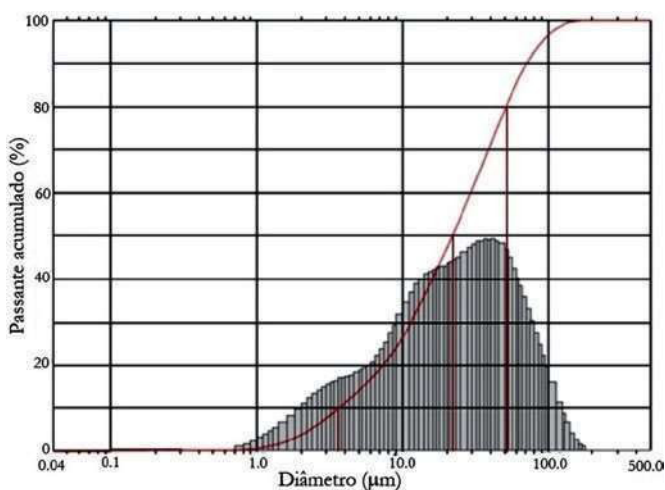


Gráfico 2 – Curvas de distribuição granulométrica do RBRO [6]

Por meio da comparação dos resultados foi possível averiguar que os diâmetros médios se assemelham, porém, a distribuição granulométrica do RBRO fica restrita a 0,001mm a 0,2 mm e o pó da pedra morisca fica na faixa de 0,0015 a 4,75 mm.

### 3.1.1 Consistência

O ensaio foi realizado para cada traço executado, obtendo como resultado de abatimento de 10 mm para o traço de referência (TR), havendo um acréscimo a partir daí, com 13mm para 5% de substituição, 53 mm para 7,5%, 66mm para 10% e 75 mm para 12,5%. Na Tabela 5 está representado os valores encontrados.

% de substituição	Consistência (mm)
TR	10
5	13
7,5	53
10	66
12,5	75

Tabela 5 – Consistência [Autoria própria]

Diante dos resultados encontrados foi comprovado que para o TR e substituição de 5% não foi obtido trabalhabilidade aceitável para o TR, visto os abatimentos tem características muito baixa (0-10) e baixa (15-30), respectivamente. Já as demais substituições obtiveram uma consistência média (35-75), ver Figuras 11, 12, 13, 14 e 15.



Figura 11 – Abatimento para o traço de Referência [Autoria própria]

A partir da análise da Figura 12 é possível verificar que o abatimento, portanto a consistência, está muito baixa.





Figura 12 – Abatimento para substituição com 5% do pó da pedra Morisca [Autoria Própria]

A diferença de abatimento do traço anterior para o com substituição tem uma diferença de apenas 3 mm, com característica de consistência baixa.



Figura 13 – Abatimento para substituição com 7,5% do pó da pedra Morisca [Autoria Própria]

A partir da substituição de 7,5% é possível notar que o abatimento tem um aumento mais considerável, nesse traço verificou-se que foi obtido consistência média.



Figura 14 – Abatimento para substituição com 10% do pó da pedra Morisca [Autoria Própria]

A substituição de 10% também trouxe valores de consistência média, assim como o de 7,5%.



Figura 15 – Abatimento para substituição com 12,5% do pó da pedra Morisca [Autoria própria]

Com a substituição de 12,5% notou-se que houve um abatimento bem maior que os demais citados anteriormente, mas ainda se encaixa na consistência média.

De acordo com a Tabela 5 pode-se observar que à medida que aumenta o teor de substituição presente na mistura, também aumenta a trabalhabilidade, fato que pode ser explicado pelo fator do pó da pedra Morisca tenha quantidade de finos menor que o cimento Portland. Para o traço de referência e o com 5% de substituição possuem consistência seca, o que tornam inviáveis para serem utilizados, os com substituição de 7,5% tem consistência plástica e os com 10% e 12,5% estão na faixa de consistência branda. Sendo assim os três últimos citados se enquadram na zona aceitável para ser utilizado na construção civil como concreto estrutural, com a observação de que deve seguir um parâmetro para cada tipo de construção.

### 3.1.2 Resistência à compressão

Obedecendo os procedimentos da NBR 5739/2018 [12], os valores encontrados de resistência nos 28 dias de cura estão representados na Tabela 6.

% de substituição	Resistência a compressão aos 28 dias (Mpa)
TR	10,94
5%	8,29
7,5%	14,63
10%	12,81
12,5%	8,61

Tabela 6 – Ensaio de resistência à compressão [Autoria própria]

No traço de referência TR foi obtido o valor de 10,94 Mpa e para o traço com 5% houve uma diminuição para 8,29 Mpa. Já para 7,5% de substituição encontrou-se 14,63 Mpa, em 10% foi de 12,81 MPa e para 12,5% o valor de 8,61 Mpa. Na Figura 16 demonstra com detalhes os resultados encontrados no ensaio de compressão uniaxial.

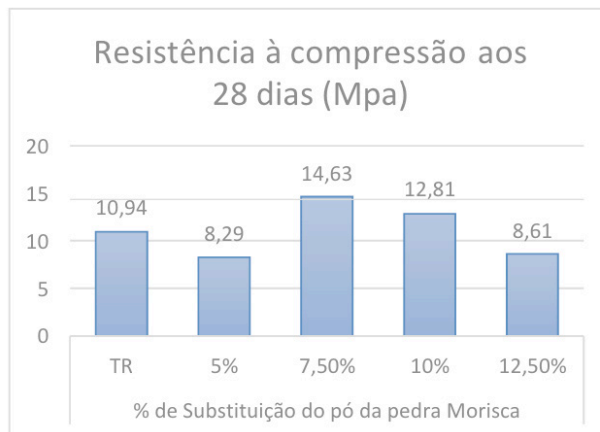


Figura 16 – Resistência à compressão [Autoria própria]

Ao analisar os resultados, observou-se que o traço de referência não atingiu o valor de resistência esperado que seria de 25 Mpa. Na medida que foi feita a substituição para 5% a resistência diminuiu mais, com 7,5% houve um aumento e partir das demais substituição tornou a diminuir. Em todos os traços não obtida a resistência especificada, sendo assim, nenhum dos traços tornou-se viável para a utilização em concretos estruturais.

Fato que deve ser explicado pela escolha do fator água/cimento, que foi iniciado pelo concreto com substituição de 5% de pó da pedra Morisca com intuito de criar um parâmetro para os demais traços, assim foi adotado o fator de 0,64, pois ao colocar água foi observado que o composto continuava seco com as demais quantidades com um fator menor, com isso tornou-se inviável para a obtenção dos requisitos da NBR 6118/2021 [7], que estabelece o fator água/cimento máximo de 0,60 para um concreto armado de 25 MPa, com classe de agressividade II. Tornando esse valor uma possível relação com a diminuição da resistência a compressão.

Os resultados do RBRO no qual foi feita a comparação mostrou valores satisfatórios aos 28 dias, obtendo 29,92 MPa, 29,69 MPa, 29,96 MPa, 28,91 MPa e 25,54 MPa para TR e para as porcentagens de substituição de 5%, 7,5%, 10% e 12,5%, respectivamente (ver Figura 17).

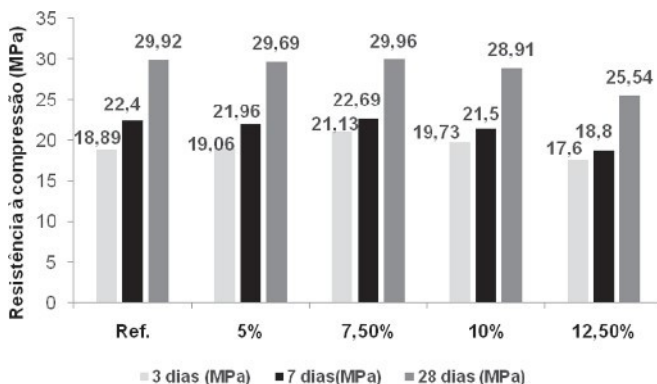


Figura 17 – Resistência a compressão do RBRO [6]

## 4 | CONCLUSÃO

Por meio da análise dos dados obtidos foi possível concluir que o pó da pedra Morisca diminui a resistência à compressão do concreto em todas as substituições adotadas, porém não foi possível comparar com o traço de referência de maneira satisfatória, pois o mesmo não obteve a resistência esperada de 25 MPa, devido ao fator água/cimento adotado no traço de 5% que serviu como parâmetro para os demais traços, ou até mesmo pelo pó da pedra ter teor de finos menor que o cimento portland.

Mas mesmo não atingindo valores positivos para o uso em concretos estruturais, a análise de como o material em questão pode influenciar nas características do concreto como um aglomerante é inovadora e trará benefícios para o campo da ciência e da construção civil. Visto que não há registros de pesquisas sobre esse tema utilizando especificamente a pedra Morisca.

Este estudo traz benefícios para a construção civil no que tange a respeito da

economia do aglomerante cimento Portland, pois a substituição parcial do pó da pedra em questão faz com haja a redução de sua utilização e se julgar pela proporcionalidade em que as obras utilizam a quantidade de concreto, tem-se a noção dessa economia, outro fator é a descoberta de outra opção de aglomerante que poderia ser disponibilizada a indústria da construção civil, a fim de ser utilizada como concreto não estrutural.

## REFERÊNCIAS

- [1] COUTO, J. A. S. et al. O concreto como material de construção. **Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas**, Sergipe, v.1 , n.17, p. 49-58, 2013.
- [2] MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e materiais**. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.
- [3] NASCIMENTO, I. E. **Estudo da utilização de resíduo de quartzito como agregado miúdo em concreto convencional**. 2018. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos. 2018.
- [4] DREYER, T. **Potencialidade dos quartzitos do complexo Porongos da região de Torrinhas para seu aproveitamento na construção civil**. 2016. Dissertação (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2016.
- [5] NUNES. T. M. **Estudo de viabilidade da utilização de resíduo de rochas ornamentais na produção de concreto: uma revisão literária**. 2020. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2020.
- [6] TEIXEIRA, F. R.; MAGALHÃES, F. C.; WALLY, G. B.; SELL JÚNIOR, F. K.; PALIGA, C. M.; TORRES, A. S. Uso do resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais como substituto parcial ao aglomerante na produção de concretos estruturais. **Revista Ibracon de Estruturas e Materiais**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 501–514, 2020, DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952020000300004>.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- [11] NEVILLE, A. M.. **Propriedades do Concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 888 p. Tradução: Ruy Alberto Cremonini.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 46**: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75  $\mu\text{m}$ , por lavagem. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

**AMANDA FERNANDES PEREIRA DA SILVA** - Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA), é Mestranda em Ciência e Engenharia dos Materiais pelo Programa de Pós-Graduação (PPGCM) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Atua na área de pesquisa Materiais Magnéticos, Semicondutores e Semicondutores Magnéticos Diluídos com aplicações antibacterianas sob orientação do Professor Doutor Ramón Raudel e Professora Doutora Francisca Araújo. Além disso, seus temas de interesse são: Construção Civil, Patologia das Construções, Materiais da Construção Civil, Perícia Judicial, Concreto, Análise do Comportamento de Solos, Ensino de Engenharia e Educação à Distância.

**A**

Anaerobic digestión 135  
Análise de dados 25, 64, 71, 90, 161, 210  
Análise e previsão e análise de lucros 22  
Aplicaciones móviles 115, 119

**B**

Bagaço de cana de açúcar 9, 10  
Biodegradability indexes 135, 138  
Biodigestor 2, 4, 5, 7  
Biomassa 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 19, 20, 187, 188  
Business Intelligence 64, 65, 66, 70, 75, 84, 85, 87

**C**

Câmara de ebulição nucleada 167, 168, 169, 172, 179, 180  
Carro elétrico 185, 190, 199  
Carro híbrido 185, 187, 193  
Cellulose 10, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 56, 57, 59, 60  
Composite 10, 43, 44, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 108, 109, 110, 111, 112, 113  
Contact angle 108, 109, 110, 112  
Controle digital 122, 123  
Crimes ambientais 200, 201, 202, 209  
Curva de ebulição 167, 168, 170

**D**

Dados abertos 64, 66, 69, 72, 75, 84, 85, 86, 87  
Desenvolvimento 1, 2, 3, 7, 8, 11, 23, 25, 26, 62, 66, 67, 69, 76, 85, 91, 92, 105, 106, 149, 153, 154, 155, 156, 158, 161, 162, 164, 186, 187, 198, 199, 200, 201, 209  
Diretrizes curriculares nacionais 153, 154, 155, 156, 157

**E**

Ebulição nucleada 167, 168, 169, 170, 171, 172, 179, 180, 181, 182, 183  
Edge computing 88, 89, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107  
Educación básica 115, 116, 117, 120



Eletrificação 185, 186, 187, 189, 190, 191, 193, 196, 197  
Energia 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 24, 100, 103, 126, 173, 186, 187, 188, 189, 191, 197,  
198  
Epoxy/granite 108  
Escuelas de tiempo completo (ETC) 115, 119  
Escuelas de tiempo regular 115, 117, 119  
Esfuerzo máximo permisible 32, 33, 37, 38  
Espaço de estados 122, 123

## F

Factor teórico de concentración de esfuerzos 32  
FEA (análisis de elemento finito) 32  
Formação de bibliotecário 154  
FTIR 108, 109, 110, 111

## G

Gypsum 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

## H

Histórico de dados reais 22

## I

Inovações em bibliotecas 154

## L

Landfill 44, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 148, 149, 150, 151, 152  
Legislação 149, 201, 202, 205, 206, 208, 209  
Lucros na pandemia covid-19 22

## M

Material compósito 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19

## N

Neural network 135, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 151  
Non-linear model 135

## O

Observador 122, 123, 131, 132

## P

PI Ziegler-Nichols 122

Pnad Continua 64, 65

Poliestireno expandido 9, 10, 11, 12, 16, 19

Portland cement 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58

Pressão 25, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183

## **R**

Renovável 2, 7, 8

Rural 1, 2, 3, 4, 5, 7, 88, 108, 214, 226

## **S**

Séries temporais 22, 23, 24, 25, 28, 30

Solidworks simulation 32, 38, 40, 41

## **T**

Tecnologias 9, 11, 90, 91, 105, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 185, 186, 187, 188, 189, 196, 197

## **V**

Vasos de pressão 167, 168, 169, 173, 176, 177, 179, 180, 182, 183

## **W**

Waste wood 43, 44


Wettability 108, 109, 111, 112, 113

# ENGENHARIAS:

Pesquisa, desenvolvimento e inovação 2



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

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

 @atenaeditora

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

  
Ano 2022

# ENGENHARIAS:

Pesquisa, desenvolvimento e inovação 2



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

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

📷 @atenaeditora

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

**Atena**  
Editora  
Ano 2022