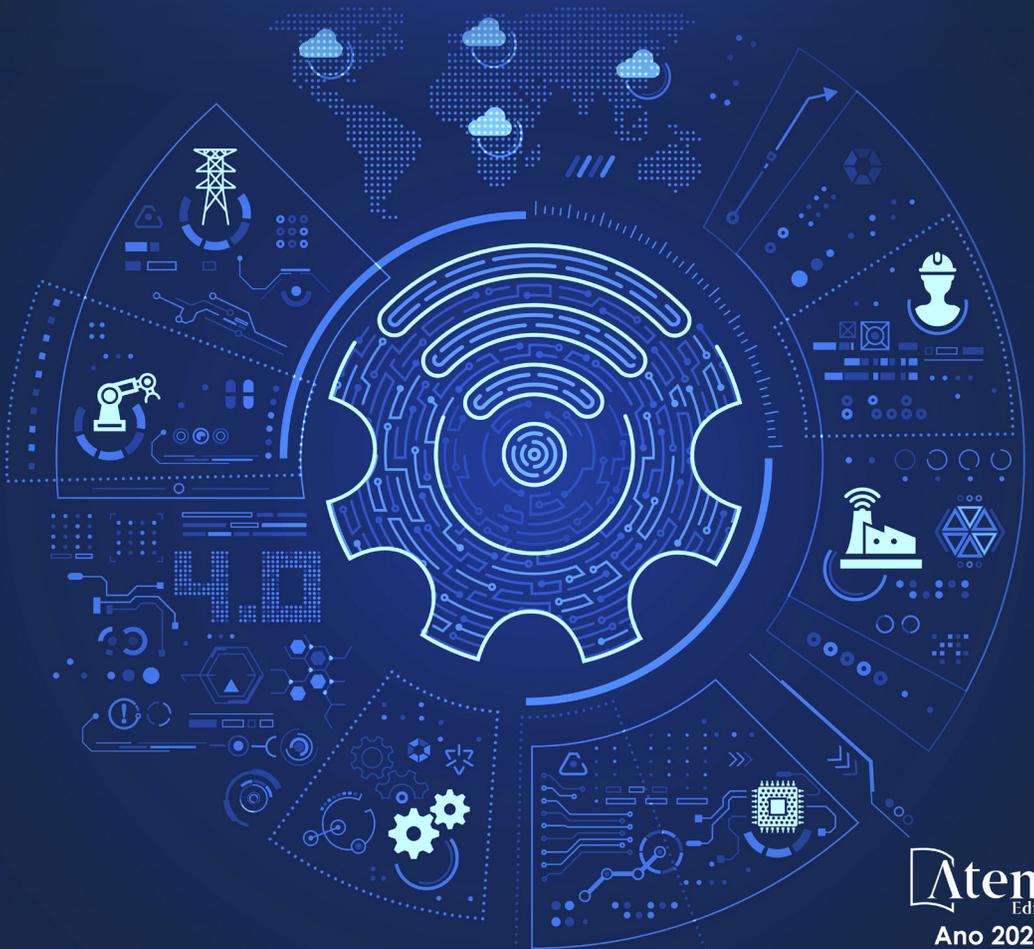


Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

ENGENHARIA- RIAS: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3



Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

ENGENHARIA- RIAS: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3



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

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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^o Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^o Dr^a Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^a Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^o 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^o Dr^a 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^o Dr^a Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^o Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof^o Dr^a Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof^o Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^a Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Engenharias: pesquisa, desenvolvimento e inovação 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Amanda Fernandes Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
E57	Engenharias: pesquisa, desenvolvimento e inovação 2 / Organizadora Amanda Fernandes Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0935-9 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.359231801 1. Engenharia. I. Silva, Amanda Fernandes Pereira da (Organizadora). II. Título. CDD 620
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.

Sabendo que a Atena Editora faz parte do grupo de instituições que incentivam a difusão de inovação científica, a mais nova coleção “Engenharias: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3” engloba pesquisa científica, aplicada, desenvolvimento experimental e inovação tecnológica. Um dos grandes desafios enfrentados atualmente nos mais diversos ramos do conhecimento, é o do saber multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas.

Atualmente, é necessário que os profissionais saibam discernir e transitar conceitos e práticas levando em consideração o viés humano e técnico. Diante desse contexto, este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber. Os mais diversos temas estão relacionados às áreas de engenharia, como civil, materiais, mecânica, química, dentre outras, dando um viés onde se faz necessária a melhoria contínua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Esta obra se mostra como fundamental, de abordagem objetiva, para todos os âmbitos acadêmicos e pesquisadores que busquem alavancar em conhecimento. Aos autores, agradeço pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura.

Amanda Fernandes Pereira da Silva

CAPÍTULO 1 1**A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE DENTRO DOS PROCESSOS EMPRESARIAIS**

Milena dos Santos Silva

Luis Jorge Souza dos Anjos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318011>**CAPÍTULO 2 5****ANÁLISE COMPARATIVA DAS NORMAS NBR 6118/2014, NBR 7188/2013 E AASHTO LRFD 2012, BASEADA NA TEORIA DA CONFIABILIDADE – ESTUDO DE CASO DE UMA VIGA I DA PONTE SOBRE CÓRREGO SÃO DOMINGOS NA RODOVIA ESTADUAL ES-010, TRECHO ITAÚNAS - ES-421**

Rodrigo José Costa Nóbrega

Emmanoel Guasti Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318012>**CAPÍTULO 330****ANÁLISE DA DEFLEXÃO DE VIGAS E EIXOS POR EDO E SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO**

Cristian Comin

Adabiel Oleone da Silva

Jocelaine Cargnelutti

Vanderlei Galina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318013>**CAPÍTULO 439****APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO DO MELHOR TRATAMENTO PARA A BORRA OLEOSA GERADA NA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA**

Wanderbeg Correia de Araujo

Haron Calegari Fanticelli

Jose Oduque Nascimento de Jesus

Artur Saturnino Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318014>**CAPÍTULO 557****ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED IN DIFFERENT AREAS OF ROBOTICS**

Márcio Mendonça

Rodrigo Henrique Cunha Palácios

João P. S. Bertocini

Ivan R. Chrun

Wagner Fontes Godoy

José Augusto Fabri

Francisco de Assis Scannavino Junior

Lucas Botoni de Souza

Emanuel Ignacio Garcia

Marta Rúbia Pereira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318015>

CAPÍTULO 677

AVALIAÇÃO DA PROBABILIDADE DE FALHA DE PÓRTICO PLANO DE AÇO SUJEITO A CARREGAMENTO GRAVITACIONAL E COM FLEXÃO EM TORNO DO EIXO DE MENOR INÉRCIA

Danilo Luiz Santana Mapa
 Marcilio Sousa da Rocha Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318016>

CAPÍTULO 786

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ESPAÇO FÍSICO EM ACADEMIAS DE GINÁSTICA E MUSCULAÇÃO NA CIDADE DO RECIFE/PE

Emanoel Silva de Amorim
 Kássia Benevides Martins Gomes
 Girlândia de Moraes Sampaio
 Paula dos Santos Cunha Boumann
 Diogo Cavalcanti Oliveira
 José Allef Ferreira Dantas
 Ana Maria Batista Farias
 Hugo Leonardo França Silva
 Thiago Araújo de Menezes
 Arthur Henrique Neves Baptista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318017>

CAPÍTULO 897

COMPARAÇÃO DO FATOR DE SEGURANÇA UTILIZANDO ENVOLTÓRIAS DE RUPTURA LINEAR E CURVA. CASO DE ESTUDO MEDELLÍN – COLÔMBIA

Eduardo Montoya Botero
 George Fernandes Azevedo
 Hernán Eduardo Martinez Carvajal
 Edwin Fabian Garcia Aristizabal
 Newton Moreira de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318018>

CAPÍTULO 9 107

EFEITO DA ADIÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRAS DE COCO A GESSO DE FUNDIÇÃO

Karina Paula Barbosa de Andrade Lima
 Deborah Grasielly Cipriano da Silva
 Ana Luíza Xavier Cunha
 Kyriale Vasconcelos Morant Cavalcanti
 Felipe Bezerra de Lima
 Jackson José dos Santos
 Eyshila Paloma Costa de Brito
 Lucas Ítalo Santos Gomes
 Francisco das Chagas da Costa Filho

Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo
 José Dantas Neto
 Romildo Morant de Holanda
 Yêda Vieira Póvoas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318019>

CAPÍTULO 10.....121

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E NA ESTRUTURA DO AÇO TENAX 300IM

Carlos Triveño Rios
 Giselle Primo Samogin
 Debora Christina Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180110>

CAPÍTULO 11 132

EFEITO DO ULTRASSOM NA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM CHÁS: UMA REVISÃO

Camila Araújo Costa Lira
 Kamila de Lima Barbosa
 Tereza Raquel Pereira Tavares
 Anayza Teles Ferreira
 Antonia Ingrid da Silva Monteiro
 Maria Rayane Matos de Sousa Procópio
 Marcelo Henrique Raulino Soares Nunes
 Amanda Caúla Fontenele
 Izabel Cristina de Almeida Silva
 Francisca Andressa Rabelo da Silva França
 Andreson Charles de Freitas Silva
 José Diogo da Rocha Viana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180111>

CAPÍTULO 12.....141

OS DESAFIOS DO GESTOR DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO EM UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE

Alessandro Dias
 Maykon Aurélio Alves
 Natanael Oliveira
 Mayara dos Santos Amarante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180112>

CAPÍTULO 13.....161

POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO RESÍDUO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ

Marcela Trojahn Nunes
 Fabiele Schaefer Rodrigues
 Jocenir Boita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180113>

CAPÍTULO 14..... 169

REPLACEMENT OF CONVENTIONAL VEHICLES WITH ELECTRIC ONES ON THE MACROMETRÓPOLE PAULISTA: ENERGETIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS FOR THE HORIZON OF 2030

Guilherme Pedroso
João Marcos Pavanelli
Raiana Schimer Soares
Célio Bermann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180114>

CAPÍTULO 15.....203

UMA REFLEXÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA GEOMECÂNICA PARA A ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Elias Enes de Oliveira
Melissa Alves Fernandes
Geraldo de Souza Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180115>

CAPÍTULO 16..... 215

FISSURAÇÃO NO CONCRETO ARMADO: POSSÍVEIS CAUSAS E TÉCNICAS DE RESOLUÇÃO

Amanda Fernandes Pereira da Silva
Diego Silva Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180116>

SOBRE A ORGANIZADORA225**ÍNDICE REMISSIVO.....226**

EFEITO DA ADIÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRAS DE COCO A GESSO DE FUNDIÇÃO

Data de aceite: 02/01/2023

Karina Paula Barbosa de Andrade Lima

<http://lattes.cnpq.br/4170242787528360>

Deborah Grasielly Cipriano da Silva

<http://lattes.cnpq.br/5330385384532235>

Ana Luíza Xavier Cunha

<http://lattes.cnpq.br/3151744044576520>

Kyriale Vasconcelos Morant Cavalcanti

<http://lattes.cnpq.br/9008022571462686>

Felipe Bezerra de Lima

<http://lattes.cnpq.br/9392964744592829>

Jackson José dos Santos

<http://lattes.cnpq.br/7485334204106982>

Eyshila Paloma Costa de Brito

<http://lattes.cnpq.br/0065466719471642>

Lucas Ítalo Santos Gomes

<http://lattes.cnpq.br/3721716114900927>

Francisco das Chagas da Costa Filho

<http://lattes.cnpq.br/2930296374645794>

Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo

<http://lattes.cnpq.br/7616387320307731>

José Dantas Neto

<http://lattes.cnpq.br/9137226205129315>

Romildo Morant de Holanda

<http://lattes.cnpq.br/4283130448063981>

Yêda Vieira Póvoas

<http://lattes.cnpq.br/1092873948823400>

RESUMO: A produção de gesso apresenta baixo potencial energético, o que, associado a possibilidade de reutilização dos resíduos gerados nesse processo e no de aplicação, releva potencial contribuição para a sustentabilidade do setor da construção civil. Nas últimas décadas, a questão ambiental tornou-se o foco de inúmeras pesquisas acadêmicas. A finalidade dos recursos naturais utilizados na construção exige que se busque alternativas adequadas para a continuidade das atividades do setor no futuro. A pesquisa em questão busca evidenciar o potencial do compósito de gesso e fibra de coco, dando destinação correta ao resíduo produzido. Os resíduos gerados pelo consumo de coco já se provaram eficientes para redução de ruídos quando utilizados em forma de mantas de fibra. Busca-se associar o gesso e a fibra de coco, formando um compósito que reaja de forma positiva, refletindo resultados vantajosos ou, ainda, que não interfiram negativamente nos ensaios realizados em laboratório. Para isso, foram coletadas

fibras de coco que foram tratadas e cortadas em diferentes tamanhos (0,5 cm e 1,5 cm), adicionadas nos teores de 0%, 0,5% e 1% em massa de gesso. O gesso foi caracterizado conforme as exigências da NBR 13207 (ABNT, 1994). No compósito foram realizados os ensaios de *mini-slump*, para determinação da relação água/gesso; de calor de hidratação e tempos de início e fim de pega, utilizando um calorímetro semiadiabático, e de resistência à compressão, de acordo com a NBR 12129 (ABNT, 2017). Como resultado, constatou-se que, dos tamanhos e dos teores de fibra adicionados, a adição de fibra de coco no teor de 0,5% e no tamanho de 0,5 cm apresentou bom resultado de resistência à compressão. O compósito não apresentou resultados que influenciasssem negativamente em sua execução nos ensaios de calorimetria. Com isso, fica evidenciado o potencial tecnológico e comercial do material na construção civil, podendo ser aplicado na fabricação de placas e blocos de gesso.

PALAVRAS-CHAVE: Gesso de fundição; Fibra natural; Resistência mecânica.

ABSTRACT: The production of gypsum has low energy potential, which, associated with the possibility of reusing the waste generated in this process and in the application, reveals a potential contribution to the sustainability of the civil construction sector. In recent decades, the environmental issue has become the focus of numerous academic research. The finite nature of the natural resources used in construction requires that adequate alternatives be sought for the continuity of the sector's activities in the future. The research in question seeks to highlight the potential of the composite of gypsum and coconut fiber, giving the correct destination to the waste produced. The residues generated by the consumption of coconut have already proven to be efficient for noise reduction when used in the form of fiber blankets. We seek to associate gypsum and coconut fiber, forming a composite that reacts positively, reflecting advantageous results or, even, that does not interfere negatively in the tests carried out in the laboratory. For this, coconut fibers were collected and treated and cut into different sizes (0.5 cm and 1.5 cm), added at 0%, 0.5% and 1% by mass of gypsum. The plaster was characterized according to the requirements of NBR 13207 (ABNT, 1994). In the composite, the mini slump tests were carried out to determine the water/gypsum ratio; of hydration heat and start and end times of setting, using a semiadiabatic calorimeter, and compressive strength, according to NBR 12129 (ABNT, 2017). As a result, it was found that, considering the sizes and fiber content added, the addition of coconut fiber in the content of 0.5% and in the size of 0.5 cm presented a good result of compressive strength. The composite did not present results that negatively influenced its performance in the calorimetry tests. With this, the technological and commercial potential of the material in civil construction is evidenced, and can be applied in the manufacture of plasterboards and blocks.

KEYWORDS: Gypsum plaster; Natural fiber; Compressive strength.

INTRODUÇÃO

A NBR 13207 (ABNT, 2017) define o gesso para construção como um material resultante da calcinação da gipsita ou de resíduos de gesso, constituído principalmente por sulfato de cálcio di-hidratado (gipsita). A calcinação da gipsita ocorre a cerca de 200°C, originando o sulfato de cálcio hemi-hidratado ($\text{CaSO}_4 + 1/2\text{H}_2\text{O}$). Por isso, o gesso é

considerado um dos aglomerantes mais ecológicos do mercado, devido a sua temperatura de calcinação ser consideravelmente mais baixa que a do cimento (1400°C) (DOLEŽELOVÁ et al., 2021).

O gesso ganha plasticidade em contato com a água, apresentando rápido enrijecimento durante a hidratação e retomando a sua composição original ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$). A partir desta combinação é produzida uma fina malha de cristais de sulfato hidratado, responsável pela coesão do composto, o que caracteriza a pega do gesso, havendo liberação de calor (OLIVEIRA, 2008).

O Pólo Gesseiro do Araripe, no estado de Pernambuco, é o maior produtor de gesso do Brasil, dada a ampla ocorrência e produção de gipsita na região (FERREIRA; SOUSA; CARNEIRO, 2019; LIMA; SANTOS FILHO; MISAS, 2019).

A fibra de coco é formada principalmente por celulose, podendo constituir 65% da fibra, hemicelulose e lignina (FUTAMI et al., 2021). A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA relata que a produção anual de cocos no Brasil chega a 1,12 bilhões de unidades, o que pode gerar mais de 800 toneladas de resíduo proveniente da casca do fruto (NUNES, 2021).

A quantidade de casca de coco verde gerada como resíduo agroindustrial e urbano, tem aumentado bastante. Sabe-se que esse resíduo corresponde a uma parcela significativa do peso do fruto in natura, cerca de 90%, e que o peso médio do coco após a retirada da água é de 1,5Kg (CORRADINI et al., 2019; SILVA; MARQUES; JUNIOR, 2012; JESUS JÚNIOR et al., 2013).

O acúmulo dessas cascas em locais inadequados na zona urbana, além de causar um efeito deletério à imagem da cidade, tem acarretado uma série de problemas econômicos e ambientais para os municípios, uma vez que, afeta os serviços municipais de coleta, transporte e deposição de lixo, por conta do grande volume que ocupa e do tempo de decomposição. Junto a isso, a sua forma e constituição dificultam a sua compactação, o que aumenta a demanda por área nos aterros e provoca a redução da vida útil dos mesmos (SILVA; JERÔNIMO, 2012; SILVA, et al., 2014; AGENCIA BRASIL, 2004). Diante disso, o reaproveitamento das cascas de coco verde surge como uma necessidade econômica e ambiental.

Do lixo gerado nas praias brasileiras, 70% é a casca do coco verde, resíduo este que apresenta potencial para emissão de gases como o gás metano e a proliferação de vetores de doenças e pragas. No Brasil, a maior parte da casca do coco é incinerada no local de coleta ou descartada em lixeiras (NUNES, 2021; SILVA et al., 2021). Costa e Lima (2018) afirmam que o processo de decomposição do coco pode se estender por mais de oito anos.

Rosa et al. (2009) indicam que o crescimento da demanda pela fibra de coco se dá pela procura por produtos ecologicamente corretos, por apresentar baixo custo, biodegradabilidade e características físicas interessantes para diferentes aplicações.

O setor da construção civil tem buscado alternativas sustentáveis para substituição de materiais convencionais, de forma a reduzir a produção e descarte de resíduos e a exploração de recursos naturais (OLIVEIRA; OLIVEIRA; MOLINA, 2021). Sáez et al. (2020) afirmam que é relevante repensar a produção dos materiais de construção, de modo a torná-los mais sustentáveis e causadores de menos impactos ambientais através da perspectiva da economia circular.

Nos últimos anos, pesquisas relacionadas a materiais locais e alternativos para aplicação na construção têm sido desenvolvidas, principalmente através da concepção de compósitos com insumos naturais (KUQO; MAI, 2021). Os resíduos agrícolas, incluindo os provenientes da plantação de frutos, podem causar sérios problemas ambientais, o que tem levado a busca pela reutilização economicamente positiva para estes subprodutos (HWANG et al., 2016).

A incorporação de fibras naturais em materiais de construção se tornou uma prática comum devido às vantagens desta combinação (KUQO; MAI, 2021), gerando compósitos com características que atendem os requisitos normativos ou até que apresentem comportamento melhor. Os compósitos de gesso apresentam vantagens como baixo custo e boa resistência ao fogo, sendo bastante aplicados em revestimentos internos (JIA; WANG; FENG, 2021).

Futami et al. (2021) afirmam que a adição de uma dosagem ótima de fibras naturais pode acarretar melhoras nas propriedades física, mecânica e térmica em materiais cimentícios. No caso dos gessos, o reforço com fibras apresenta excelente performance mecânica e comercialização mais abrangente como material de construção (JIA; WANG; FENG, 2021).

Dada a questão ambiental do descarte inadequado do resíduo de coco e levando em consideração o aspecto de inovação, objetiva-se avaliar o efeito da adição de fibras de coco ao gesso de fundição e suas propriedades no estado fresco e endurecido.

METODOLOGIA

O processo metodológico se inicia com a coleta e o tratamento da fibra natural, seguido pela descrição do traço a partir da definição dos teores de substituição e pelos ensaios pormenorizados nas normas técnicas regulamentadas no país.

Tratamento da fibra de coco

O processo de tratamento da fibra se deu inicialmente pela limpeza e separação do fio do material esponjoso presente no mesocarpo da casca do coco. Então, o material foi cortado em 0,5 e 1,5 cm, utilizando gabaritos confeccionados em plástico rígido, para garantir a uniformidade do corte, feito de forma manual. Por fim, a fibra tratada foi acondicionada a recipientes plásticos com tampa, com a identificação do respectivo comprimento.

Definição dos teores de substituição

As pastas de gesso foram preparadas com a substituição nas proporções de 0%, 0,5% e 1% em massa de gesso, a partir das quais foi possível analisar o comportamento do compósito, de acordo com as prerrogativas da NBR 13207 (ABNT, 2017).

Plano experimental

Os ensaios descritos neste item foram realizados para caracterizar física e mecanicamente os compósitos a base de gesso.

Mini-slump

A mistura foi realizada de forma a permitir a completa homogeneização das pastas estudadas. Pesados 50 gramas do gesso, o pó foi polvilhado sobre a água por 30 segundos, seguido por um repouso durante 60 segundos para que o gesso entrasse completamente em contato com água e completou-se com a mistura em movimentos contínuos por 40 segundos. Este processo se repetiu após a adição da fibra nas proporções e comprimentos determinados (Figura 1a), sendo previamente misturados os materiais secos, para não gerar variações no momento do polvilhamento (Figura 1b).

O ensaio de consistência das pastas foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Munhoz (2008). Utilizando um molde troncocônico de diâmetros de 20 mm no topo, 40 mm de base e 60 mm de altura e placa de vidro, sobrepostos a uma folha de papel milimetrado (Figura 1c), servindo de referência para a análise do espalhamento.

A mistura foi transferida para o molde, o qual foi retirado verticalmente e foi observado o diâmetro após o espalhamento sobre a placa, buscando encontrar as médias de leitura mais próximas possíveis dos 75 mm. Este valor caracteriza a consistência ideal para a produção de peças para a construção civil (MUNHOZ, 2008; PINHEIRO, 2011). Neste processo, foram utilizadas diferentes relações água/gesso (A/G) para uma mesma massa total de gesso ou gesso com fibra, definindo o fator ideal para cada proporção.

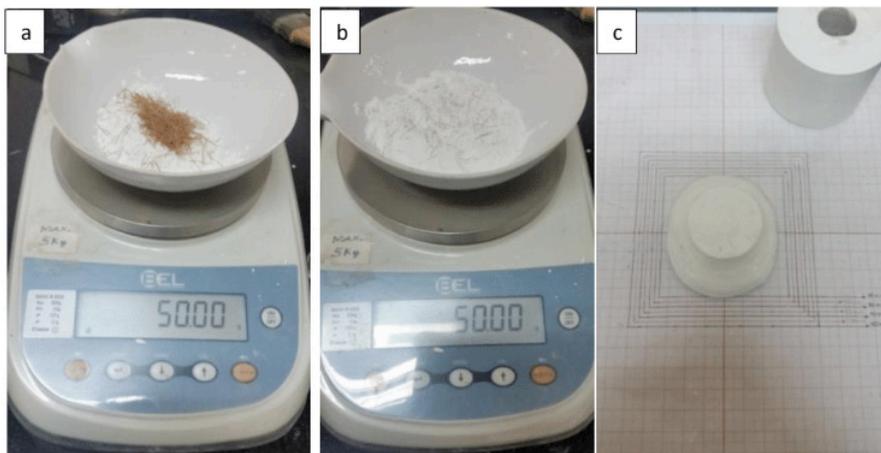


Figura 1: Pesagem de materiais secos para a mistura das pastas (a. e b.) e ensaio de mini-slump (c.).

Fonte: Autores (2017).

Calorimetria

Após a definição dos fatores de A/G ideais, foram realizadas as misturas para o ensaio de calorimetria, a partir do qual é possível observar as curvas de temperatura resultantes das reações de hidratação do gesso. Para isso, utilizou-se um calorímetro pseudo-adiabático (Figura 2), assim como o de Antunes (1999), Pinheiro (2011) e Silva, Santana e Póvoas (2019), constituído de um recipiente isolante, copo para disposição da pasta e termopares acoplados a um termômetro digital de 0,1°C de precisão, para o acompanhamento das variações da temperatura.

A pasta foi despejada dentro do copo e os sensores de temperatura colocados em contato direto com a mesma. Os dados de temperatura foram computados a cada minuto por cerca de 30 minutos. Andrade et al. (2016) afirmam que o tempo de início de pega se dá pelo aumento de 0,1°C/min, enquanto o tempo de fim de pega ocorre no momento do pico de temperatura da reação exotérmica.



Figura 2: Calorímetro semi-adiabático e termômetro durante ensaio de calorimetria.

Fonte: Autores (2017).

Resistência à compressão

A produção dos corpos de prova foi realizada de acordo com a NBR 12129 (ABNT, 2017), utilizando molde com três compartimentos cúbicos, resultando na moldagem simultânea de três corpos de com 50 mm de aresta. Para isso, o gesso de fundição ou gesso com fibras foi pesado e polvilhado sobre a água durante 1 minuto, mantendo repouso por 2 minutos e finalizando na mistura dos materiais por 1 minuto. A massa foi transferida para o molde, recebendo batidas para evitar vazios no corpo de prova, e rasado.

Após os 7 dias de cura a seco, o conjunto amostral de corpos de prova foi rompido em prensa mecânica com capacidade de carga de 30000N (Figura 3), vinculada a software de dados que indica o comportamento e a tensão máxima na ruptura dos cubos de gesso.

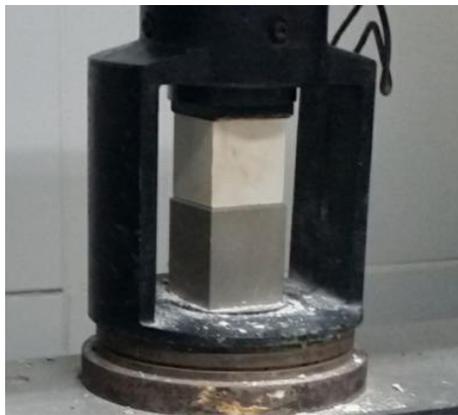


Figura 3: Ensaio de resistência à compressão 5x5.

Fonte: Autores (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Mini-slump

O ensaio de mini-slump definiu a relação água-gesso mais próxima às condições ideais, dadas pelo espalhamento da pasta em 75 mm (Tabela 1).

COMPRIMENTO (cm)	PORCENTAGEM DE FIBRA	RELAÇÃO A/G
-	0	0,58
1,5	0,5	0,57
	1,0	0,58
0,5	0,5	0,56
	1,0	0,58

Tabela 1: Definição da relação água-gesso a partir do espalhamento da pasta.

Fonte: Autores (2017).

Kuqo e Mai (2021) encontraram valores semelhantes na adição de fibras de algas e de madeira, com a relação água/gesso de 0,62 para o teor de 1%. Enquanto Boccarusso et al. (2020) avaliaram compósitos de gesso com adição de fibras de cânhamo, apresentando 0,68 como teor de água em relação a quantidade de gesso. Fantilli, Józwiak-Niedźwiedzka e Denis (2021) encontraram os valores de 0,49 e 0,52 para compósitos de gesso com adição de fibras de lã e cânhamo, respectivamente.

Silva, Santana e Póvoas (2019) afirmam que as propriedades mecânicas podem ser influenciadas pela alteração da quantidade de água para cada mistura, no entanto, como a proposta é criar uma nova perspectiva para a reinserção do resíduo em uma cadeia produtiva, o estudo busca atender os requisitos normativos, garantindo a aplicabilidade do compósito.

Calorimetria

Neste ensaio foram analisados a temperatura de hidratação e o tempo de início e fim de pega, dados pelo momento em que a temperatura começa a variar em 1°C por minuto e pelo momento em que a temperatura começa a diminuir após um período de estabilização, sem que haja oscilação (Figura 6).

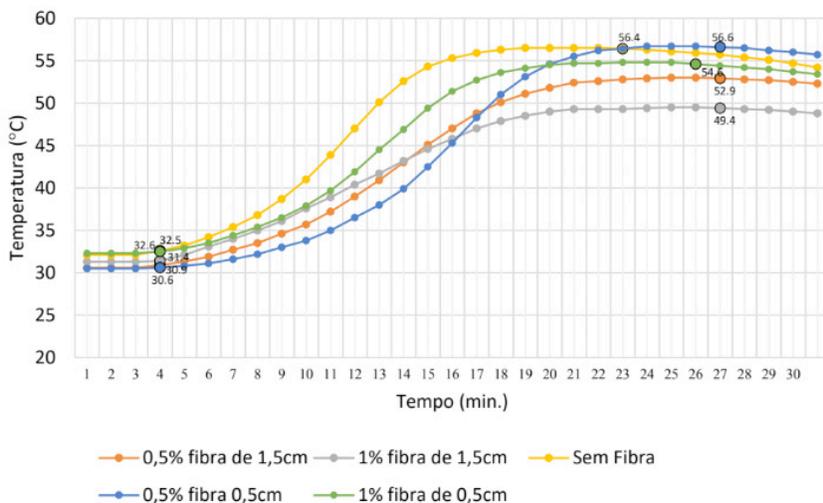


Figura 6: Comparativo do tempo de início e fim de pega entre as pastas de gesso.

Fonte: Autores (2017).

Observa-se que a inclusão da fibra aumentou o intervalo de tempo de pega, diminuindo a temperatura de final de pega e mantendo uma variação mais sutil de temperatura durante o endurecimento da pasta. Com a diminuição do tamanho da fibra, manteve-se o crescimento sutil da temperatura de hidratação, apesar deste efeito ter diminuído em relação à fibra de 1,5 cm. A temperatura de fim de pega apresentou diferenças muito pequenas entre as amostras.

Nota-se que as pastas com fibra, em geral, não apontaram divergências muito significativas entre si, destacando-se os diferentes percentuais da fibra de 1,5 cm apresentaram as temperaturas mais baixas de hidratação.

O tempo de início de pega não se alterou, tendo começado aos 8 minutos, somados os 4 minutos do preparo da pasta, uma vez que o tempo deve ser contado a partir do momento que o gesso entra em contato com a água. O tempo de início de pega obedeceu ao parâmetro máximo da NBR 13207, indicando que a pega deve começar antes dos 10 minutos para gesso de fundição (ABNT, 2017). O mesmo não ocorre para o tempo de fim de pega, o qual ultrapassou o limite máximo de 20 minutos para gesso de fundição, por 2 minutos na pasta sem adição de fibra, e entre 5 e 6 minutos nas outras pastas (Tabela 2).

COMPRIMENTO (cm)	PORCENTAGEM DE FIBRA	TEMPO DE INÍCIO DE PEGA (min.)	TEMPO DE FIM DE PEGA (min.)	INTERVALO DE PEGA (min.)
-	0	8	22	14
1,5	0,5	8	26	18
	1,0	8	26	18
0,5	0,5	8	26	18
	1,0	8	25	17

Tabela 2: Percentual e tamanho da fibra x tempo: início e fim de pega entre pastas.

Fonte: Autores (2017).

Estes resultados demonstram que o tempo de intervalo de pega da pasta com fibra aumentou em todos os casos estudados, com acréscimo médio de 3,75 minutos ou 17,04%, configurando maior tempo de intervalo de pega e, conseqüentemente, de abertura das pastas quando utilizadas em revestimentos de paredes e tetos. Com isso, pode-se inferir que a fibra atuou como retardador da pega do gesso.

Resistência à compressão

No ensaio de resistência à compressão observou-se a tensão de ruptura em corpos de prova cúbicos após 7 dias. O gesso não é conhecido por propriedades mecânicas elevadas, mas é um material sujeito a ação de cargas e impactos eventuais quando aplicado em forma de revestimento ou em placas, necessitando apresentar certa resistência mecânica (BOCCARUSSO et al., 2020).

Futami et al. (2021) explicam que a certo teor de incorporação de fibras, as propriedades mecânicas decaem drasticamente, devido aos vazios de ar produzidos durante a mistura em matrizes cimentícias.

A versão antiga da NBR 13207 (ABNT, 1994) indica que a tensão mínima dentre todos os corpos de prova ensaiados deve ser de 8,4 MPa, utilizada no presente estudo dada a ausência do parâmetro na norma atualizada.

Os corpos de prova sem fibra apresentaram, em média, uma tensão máxima suportada de 12,72 MPa, enquanto os com adição das fibras de coco em teor de 0,5% para as fibras de 0,5 cm e para 1,5 cm, observou-se aumento de tensão para 15,87 MPa e 15,02 MPa, respectivamente, configurando aumentos de resistência de 24,76% e 18,00% (Figura 8).

Os ensaios feitos com os blocos de gesso com 1% de fibra também apresentaram aumento na resistência. Os corpos de prova de 1% de fibra de 0,5 cm suportaram uma tensão de 13,74 MPa, um aumento de 8,02% quando comparado à do bloco sem fibra, enquanto os com 1% de fibra de 1,5 cm apresentaram tensão média de 13,75 MPa, um acréscimo de 8,10%.

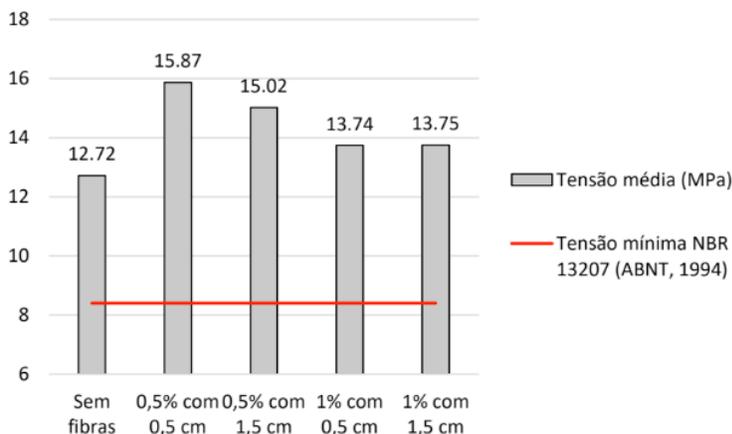


Figura 8: Resistência à compressão para corpos de prova 5x5x5.

Fonte: Autores (2017).

Nascimento (2018) avaliou que a adição de fibras de coco em tamanhos de 1 cm e 2 cm apresentaram boa resistência mecânica, principalmente no teor de 10% de substituição, após avaliar as propriedades de compósitos com fibra de coco e cortiça triturada.

Carlos, Nóbrega e Souza (2017) adicionaram o bagaço de cana-de-açúcar, criando compósitos com incorporação de 1% e 2% de fibra, obtendo aumento nas resistências à compressão em 13,38% e 15,26%, respectivamente, em comparação aos corpos de prova de referência.

Quando adicionado o sisal às pastas de gesso, em proporções de 2% e 3%, a resistência decaiu em mais de 50%, provavelmente devido a dificuldade de homogeneização, pois as fibras apresentaram massa específica mais baixa que o gesso, mas foram incorporadas em massa, gerando um alto volume de material e criando vazios nos blocos avaliados (CARLOS; NÓBREGA; SOUZA, 2017).

CONCLUSÕES

Os ensaios de calorimetria apontam que a adição de fibra de coco à gesso de fundição aumenta o tempo de intervalo de pega em cerca de 4 minutos (acréscimo aproximado em 19%). Os ensaios de resistência à compressão indicam que os corpos de prova com adição de fibra de coco suportaram uma tensão maior que os que não tinham fibra (aumento de cerca de 25%). Os ensaios de resistência à tração na flexão apontam que a adição de fibra de coco aumentou em 10% e, quando não houve aumento, não apresentou diferenças significativas nas tensões suportadas.

O aumento ou diminuição dos teores de fibra adicionados não apresentaram alterações significativas entre si nos ensaios de calorimetria. Já nos de resistência à

compressão, pode-se observar que as menores proporções de fibra (0,5%) apresentaram os melhores resultados. Quanto ao ensaio de tração na flexão, os corpos de prova com o teor de 0,5% e em tamanho de 0,5 centímetros exibiu-se como a opção mais vantajosa dentre as proporções e tamanhos de fibra.

Como a mistura da fibra ao gesso apresentou melhoras tanto na resistência à compressão quanto na resistência à tração na flexão, e não apresentou resultados que influenciem negativamente em sua execução quanto a calorimetria, o compósito demonstra potencial tecnológico e comercial na construção civil, podendo ser utilizado como placas e blocos de gesso.

REFERÊNCIAS

AGENCIA BRASIL. **Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Aproveitamento agroindustrial da casca de coco verde ainda é reduzido.** 2004. Disponível em: < <http://www.radiobras.gov.br> > acesso 01 out 2022.

ANDRADE, A. C.; SOUSA, J. G. G.; FERRAZ, A. V.; OLIVIER, N. C. Avaliação de pastas de gesso com aditivo incorporador de ar. In: XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 2016, São Paulo. **Anais eletrônicos [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2016. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac/entac2016_artigos.html. Acesso em: 18 jul. 2022.

ANTUNES, R. P. N. **Estudo da Influência da Cal Hidratada nas Pastas de Gesso.** 1999. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13207:** Gesso para construção civil. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13207:** Gesso para construção civil. Rio de Janeiro, 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12129:** Gesso para construção – Determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro, 2017b.

BOCCARUSSO, L. DURANTE, M.; IUCOLANO, F.; MOCERINO, D.; LANGELLA, A. Production of hemp-gypsum composites with enhanced flexural and impact resistance. **Construction and Building Materials**, v. 260, p. 120476, 2020.

CORRADINI, E.; ROSA, M. de F.; MACEDO, B. P. de; PALADIN, P. D.; MATTOSO, L. H. C Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP**, v. 31, n. 3, p.837-846, 2019.

COSTA, H. K. S.; LIMA, L. C. P. DE. Fibra de coco: estudo exploratório sobre registro de patentes. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, p. 387–398, 2018.

DOLEŽELOVÁ, M.; SCHEINHERROVÁ, L.; KREJSOVÁ, J.; KEPPERT, M.; ČERNÝ, R.; VIMMROVÁ, A. Investigation of gypsum composites with different lightweight fillers. **Construction and Building Materials**, v. 297, 2021.

JESUS JÚNIOR, L. A.; TOMMASI, C. A.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, A. M.; RUSSO, S. L. Análise da Produção de Coco no Estado de Sergipe Frente ao Crescimento da Cultura no Nordeste e no Brasil. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias [online] – GEINTEC. Aracaju- SE**, v. 1, n. 1, p. 67 - 76, 2013.

SILVA, R. A.; CAVALCANTE, L. F.; HOLANDA, J. S.; PEREIRA, W. E.; MOURA, M. F.; NETO, M. F. Determinação das propriedades mecânicas do fruto do coqueiro anão utilizando ensaios de compressão. **Revista Evolvere Scientia [online]**, v. 28, n. 2, p. 310-313, 2014.

NUNES, M. U. C. **Coprodutos**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/pos-producao/coprodutos>. Acesso em: 03 out. 2022.

FANTILLI, A. P.; JÓZWIAK-NIEDŹWIEDZKA, D.; DENIS, P. Bio-fibres as a reinforcement of gypsum composites. **Materials**, v. 14, n. 17, 2021.

FERREIRA, F. C.; SOUSA, J. G. G.; CARNEIRO, A. M. P. Caracterização mecânica do gesso para revestimento produzido no Polo Gesseiro do Araripe. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 4, p. 207–221, 2019.

FUTAMI, E.; SHAFIGH, P.; KATMAN, H. Y. B.; IBRAHIM, Z. Recent progress in the application of coconut and palm oil fibres in cement-based materials. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 22, 2021.

HWANG, C.; TRAN, V.; HONG, J.; HSIEH, Y. Effects of short coconut fiber on the mechanical properties, plastic cracking behavior, and impact resistance of cementitious composites. **Construction and Building Materials**, v. 127, p. 984–992, 2016.

JIA, R.; WANG, Q.; FENG, P. A comprehensive overview of fibre-reinforced gypsum-based composites (FRGCs) in the construction field. **Composites Part B: Engineering**, v. 205, n. July 2020, p. 108540, 2021.

KUQO, A.; MAI, C. Mechanical properties of lightweight gypsum composites comprised of seagrass *Posidonia oceanica* and pine (*Pinus sylvestris*) wood fibers. **Construction and Building Materials**, v. 282, p. 122714, 2021.

LIMA, C. E. S.; SANTOS FILHO, J. I.; MISAS, C. M. E. Panorama geral da ocorrência e produção de gipsita no Polo Gesseiro do Araripe. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE E III CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO (CONIMAS), 2019, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize, 2019. Disponível em https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD1_SA52_ID487_07112019211557.pdf. Acesso em: 18 jul. 2022.

MUNHOZ, F. C. **Utilização do Gesso Para Fabricação de Artefatos Alternativos no Contexto de Produção Mais Limpa**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

OLIVEIRA, H. M. Aglomerantes. Em BAUER, L. F. A. **Materiais da Construção I**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

OLIVEIRA, K. A.; OLIVEIRA, C. A. B.; MOLINA, J. C. Lightweight recycled gypsum with residues of expanded polystyrene and cellulose fiber to improve thermal properties of gypsum. **Materiales de Construccion**, v. 71, n. 341, 2021.

PINHEIRO, S. M. M. **Gesso Reciclado: avaliação de propriedades para uso em componentes**. 2011. 352 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

ROSA, M. de F.; MATTOS, A. L. A.; CRISOSTOMO, L. A.; FIGUEIREDO, M. C. B. de; BEZERRA, F. C.; VERAS, L. de G. C.; CORREIA, D. Beneficiamento da casca de coco verde. In: CARVALHO, J. M. M. de (Org.). **Apoio do BNB à pesquisa e desenvolvimento da fruticultura regional**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2009. Cap. 8, p.165-190.

SÁEZ, P. V.; MERINO, M. R.; SORRENTINO, M.; AMORES, C. P.; ASTORQUI, J. S. C.; ARREBOLA, C. V. Mechanical characterization of gypsum composites containing inert and insulation materials from construction and demolition waste and further application as a gypsum block. **Materials**, v. 13, n. 1, p. 1–14, 2020.

SILVA, G. O.; JERÔNIMO, C. E. Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Resíduos Sólidos da Industrialização do Coco. . Revista Monografias Ambientais [online] – REMOA, v. 10, n. 10, p. 2193 – 2208, 2012.

SILVA, E.; MARQUES, M.; JUNIOR, F. CELSO. Aplicação de Fibra de Coco em Matrizes Cimentícias Application of Coconut Fiber in Cementitious Matrix. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental [ONLINE] - REGET UFSM, v. 8, n. 8, p. 1555-1561, 2012.

SILVA, D. G. C.; SANTANA, C. V.; PÓVOAS, Y. V. Production of components with plaster residue and sodium citrate: physical, mechanical, rheological analysis. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 2, p. 33–43, 2019.

SILVA, J. P. C.; SANTOS, M. F. S.; OLIVEIRA, J. K. C. R.; SILVA, J. M.; AMORIM, P. L.; GOMES, T. C. A. Relação hemicelulose/lignina na estimativa da aceleração da compostagem da casca de coco seco previamente submetida à hidrólise alcalina e cama de ovinos. In: X Seminário de Iniciação Científica e Pós-graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2021, Aracaju. **Anais eletrônicos [...]**. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1138531/relacao-hemiceluloselignina-na-estimativa-da-aceleracao-da-compostagem-da-casca-de-coco-seco-previamente-submetida-a-hidrolise-alcalina-e-cama-de-ovinos>. Acesso em: 18 jul. 2022.

A

Acessibilidade arquitetônica 87

Aço ferramenta 121, 124, 128, 129

Análise avançada 77, 84, 85

Artificial intelligence 57, 58, 59, 60, 65, 66, 68, 73, 74, 76

Autonomous vehicle 58, 59

Avaliação pós ocupação 87

B

Borra oleosa 39, 40, 41, 42, 46, 47, 53

C

Chuvas 98

Cinza de casca de arroz 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168

CO₂ emissions 169, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 183, 185, 188, 189, 190, 191, 194, 195, 196, 197

Competitividade 2, 141, 142, 150, 198

Cristobalita 161, 165, 167

D

Desafios 38, 141, 142, 143, 146, 147, 148, 151, 156, 158, 159, 204, 205

Desenvolvimento 2, 6, 7, 20, 30, 31, 37, 39, 43, 54, 87, 88, 95, 105, 120, 141, 142, 145, 147, 148, 159, 167, 198, 205, 206, 213

E

Eixo de menor inércia 77, 79, 81, 83, 84, 85

Electric vehicle 169, 171, 179, 200, 201

Empresa 1, 2, 39, 41, 46, 47, 48, 52, 53, 109, 123, 141, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 201

Energy consumption 169, 170, 174, 181, 182, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 195

Engenharia 6, 8, 9, 12, 13, 20, 21, 22, 24, 29, 30, 31, 38, 54, 57, 85, 86, 87, 96, 106, 118, 119, 120, 121, 130, 132, 141, 142, 143, 144, 146, 157, 164, 168, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 219, 224, 225

Engenharia de Petróleo 203, 204, 205, 209, 210, 212, 213, 214

Ensino em engenharia 30

Envoltória curva 97, 98, 104

Equações diferenciais ordinárias 30

Ergonomia 87, 88, 90, 91, 93, 95, 96

Escorregamentos 97, 98, 99, 100

Extração de fitoquímicos 133

F

Fator de segurança 12, 97, 98, 99, 102, 105

Fibra natural 108, 110

Fissuras 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224

G

Geomecânica 101, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214

Gesso de fundição 107, 108, 110, 113, 115, 117

Gestão 1, 2, 3, 4, 38, 86, 119, 120, 141, 144, 146, 147, 148, 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159

I

Impacto 14, 15, 17, 49, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 141, 142, 150

Índice de confiabilidade 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 26, 27, 79, 80, 84

Interdisciplinaridade 30, 37, 38

M

Macrometrópole Paulista 169, 172, 176, 197, 199

Matriz curricular 203, 209, 210

Mecânica das rochas 203, 204, 206, 208, 209, 210, 211

Método AHP 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 53, 54

Método Monte Carlo 5, 10

Modos de falha 5, 8, 18

P

Patologias 215, 216, 217, 218, 219, 223, 224

Polifenóis 133, 134, 136, 138, 139

Pórtico de aço 77

Precision agriculture 58, 65

Probabilidade de falha 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 77, 79, 80, 83, 84

Processos empresariais 1

Q

Qualidade 1, 2, 3, 4, 86, 87, 88, 89, 93, 95, 96, 122, 133, 134, 139, 144, 146, 148, 152, 154, 161, 162, 167, 218

R

Resíduos sólidos 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 53, 54, 55, 120

Resistência dos materiais 8, 9, 30, 31, 38

Resistência mecânica 108, 116, 117

S

SiO₂ 161, 165, 166, 167

Superfície de estado limite 5, 7

T

Tecnologias para o tratamento de borra oleosa 39

Tenacidade 121, 122, 128, 130

TENAX 300IM 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129

U

Unmanned aerial vehicle 58

Urban transport 169, 170, 198

ENGENHARIAS:

Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA- RIAS:

Pesquisa, desenvolvimento
e inovação 3



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br