

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# **DESAFIOS E IMPACTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO**

**Carlos Augusto Zilli  
(Organizador)**



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# **DESAFIOS E IMPACTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO**

**Carlos Augusto Zilli  
(Organizador)**



**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
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 Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Desafios e impacto das engenharias no Brasil e no mundo

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Carlos Augusto Zilli

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

D441 Desafios e impacto das engenharias no Brasil e no mundo /  
Organizador Carlos Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR:  
Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-132-6  
DOI 10.22533/at.ed.326210106

1. Engenharia. I. Zilli, Carlos Augusto (Organizador). 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](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## APRESENTAÇÃO

Esta obra, intitulada “Desafios e Impacto das Engenharias no Brasil e no Mundo”, apresenta 17 capítulos que abordam pesquisas relevantes sobre os impactos e desafios enfrentados pela engenharia mundo afora, tais como: Saneamento Básico, Concreto em Situações de Incêndio, Sistemas de Monitoramento Térmico em Construções, Estabilidade de Solos, Auditoria de Barragens, Rotas Rodofluviais, Políticas Públicas e Compostos Bioativos.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO IMPACTO DA VARIAÇÃO DE CURVAS GRANULOMÉTRICAS DENSAS NO NÍVEL DE ABSORÇÃO SONORA DE MISTURAS ASFÁLTICAS**

Bettina Buchholz  
Breno Salgado Barra  
Yader Guerrero Pérez  
Alexandre Mikowski  
Marcelo Heidemann  
Helena Paula Nierwinski  
Daniel Hastenp lug

**DOI 10.22533/at.ed.3262101061**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

**DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (DFMEA) OF THE ROD OF THE SUBSEA PIPELINE LOCKING SYSTEM IN AN OPEN PLET**

Raphael Basilio Pires Nonato  
Weslley Souza Gouvêa

**DOI 10.22533/at.ed.3262101062**

### **CAPÍTULO 3..... 29**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE OPÇÕES PARA A DISTRIBUIÇÃO DE CORDOALHAS EM LAJES LISAS PROTENDIDAS SEM ADERÊNCIA**

Anselmo Leal Carneiro  
Lorenzo Augusto Ruschi e Luchi

**DOI 10.22533/at.ed.3262101063**

### **CAPÍTULO 4..... 43**

**PROPOSTA DE UM MÉTODO SIMPLIFICADO PARA ANÁLISE DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO**

Marcelo Mesquita do Amaral  
Mauro de Vasconcellos Real

**DOI 10.22533/at.ed.3262101064**

### **CAPÍTULO 5..... 58**

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ACÚSTICO DE UMA HABITAÇÃO EM WOOD FRAME NA CIDADE DE SÃO CARLOS – SP**

Alexandre Rodriguez Murari  
Guilherme Côrrea Stamato  
Victor José dos Santos Baldan  
Javier Mazariegos Pablos

**DOI 10.22533/at.ed.3262101065**

### **CAPÍTULO 6..... 68**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO TÉRMICO DE BAIXO CUSTO PARA ÁREAS DE**

## ARMAZENAMENTO DE MEDICAMENTOS

Anderson Natel Soares

**DOI 10.22533/at.ed.3262101066**

## **CAPÍTULO 7..... 71**

### DESENVOLVIMENTO DE PAINEL RECONSTITUÍDO PLÁSTICO-MADEIRA DE BAIXA DENSIDADE

Alice Fontineles Ribeiro

Marcio Franck de Figueiredo

Jose Leonardo dos Santos Carvalho

Fabiana Martins Souza da Silva

Juliana Fonseca Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.3262101067**

## **CAPÍTULO 8..... 78**

### SANEAMENTO BÁSICO E ENTEROPARASIToses: INFLUÊNCIA DIRETA NA RELAÇÃO SAÚDE-DOENÇA

Bianca Vallery Fabiano

Leonardo Muniz Belizário

Andressa Cristina Kretschmer

Rodrigo José Paiva Cruz

Isis Carolina Massi Vicente

Daniela Sikorski

Luana Aparecida Cossentini

**DOI 10.22533/at.ed.3262101068**

## **CAPÍTULO 9..... 85**

### A APLICAÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO CONTEXTO DO SANEAMENTO BÁSICO NA GESTÃO MUNICIPAL DE BELÉM, ANANINDEUA E CASTANHAL-PA, NO PERÍODO ENTRE 2010 A 2018

Educélio Gaspar Lisbôa

Leonardo Augusto Lobato Bello

Érico Gaspar Lisbôa

Heriberto Wagner Amanajás Pena

**DOI 10.22533/at.ed.3262101069**

## **CAPÍTULO 10..... 102**

### CRITÉRIOS DE SENIORIDADE E NÍVEIS SUBSEQUENTES PARA CLASSIFICAÇÃO DE AUDITORES DE BARRAGENS

Rafaela Baldi Fernandes

Karina Lívia Vieira

Felipe Daiha Alves

**DOI 10.22533/at.ed.32621010610**

## **CAPÍTULO 11..... 113**

### DESEMPENHO MECÂNICO DE DIFERENTES SOLOS ESTABILIZADOS COM CAL HIDRATADA

Aloísio Felipe de Pádua Lima

Diogo Antonio Correa Gomes  
Eduardo Hélio de Novais Miranda  
Luís Eduardo Silveira Dias  
Pedro Luiz Terra Lima

**DOI 10.22533/at.ed.32621010611**

**CAPÍTULO 12..... 120**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE ROTAS RODOFLUVIAIS NA CIDADE DE MARABÁ-PA  
COMO APOIO AO TRANSPORTE URBANO**

Isaac Gabriel Peixoto Borges de Oliveira  
Alan Monteiro Borges  
Nuria Pérez Gallardo

**DOI 10.22533/at.ed.32621010612**

**CAPÍTULO 13..... 127**

**ANÁLISE DE AEROFÓLIOS DE ALTA SUSTENTAÇÃO PARA APLICAÇÃO EM  
AERONAVE CARGUEIRA NÃO TRIPULADA DA EQUIPE ARAERO AERODESIGN**

Jéssica Sales Pereira dos Santos  
João Pedro Avancini Dias  
Antonio Ricardo Grippa Satiro

**DOI 10.22533/at.ed.32621010613**

**CAPÍTULO 14..... 146**

**ESTUDO ANALÍTICO, DIMENSIONAMENTO E FABRICAÇÃO DE UM VENTILADOR  
CENTRÍFUGO COM PÁS CURVADAS PARA TRÁS E TRAÇADO DAS CURVAS  
CARACTERÍSTICAS**

Carlos Alberto da Maia  
Marco Antonio Sampaio Ferraz de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.32621010614**

**CAPÍTULO 15..... 156**

**ESTUDO ANALÍTICO DE UM VENTILADOR CENTRÍFUGO E CONFECÇÃO DE UMA  
BANCADA EXPERIMENTAL**

Carlos Alberto da Maia  
Marco Antonio Sampaio Ferraz de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.32621010615**

**CAPÍTULO 16..... 167**

**INFLUÊNCIA DA IMPREGNAÇÃO CONTRA DEMANDA BIOLÓGICA NAS PROPRIEDADES  
FÍSICO-MECÂNICAS DAS MADEIRAS DE CAIXETA (*Simarouba amara*)**

Andréa de Souza Almeida  
Gabriel Criscuolo  
Francisco Antonio Rocco Lahr  
André Luis Christoforo

**DOI 10.22533/at.ed.32621010616**

**CAPÍTULO 17..... 180**

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN**

**PURÉ INSTANTÁNEO DE DIEZ CLONES DE PAPAS NATIVAS (*Solanum tuberosum*)  
CULTIVADAS EN ANDAHUAYLAS**

Carlos Alberto Ligarda Samanez

David Choque Quispe

Betsy Suri Ramos Pacheco

Elibet Moscoso Moscoso

**DOI 10.22533/at.ed.32621010617**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>192</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>193</b>

## DESENVOLVIMENTO DE PAINEL RECONSTITUÍDO PLÁSTICO-MADEIRA DE BAIXA DENSIDADE

Data de aceite: 25/05/2021

Data de submissão: 04/04/2021

### **Alice Fontineles Ribeiro**

Universidade do Estado do Pará – UEPA  
Paragominas – PA  
<http://lattes.cnpq.br/4631870905476239>

### **Marcio Franck de Figueiredo**

Departamento de Tecnologia de Recursos  
Naturais – DTRN – UEPA  
Belém – PA  
<http://lattes.cnpq.br/6969421942963998>

### **Jose Leonardo dos Santos Carvalho**

Universidade Federal Rural da Amazônia –  
UFRA  
Belém – PA  
<http://lattes.cnpq.br/0749465407498997>

### **Fabiana Martins Souza da Silva**

Universidade do Estado do Pará – UEPA  
Paragominas – PA  
<http://lattes.cnpq.br/2958719788693237>

### **Juliana Fonseca Cardoso**

Universidade do Estado do Pará – UEPA  
Paragominas – PA  
<http://lattes.cnpq.br/3915225923947186>

**RESUMO:** A pesquisa consiste no desenvolvimento de um painel reconstituído plástico-madeira de baixa densidade. Para isso, foram utilizadas fibras particuladas de madeira como carga e policloreto de vinila pós consumo, em solução, como matriz. Os painéis foram

produzidos através do processo de infiltração da solução polimérica nas fibras particuladas, sendo a mistura condicionada em moldes de aço de 20cm x 15cm x 2,5 cm e prensadas a frio por 48 horas. Foram produzidas placas em 3 proporções distintas, das quais foram retirados corpos de prova para a determinação da densidade e absorção de água do painel. A densidade obtida de 29,97 g/cm<sup>3</sup> colocou o painel na classe de baixa densidade e os valores de absorção de água foram mais elevados que os observados na literatura para painéis plástico-madeira com proporções variadas de fibra e polímero.

**PALAVRAS-CHAVE:** Painel reconstituído. Policloreto de vinila. Painel de baixa densidade. Plástico-madeira.

### DEVELOPMENT OF LOW DENSITY PLASTIC-WOOD RECONSTITUTED PANEL

**ABSTRACT:** The research consists in the development of a low density plastic-wood reconstituted panel. For that, particulate wood fibers were used as filler and post-consumer polyvinyl chloride, in solution, as a matrix. The panels were produced through the infiltration process of the polymeric solution in the particulate fibers, the mixture being conditioned in steel molds of 20cm x 15cm x 2.5 cm and cold pressed for 48 hours. Plates were produced in 3 different proportions, from which specimens were taken to determine the density and water absorption of the panel. The obtained density of 29.97 g / cm<sup>3</sup> placed the panel in the low density class and the water absorption values were higher than those

observed in the literature for plastic-wood panels with varying proportions of fiber and polymer.

**KEYWORDS:** Reconstituted panel. Polyvinyl chloride. Low density panel. Plastic-wood.

## 1 | INTRODUÇÃO

A quantidade significativa de resíduos lignocelulósicos oriundos de indústrias de base florestal no Estado do Pará preocupa, quer pela quantidade produzida ao longo de anos, quer pela destinação inadequada, que encontrava na queima para produção de energia ou descarte à céu aberto, uma solução paliativa, porém nada nobre ou ecológica para o problema.

Além dos resíduos tradicionais como a serragem, aparas, cavacos, costaneiras e pó de lixa, a implantação e início das atividades da fábrica de painéis MDF (*Medium Density Fiberboard*) no ano de 2010 em Paragominas, além de aquecer a economia, trouxe a reboque, uma nova variedade de resíduos lignocelulósicos particulados provenientes tanto do processo de fabricação do MDF quanto da fabricação de móveis em MDF.

Assim como a madeira e seus subprodutos, os plásticos pós consumo constituem também uma preocupação. Segundo a Abiplast (2014), 80,3% do resíduo urbano tem ido parar em lixões ou aterros sanitários. Destes, 13,5% formados por plásticos pós consumo que poderiam ser reciclados. Entre estes plásticos, destaca-se o policloreto de vinila (PVC), um dos polímeros mais consumidos, com aplicação destacada na construção civil, sendo chamado de commodities devido à grande produção e aplicação.

A necessidade de se encontrar soluções para o aproveitamento desses resíduos e consequente redução no impacto sobre as florestas e a diminuição na produção de produtos à base de petróleo tem estimulado o estudo e desenvolvimento de novos materiais que os utilizem como matéria-prima, como os materiais compósitos.

De acordo com Mattos et. al (2014), Xu et. al (2015) e Fiore et. al (2016), um material compósito é aquele derivado da combinação de dois ou mais materiais componentes, diferentes entre si em nível macro ou micro, independente do estado físico em que se encontrem. O material compósito apresentará uma fase contínua, matriz, que geralmente receberá um ou mais componentes, normalmente cargas dispersas na matriz.

Segundo Gurunathan et. al (2015), as características físicas ou mecânicas desse material estarão intimamente relacionadas às características individuais dos componentes ou da forma que os mesmos interagirão entre si. Ridzuan et. al (2016), acrescenta em seu estudo que estas características serão potencializadas ou não, dependendo tanto da relação/proporção dos componentes envolvidos quanto das condições de processamento.

Considerando este cenário de oportunidades para pesquisas que busquem alternativas para a utilização destes resíduos, este trabalho se propõe a desenvolver um painel reconstituído a base de PVC e resíduos lignocelulósicos da indústria de base florestal.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODO

Para o desenvolvimento e obtenção do painel reconstituído plástico-madeira a pesquisa foi dividida em 5 etapas distintas.

### 2.1 Coleta, classificação e preparação das fibras

Nesta etapa, foram coletados em uma indústria de base florestal no município de Paragominas – PA, resíduos do processo de fabricação de MDF. Após a coleta, o material foi condicionado em sacos plásticos e transportado para o Laboratório de Inovação, Ciência e Tecnologia de Produtos Florestais – LICTM, da Universidade do Estado do Pará, Campus Paragominas. Em laboratório, o resíduo foi lavado em água quente para retirada de impurezas e abertura da superfície da fibra seguindo metodologia utilizada por Valero et. Al (2015) e Quiroga et. al (2016). Após a lavagem, o material foi submetido a secagem em estufa com circulação de ar a 105° C por 72 h. Terminado o processo, as fibras foram condicionadas em sacos plásticos, identificadas e separadas para a produção do painel.

### 2.2 Coleta, identificação e processamento do pvc pós consumo

Nesta etapa foi realizada a coleta seletiva do policloreto de vinila pós-consumo, a identificação dele através da simbologia padrão utilizada pela indústria de plásticos, a lavagem, secagem e processamento mecânico para a produção de particulados de policloreto de vinila a ser utilizado na produção da solução polimérica. Sobre o processamento mecânico do polímero, optou-se por fracioná-lo em partículas de aproximadamente 4 cm<sup>2</sup>.

### 2.3 Obtenção de polímero reciclado em solução

Nesta etapa foi produzida a solução de policloreto de vinila reciclado, seguindo a metodologia utilizada por Figueiredo et. al (2016). Onde foi utilizada uma proporção de 0,08 g de partículas de PVC para 1 ml de Metil-Etil-Cetona, os quais foram misturados com auxílio do agitador magnético de aquecimento, sob rotação variando de 1475-1490 rpm e 70°C de aquecimento para a solubilização do PVC.

### 2.4 Produção de painel reconstituído plástico-madeira

Nesta etapa foi produzido o painel reconstituído adaptando a metodologia utilizada por Figueiredo et. al (2016), para infiltração e mistura de fibras naturais com polímeros em solução. Após a infiltração, o composto foi para o molde e prensagem a frio por 48 h para a solidificação do compósito e eliminação de solvente residual, respeitando os tratamentos para proporções sugeridos por Chavooshi et. al (2014) e Nirmal et. al (2015), de 40% de fibra para 60% de policloreto de vinila em solução; 50% de fibra para 50% policloreto de vinila em solução e 60% de fibra para 40% policloreto de vinila em solução.

O molde em aço, foi produzido nas dimensões 20x15x2,5 cm. Para o painel com

proporção de 60% de fibras para 40% de PVC, foram utilizados 72 g de resíduo de MDF e 48 g de PVC que correspondem a 600 ml de solução PVC. O material foi misturado manualmente no interior da capela de exaustão química. Passou 1 hora exposto a condições ambiente, para então ser transferido para o molde em aço, o qual foi acoplado a uma prensa hidráulica e submetido a aplicação de 2 toneladas de força.

O painel plástico-madeira de proporção 50% de fibras para 50% de PVC, foi desenvolvido com 88 g de resíduo de MDF e 88 g de PVC, equivalentes a 1.100 ml de solução. Já o compósito de 40% de fibras e 60% de PVC, foi desenvolvido com 88 g de resíduo de MDF e 132 g de PVC ou 1.650 ml de solução.

Após prensagem do material, o mesmo ficou exposto a condições ambiente durante 48 horas para evaporação do solvente. Por conseguinte, o material foi desmoldado e acondicionado em estufa de circulação de ar forçada a 120°C, durante o período de 24 horas.

## 2.5 Caracterização do painel

Após a produção dos painéis, foram preparados corpos de prova para a caracterização quanto a densidade e absorção de água utilizando a metodologia de Chavooshi et. al (2014) assim como de Kengkhetkit e Amornsakshai (2014).

Para isso foram confeccionados 10 corpos de prova de cada compósito, sendo 5 amostras para cada ensaio, nas dimensões 5x3x2,5 cm, adaptado da ABNT NBR 7190/97.

Para determinação da densidade básica os corpos de prova ficaram imersos em água por 24 horas no dessecador acoplado a bomba a vácuo, até estarem completamente saturados, ocasião em que foi determinado o volume saturado, com auxílio de uma balança de precisão acompanhada de um tripé universal, garra metálica e um Becker de 400 ml preenchido com água destilada.

Em seguida os corpos de prova foram colocados em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 103 ± 2°C durante 48 horas até atingirem massa constante, então foram pesados em balança de precisão para determinar a massa seca. Após a secagem o volume e a massa foram tomados novamente. A densidade básica foi determinada pela Equação 1.

$$\rho = \frac{m_{0\%}}{V_{sat}}$$

Onde:

$\rho$  = densidade básica (g/cm<sup>3</sup>);

$m_{0\%}$  = massa seca (g);

$V_{sat}$  = volume saturado (cm<sup>3</sup>).

Equação 1: Densidade Básica.

Para determinação do índice de absorção de água foi observada a norma ABNT

NBR 9486/2011, onde inicialmente os corpos de prova foram aquecidos por 24 horas, na temperatura de  $50 \pm 2^\circ\text{C}$ , para obtenção da massa inicial. Em seguida eles foram submersos em água destilada a temperatura ambiente pelo período de 24 horas, para obtenção da massa final. Os valores referentes a absorção de água dos compósitos foram avaliados em porcentagem de diferença entre a medição prévia e medição posterior a imersão conforme a Equação 2.

$$A = \frac{Mf - Mi}{Mi} \times 100$$

Onde:

$A$  = Quantidade de água absorvida (%);

$Mf$  = Massa final do corpo de prova (g);

$Mi$  = Massa inicial do corpo de prova (g).

Equação 2: Índice de Absorção

### 3 | RESULTADOS

Foram produzidos três painéis reconstituídos plástico-madeira, nas proporções 40% PVC - 60% Resíduo de MDF; 50% PVC - 50% Resíduo de MDF, e; 60% PVC - 40% Resíduo de MDF.

Em relação a caracterização do painel reconstituído, os resultados de densidade obtidos variam de 29,97 a 37,80 g/cm<sup>3</sup>, conforme Tabela 1, sendo que o compósito mais denso é aquele que possui maior quantidade de polímero na composição.

DENSIDADE BÁSICA (g/cm <sup>3</sup> )						
PVC/RES.	1	2	3	4	5	Média (g/cm <sup>3</sup> )
40/60	24,47	36,05	30,56	24,91	33,88	29,97
50/50	39,18	40,36	39,63	38,59	40,96	39,74
60/40	34,85	40,06	39,4	36,18	38,54	37,80

Tabela 1: Densidade básica das amostras de compósito.

Fonte: Ribeiro (2018).

Houve variação na densidade dos corpos de prova da mesma classe de proporção resíduo/polímero. De acordo com Pauleski et. al (2007) e Ozkan et. al (2015), isto, se deve a dificuldade de controlar a perda de material durante a prensagem e a falta de homogeneidade na distribuição manual para formação das placas.

A média de valores de densidade obtidas caracteriza o material, de forma geral, como pouco denso. De acordo com Hadjadj et. al (2016), isto implica na futura utilização do

produto formulado, que dentro destas condições pode ser destinado a mobiliário na forma de portas como também painéis para isolamento térmico e acústico.

Sobre a taxa de absorção de água, os valores foram bastante variados, conforme Tabela 2, e no geral, muito altos, principalmente, quando comparados com os resultados obtidos por Teixeira et. al (2002), que trabalhou as mesmas proporções de resíduo/polímero e obteve taxas de absorção entre 2,77 e 25,50%.

ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)						
PVC/RES.	1	2	3	4	5	Média (%)
40/60	67,74	139,00	59,14	151,24	83,72	100,17
50/50	176,88	70,66	59,00	83,99	84,48	95,00
60/40	44,29	46,86	58,75	39,88	50,30	48,02

Tabela 2: Taxa de absorção de água do material compósito.

Fonte: Ribeiro (2018).

O painel que apresentou a melhor resposta a este ensaio, foi o com maior taxa de polímero na composição, que absorveu em média 48% de água. Isso se deve a característica impermeabilizante dos materiais plásticos.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O painel reconstituído plástico-madeira de proporção 60% de PVC para 40% de fibra, apresentou densidade 37,80 g/cm<sup>3</sup> e taxa de 48% de absorção de água, sendo estes os melhores resultados obtidos.

Com essas características físicas, tal material pode ser indicado como painel de baixa densidade de uso múltiplo.

#### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO- ABIPLAST. **Indústria brasileira de transformação de material plástico**. 48 p. 2014

CHAVOOSHI, A.; MADHOUSHI, M.; SHAKERI, A.; KHAZAEIAN, A. **A comparative study on the effects of material blending method on the physico-mecchanical properties of WPCs made from MDF dust**. Journal of Applied Polymer Science. v. 131, n. 15, p. 40513 – 40520. 2014

FIGUEIREDO, M. F. de.; DIAS, C. G. B. T.; SOUSA, M. A. R. **Painel reconstituído a base de resíduos de MDF e PVC**. XV EBRAMEM – ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. Curitiba – PR. 2016

- FIGLIORE, V.; SCALICI, T.; NICOLETTI, F.; VITALE, G.; PRESTIPINO, M.; VALENZA, A. **A new eco-friendly chemical treatment of natural fibres: Effect of sodium bicarbonate on properties of sisal fibre and its epoxy composites.** Composites Part B. v. 85. P 150-160. 2016.
- GURUNATHAN, T.; MOHANTY, S.; NAYAK, K. **A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application perspectives.** Composites: Part A. v. 77. P. 1 – 25. 2015.
- HADJADJ, A.; JBRA, O.; TARA, A.; GILLIOT, M.; MALEK, F.; MAAFI, E. M.; TIGHZERT, L. **Effects of cellulose fiber content on physical properties of polyurethane based composites.** Composites Structures. v. 135. p. 217-223. 2016
- KENGKHEKIT, N.; AMORNSAKSHAI, T. **A new approach to “Greening” plastic composites using pineapple leaf waste for performance and cost effectiveness.** Materials and Design. v. 55. p. 292–299. 2014
- MATTOS, B. D.; MISSO, A. L.; CADEMARTORI, P. H. G de.; MAGALHÃES, W. L. E.; GATTO, D. A. **Properties of polypropylene composites filled with a mixture of household waste of mate-tea and wood particles.** Construction and Building Materials. v. 61. P. 60-68. 2014
- NIRMAL, U.; HASHIM, J.; AHMAD, M. M. H. M. **A review on tribological performance of natural fibre polymeric composites.** Tribology International. v. 83. p. 77-104. 2015.
- ÖZKAN, K.; ERGIN, S.; IŞIK, Ş.; IŞIKLI, İ. **A new classification scheme of plastic wastes based upon recycling labels.** Waste Management. v. 35. p. 29–35. 2015
- PAULESKI, D. T.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; RIZZATI, E. **Características de compósitos laminados manufaturados com polietileno de alta densidade (PEAD) e diferentes proporções de casca de arroz e partículas de madeira.** Ciência Florestal, v. 17, n. 02, p. 157 – 170. 2007
- QUIROGA, A. MARZOCCHI, V. RINTOUL, I. **Influence of wood treatments on mechanical properties of woodcement composites and of Populus Euroamericana wood fibers.** Composites Part B. v. 84. P. 25 – 32. 2016
- RIDZUAN, M. J. M.; MAJID, M.S.; AFENDI, M.; AQMARIAH KANAFIAH, S. N.; ZAHRI, J.M.; GIBSON, A.G. **Characterisation of natural cellulosic fibre from Pennisetum purpureum stem as potential reinforcement of polymer composites.** Materials and Design. v. 89. P. 839-847. 2016
- TEIXEIRA, D. E.; MOREIRA, J. M. A. P.; COSTA, A. F. da. **Confecção de composto de madeira-plástico utilizando resíduos de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden e polietileno de baixa densidade (PEBD).** Revista Floresta e Ambiente, v. 09, n. 01, p. 72 – 80, 2002.
- VALERO, C. F.; MENDOZA, A. O.; ANDRÉS, J. A.; SÁNCHEZ, C. G. **Mechanical recycling and composition effects on the properties and structure of hardwood cellulose-reinforced high density polyethylene eco-composites.** Composites: Part A. v 69. p. 94–104. 2015
- XU, K.; FENG, J.; ZHONG, T.; ZHENG, Z.; CHEN, T. **Effects of volatile chemical components of wood species on mould growth susceptibility and termite attack resistance of wood plastic composites.** International Biodeterioration & Biodegradation. v. 100. p. 106-115. 2015

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção sonora 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Aditivos químicos 113

Aerodesign 127, 128, 132, 144, 145

Antocianinas 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191

Argissolo 113, 115, 117, 118, 119

Arrasto 127, 128, 129, 130, 134, 135, 137, 138, 140, 144

Auditores de barragens 102

### B

Bancada experimental 146, 150, 151, 152, 153, 156, 163, 164, 165

Boas práticas de fabricação 68, 69, 70

### C

Cambissolo 113, 115, 117, 118, 119

Capacidade antioxidante 180, 182, 183, 184, 190, 191

Caracterização 74, 75, 113, 116, 117, 119, 146, 152, 167, 168, 171, 174, 175, 177

Carregamento equivalente 29, 31, 32, 39, 40, 41

Certificação 102, 105

Clones de papa nativa 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190

Concreto armado 43, 44, 46, 55, 56, 57, 59

Curva granulométrica 2, 6, 10, 11, 12

### D

Desempenho acústico 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66

DFMEA 14, 18, 20, 21, 25, 27, 28

Diagrama de velocidades 146, 149, 156, 162

Dimensionamento à flexão 43

Distribuição das cordoalhas 29, 34, 36, 39

### E

Epidemiologia 80, 84

Escoamento 30, 31, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 140, 144, 147, 148, 149, 150, 154, 156, 158, 161, 162, 164, 166

Estruturas portuárias 43, 44

## **F**

Fenoles 180, 182, 183, 184, 185, 187, 190, 191

FMEA 14, 18, 20, 28

## **I**

Incêndio 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 56, 57

Indústria farmacêutica 68, 69

Internet das coisas 68

Investimentos públicos 85, 99

## **L**

Laje lisa 29

Latossolo vermelho 113, 115, 117, 118, 119

## **M**

Madeiras tropicais 168, 169

Mistura asfáltica 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11

Mobilidade urbana 120, 121, 123, 125

Modelo de correlação 85, 87

## **O**

Open PLET 14, 28

## **P**

Painéis de vedação vertical 58

Painel de baixa densidade 71, 76

Painel reconstituído 71, 72, 73, 75, 76

Perfis aerodinâmicos 127, 128, 136, 140

Plástico-madeira 71, 73, 74, 75, 76

Policloreto de vinila 71, 72, 73

Políticas de incentivo 120, 121

Políticas públicas 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 95, 96, 99, 100, 101, 125

Preservação 167, 168, 170, 177, 178, 179

Propriedades físico-mecânicas 167, 168, 169, 170, 171, 177

Protensão sem aderência 29

## **Q**

Quantidade de movimento 147, 148, 156, 158, 160, 161

## **R**

Ruído 2, 3, 8, 12, 13, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 147, 159, 164

Rupturas de barragens 102, 103

## **S**

Saneamento básico 78, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101

Senioridade 102, 107

Sistemas embarcados 68

Structural analysis 14

## **T**

Transporte aquaviário 120

Transporte urbano 120, 124, 125, 126

Turbomáquinas 146, 147, 148, 149, 156, 158, 160, 161, 162

## **V**

Variáveis 69, 70, 85, 87, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Ventilador centrífugo 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 163, 164, 165, 166

## **W**

Wood frame 58, 59, 60, 61, 65, 67

## **X**

XFLR5 127, 128, 131, 134, 135, 136, 137, 139, 144, 145

# **DESAFIOS E IMPACTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO**

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

# **DESAFIOS E IMPACTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO**

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