

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2



Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2



Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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
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. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele 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
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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 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 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 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 Federaci 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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. 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
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. 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
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 Miranilde 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza 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. Ma. 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. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
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 Alborno – 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/UFPA
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 Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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

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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

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

R436 Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-456-6

DOI 10.22533/at.ed.566200510

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João.

CDD 624

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais e os conceitos ambientais, vem cada vez mais ganhando espaço nos estudos das grandes empresas e de pesquisadores. Esse aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Assim em um cenário cada vez mais competitivo, desenvolver novas maneiras de melhoria nos processos industriais, bem como para o próprio dia a dia da população é uma das buscas constantes das áreas de engenharia.

Nesse livro conceitos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e aproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Ainda traz assuntos voltados ao desenvolvimento de materiais, buscando melhorias no processo e no produto final, sendo uma busca constante a redução e reutilização dos resíduos.

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

Aos autores, agradecemos pela con iança e espírito de parceria.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

RESÍDUOS SÓLIDOS NO IFSP – CAMPUS SÃO CARLOS

Adriana Antunes Lopes

José Henrique de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.5662005101

CAPÍTULO 2..... 8

OPORTUNIDADES DA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA COLHEITA, PROCESSAMENTO E TORREFAÇÃO DO GRÃO DE CAFÉ NO BRASIL

Mauro Donizeti Berni

Paulo Cesar Manduca

DOI 10.22533/at.ed.5662005102

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE DA VIABILIDADE DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ADVINDOS DA MINERAÇÃO DE COBRE E OURO PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS DE TERRA COMPACTADA

Jéssica Azevedo Coelho

Aline Rodrigues da Silva Lira

Aryágilla Phaôla Ferreira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5662005103

CAPÍTULO 4..... 34

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS GERADOS EM UM SHOPPING CENTER EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ (SC)

Bruna Emanuele Napoli Simioni

Rafaela Picoletto

DOI 10.22533/at.ed.5662005104

CAPÍTULO 5..... 42

DIMENSIONAMENTO DE BIODIGESTOR ANAERÓBIO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS

Tatiane Akemi Ramalho Yamashita

Isabel Cristina de Barros Trannin

Teófilo Miguel de Souza

DOI 10.22533/at.ed.5662005105

CAPÍTULO 6..... 56

ESTUDO DO CONFORTO ACÚSTICO EM AMBIENTE ESCOLAR

Otávio Akira Sakai

Grasielle Cristina dos Santos Lembi Gorla

Rodrigo de Oliveira

Gustavo Silva Veloso de Menezes

Joyce Ronquim Wedekind

DOI 10.22533/at.ed.5662005106

CAPÍTULO 7	66
ANÁLISE TÉRMICA E ACÚSTICA DE PLACAS DE VEDAÇÃO EM COMPÓSITO CIMENTO-MADEIRA	
Bruna de Oliveira Criado	
Fernando Sérgio Okimoto	
DOI 10.22533/at.ed.5662005107	
CAPÍTULO 8	80
COMPARATIVE ANALYSIS OF A TRANSIENT HEAT FLOW AND THERMAL STRESSES BY ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS	
Gisele Vilela Almeida	
Nailde de Amorim Coelho	
Nasser Samir Alkmim	
DOI 10.22533/at.ed.5662005108	
CAPÍTULO 9	93
PRODUÇÃO DE NANOFIBRAS POLIMÉRICAS ELETROFIADAS PARA MATERIAIS INTELIGENTES	
Giovana Miti Aibara Paschoal	
Bruno Henrique de Santana Gois	
André Antunes da Silva	
Pedro Leonardo Silva	
Wilson Silva do Nascimento	
Jessyka Carolina Bittencourt	
Beatriz Marques Carvalho	
Roger Clive Hiorns	
Clarissa de Almeida Olivati	
Deuber Lincon da Silva Agostini	
DOI 10.22533/at.ed.5662005109	
CAPÍTULO 10	102
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE TRANSISTORES DE FILME FINO DE ÓXIDOS METÁLICOS PROCESSADOS POR SOLUÇÃO	
João Mendes	
João Paulo Braga	
Giovani Gozzi	
Lucas Fugikawa-Santos	
DOI 10.22533/at.ed.56620051010	
CAPÍTULO 11	120
SISTEMA DE MEDIÇÃO PARA CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS ATÉ 9 MN	
Frank Omena de Moura	
Carlos Alberto Fabricio Junior	
DOI 10.22533/at.ed.56620051011	
CAPÍTULO 12	124
ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE JUNTAS SOLDADAS	

APLICANDO A TÉCNICA DE CORRELAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS

Ycaro Jorge Maia da Costa
José Máspoli Ferreira Pereira
Rodrigo Nogueira de Codes

DOI 10.22533/at.ed.56620051012

CAPÍTULO 13..... 137

CARACTERIZAÇÃO METALOGRÁFICA DE AÇOS MULTIFÁSICOS

Rafael Morel Martins
Bárbara Silva Sales Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.56620051013

CAPÍTULO 14..... 148

APLICAÇÃO DA SINERGIA ENTRE CORANTE SINTÉTICO N719 E NATURAIS DO GÊNERO *OENOCARPUS* EM CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES

Rafael Becker Maciel
Everson do Prado Banczek
Guilherme José Turcatel Alves
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.56620051014

CAPÍTULO 15..... 154

PRODUÇÃO DE LIPASES FÚNGICAS DE *Penicillium sumatrense* POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO SEMENTE DE BARU (*Dipteryx alata*)

Tayrine Mainko Hoblos Pozzobon
Aline Danielly Awadallak
Pedro Oswaldo Morell
Gustavo de Castilho Baldus
Leonardo Pedranjo Silva
Ruana Barbosa Benitez
Edson Antônio da Silva
Marcia Regina Fagundes-Klen
Francisco de Assis Marques
Maria Luiza Fernandes Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.56620051015

CAPÍTULO 16..... 166

PRODUÇÃO DE MANGANÊS PEROXIDASE A PARTIR DO *CERIPORIOPSIS SUBVERMISPORA*

Gabriela Mundim Maciel
Sandra de Cássia Dias

DOI 10.22533/at.ed.56620051016

CAPÍTULO 17..... 177

EXTRATO DE CASCAS DO *Allium sativum* L. COMO ANTIOXIDANTE PARA

BIODIESEL DE CANOLA

Débora Yumi Pelegrini
Nayara Lais Boschen
Cynthia Beatriz Furstenberger
Everson do Prado Banczek
Marilei de Fatima Oliveira
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.56620051017

CAPÍTULO 18..... 188

USO DA TERRA DE MUCUGÊ E IBICOARA-BA MEDIANTE AVANÇO DA AGRICULTURA COM SENSORIAMENTO REMOTO

Luana Nascimento da Silva
Vanessa Santos da Palma
Luana da Silva Guedes
Everton Luiz Polkeing

DOI 10.22533/at.ed.56620051018

CAPÍTULO 19..... 193

DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPFs) EM AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES

Rosângela Oliveira Soares
Fátima Regina Zan
Manuel Luís Tibério
Artur Fernando Arede Correia Cristovão
Paulino Varela Tavares
Dieter Rugard Siedenberg

DOI 10.22533/at.ed.56620051019

CAPÍTULO 20..... 205

O RECORTE DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA AGRIBIOTECNOLÓGICA NO BRASIL E NO MUNDO NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

Djeimella Ferreira de Souza
Anna Flavia Moreira Martins de Almeida Pereira
Rubén Dario Sinisterra Millán

DOI 10.22533/at.ed.56620051020

CAPÍTULO 21..... 218

AJUSTE DE EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS A PARTIR DO DIÂMETRO DO TOCO E DAP PARA A ESPÉCIE DE CEDRO AMAZONENSE (*Cedrelinga catenaeformis*)

Carla Alessandra dos Santos
Murielli Garcia Caetano
Pedro Paulo Gomes de Oliveira
Vinícius Augusto Morais
Jociane Rosseto de Oliveira Silva
Ivan Cleiton de Oliveira Silva

DOI 10.22533/at.ed.56620051021

CAPÍTULO 22.....	225
ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO	
Anderson Pereira Cardoso	
Mágna Lima da Cruz	
Weverton Gabriel do Nascimento Mendonça	
Ana Paula de Santana Bomfim	
DOI 10.22533/at.ed.56620051022	
CAPÍTULO 23.....	234
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA: EMPRESA BAJA ESPINHAÇO	
Rafaela Ribeiro Reis	
Juliani Ramos Belício	
Marcelino Serretti Leonel	
Antonio Genilton Sant´Anna	
DOI 10.22533/at.ed.56620051023	
CAPÍTULO 24.....	248
GUIDEAPP: FERRAMENTA DE AUXÍLIO À MOBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS	
Brenno Duarte de Lima	
Hugo Silva Nascimento	
Jacó Alves Graça	
Jonathan Costa Matos	
Natan Silva Ferreira	
Joab Bezerra de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.56620051024	
CAPÍTULO 25.....	257
O TRANSPORTE COLETIVO E A OPÇÃO SOB DEMANDA: O ESTUDO DE CASO DE GOIÂNIA	
Mauro Cesar Loyola Branco	
Giovani Manso Ávila	
DOI 10.22533/at.ed.56620051025	
CAPÍTULO 26.....	269
UMA INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DISPOSITIVOS DA ENGENHARIA DE TRÁFEGO NO SISTEMA VIÁRIO: INTERVENÇÃO NA RUA PADRE AGOSTINHO	
Marcia de Andrade Pereira Bernardinis	
Luziane Machado Pavelski	
Bruna Marcelli Claudino Buher Kureke	
Alana Tamara Gonçalves Molinari	
DOI 10.22533/at.ed.56620051026	
CAPÍTULO 27.....	276
A PARTICIPAÇÃO DA MULHER NOS CURSOS DE ENGENHARIA DA UFERSA:	

UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS MOSSORÓ

Camila Gabrielly Fernandes de Souza

Maria Aridenise Macena Fontenelle

DOI 10.22533/at.ed.56620051027

CAPÍTULO 28..... 292

INVESTIGATION OF THE MILLING EFFICIENCY OF THE X22CrMoV12-1 STEEL WITH VC AFTER 80 AND 100 HOURS

Roberta Alves Gomes Matos

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

DOI 10.22533/at.ed.56620051028

SOBRE OS ORGANIZADORES 298

ÍNDICE REMISSIVO..... 299

ANÁLISE TÉRMICA E ACÚSTICA DE PLACAS DE VEDAÇÃO EM COMPÓSITO CIMENTO-MADEIRA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/07/2020

Bruna de Oliveira Criado

Faculdade de Ciências e Tecnologias
FCT UNESP
Presidente Prudente - SP
<http://lattes.cnpq.br/2337202051262689>

Fernando Sérgio Okimoto

Faculdade de Ciências e Tecnologias
FCT UNESP
Presidente Prudente - SP
<http://lattes.cnpq.br/6072352360545981>

RESUMO: A busca por uma constante otimização do sistema construtivo é cada vez maior em função da necessidade de se reduzir os custos, melhorar o desempenho e minimizar os desperdícios. Portanto, este trabalho possui como proposta o estudo e investigação do compósito de matriz cimentícia com adição de resíduos de madeira, a fim da sua possível aplicação em painéis vedativos. No laboratório, os resíduos foram caracterizados e distinguidos conforme sua granulometria e composição e posteriormente, avaliou-se como diferentes incorporações destes resíduos nas placas cimentícias se comportam. Devido à reconhecida incompatibilidade química entre a madeira e o cimento, propiciada pelos materiais lignocelulósicos que retardam a cura do aglomerante mineral; avaliou-se neste trabalho a eficácia do tratamento a quente nos resíduos comparado aqueles que não foram submetidos

ao mesmo. Para isso os painéis serão avaliados de acordo com seus desempenhos térmicos e acústicos, de acordo com a NBR 15.575:2013. Em todos os ensaios realizados, as amostras em que os resíduos foram tratados obtiveram resultados satisfatórios, propiciando um isolamento térmico de três graus a mais e uma atenuação sonora 16% maior. Dessa forma, espera-se incentivar a promoção de um menor consumo energético na produção de materiais, da aplicação da reciclagem dentro da construção civil e da redução dos impactos ambientais gerados através da utilização de resíduos de fontes renováveis de matérias primas.

PALAVRAS – CHAVE: Madeira, resíduos de madeira, placas cimentícias, cimento-madeira, sustentabilidade.

THERMAL AND ACOUSTIC ANALYSIS OF SEALING PLATES IN CEMENT WOOD COMPOSITE

ABSTRACT: The search for a constant optimization of the construction system is increasing due to the need to reduce costs, improve performance and minimize waste. Therefore, this work proposes the study and investigation of the cement matrix composite with the addition of wood residues, in order to its possible application in sealing panels. In the laboratory, the residues were characterized and distinguished according to their granulometry and composition and later, it was evaluated how different incorporations of these residues in the cement slabs behave. Due to the recognized chemical incompatibility between wood and

cement, provided by lignocellulosic materials that delay the healing of the mineral binder; In this work, the efficacy of hot treatment on waste was evaluated compared to those that were not submitted to it. For this, the panels will be evaluated according to their thermal and acoustic performances, according to NBR 15.575:2013. In all tests carried out, the samples in which the residues were treated obtained satisfactory results, providing thermal insulation of three degrees more and a sound attenuation 16% greater. Thus, it is expected to encourage the promotion of lower energy consumption in the production of materials, the application of recycling within civil construction and the reduction of environmental impacts generated through the use of waste from renewable sources of raw materials.

KEYWORDS: Wood, wood waste, cementitious slabs, wood-cement, sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização de materiais de construção de origem renovável na indústria da construção civil é considerada como uma opção indispensável para que essa indústria possa vir a se tornar mais sustentável. Diferentemente de muitos materiais utilizados atualmente no ramo da construção civil, as fibras vegetais são recursos renováveis e biodegradáveis, portanto, sua disponibilidade pode ser considerada ilimitada. Além disso, encontram-se geograficamente dispersas por todo o planeta. Apresentam-se menos abrasivas que as fibras artificiais usualmente utilizadas, possuindo baixa densidade e alta deformabilidade. Ademais, apresentam um baixo custo e, principalmente, devido à enorme diversidade de espécies encontrável na biodiversidade brasileira, há um enorme potencial para a descoberta de fibras naturais de acordo com as propriedades desejáveis para cada fim (resistência mecânica, estabilidade química e biológica, resistência ao fogo, leveza, resistência à abrasão e ao cisalhamento). As fibras de origem orgânica em associação com as matrizes minerais atualmente têm sido alvo de muitas pesquisas no âmbito técnico acadêmico nacional, como as desenvolvidas por BERALDO (1996), AGOPYAN (1996), SAVASTANO (2000), LATORRACA (2000).

Os painéis cimento-madeira são compostos de partículas de madeira, aglomerante mineral, água e aditivos químicos; consolidados sob pressão em temperatura ambiente. Segundo Moslemi (1974) os painéis apresentam inúmeras vantagens, tais como: produtos virtualmente incombustíveis, apresentam alta resistência à umidade e ao contato com a água, são resistentes ao ataque de agentes biológicos e são isolantes térmicos e acústicos. Um fator para a grande aplicabilidade dele no país e o que o torna competitivo perante os materiais existentes, é a grande disponibilidade de resíduos de processamento de madeiras e autossuficiência em cimento. Além disso, é um processo que não gera resíduos tóxicos, não requer pré-tratamento de conservação dos materiais utilizados e tem baixo consumo de energia. (LIMA *et al.*, 2015)

O material desenvolvido durante este trabalho, o compósito cimento-madeira, pode ser definido como uma argamassa de cimento Portland V-ARI, na qual toda a fração de agregado mineral foi substituída por um material orgânico vegetal, as partículas de madeira. Além disso, a relação água/cimento manteve-se em 0,3 e houve o acréscimo de 0,08% de superplastificante em relação ao peso do cimento.

Segundo a literatura, o emprego de fibras vegetais em matrizes cimentícias pode apresentar efeitos deletérios sobre o processo de cura do aglomerante. Sendo assim, um fator limitante para produção desses painéis é a presença de substâncias químicas, como compostos fenólicos, ácidos e açúcares que podem retardar ou impedir a cura do aglomerante mineral (SAVASTANO JUNIOR *et al.*, 1994), (SANTOS *et al.*, 2008).

Sendo assim, este trabalho procurou explorar as disparidades entre painéis em que as fibras vegetais foram submetidas ao tratamento de imersão em água quente, tal como indicado na literatura pesquisada, e aqueles que não foram; com o objetivo de compreender como a presença das substâncias químicas nas partículas de madeira influenciavam nas propriedades físicas e mecânicas do material final.

Para a avaliação das propriedades físicas, aos 28 dias realizou o ensaio de Condutividade Térmica, seguindo as prescrições da NBR 15575/2013 que se refere ao método da placa quente/fria da ASTM C 518 (2017) e Análise Termográfica. E posteriormente, as amostras foram submetidas ao ensaio denominado Câmara Acústica (ALLAN *et al.*, 2012; ISO 10.140, 2010).

Os resultados indicam que o tratamento das partículas de madeira mostra-se muito efetivo em melhorar o desempenho físico-mecânico do produto final. O tratamento proporciona um isolamento térmico de três graus a mais e uma atenuação sonora 16% maior em relação as amostras em que os resíduos não foram tratados. Além disso, as placas de vedação apresentaram ótimos indicativos de um bom desempenho mecânico, no entanto, este trabalho se limitou na investigação das suas propriedades térmicas e acústicas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse trabalho foram utilizados resíduos do processamento de madeiras regionais e locais, consistindo sua maior parte em *pinnus sp.*, cambará e cedrilho. Os resíduos de madeira foram obtidos na madeireira COMAVE LTDA. Para a confecção dos painéis foi utilizado o cimento CP V ARI de alta resistência inicial como aglutinante mineral e aditivo superplastificante, a fim de se diminuir a quantidade de água utilizada no processo e ajustar o tempo de pega.

Os resíduos de madeira foram caracterizados a partir dos ensaios de granulometria, com o objetivo de determinar a distribuição granulométrica deles.

A separação realizada, consistiu em: #200 (0,075mm), #100 (0,1mm), #48 (0,297mm), #42 (0,355mm) e #32 (0,5mm). A escolha destas malhas surgiu a partir da constatação de que são malhas típicas de peneiramento de agregados finos para concreto, permitindo assim, futuras comparações.

Para este plano experimental em específico, procurou investigar as placas em que os resíduos receberam o tratamento em comparação aquelas placas que os mesmos resíduos não foram tratados, procurando entender como os materiais lignocelulósicos presentes na madeira prejudicam a hidratação do cimento e como podem influenciar negativamente os resultados dos ensaios. Para isso, metade das amostras foram submetidas ao tratamento quente, visando modificar a sinergia do processo de hidratação e aumentar sua velocidade através da diminuição de água livre a ser absorvida pela biomassa vegetal.

O tratamento consistiu em um banho térmico, baseado nas pesquisas desenvolvidas por BERALDO *et al.* (1996), CAMPOS, BERALDO E HELLMMEISTER (2000) e PIMENTEL E BERALDO (2000), que proporciona a lavagem de 50 gramas de fibras em imersão em um litro de água fervente durante 6 horas. Posteriormente são secas na estufa à 90°C por 24 horas. O objetivo de alta temperatura inicial é provocar a dilatação dos poros na madeira promovendo uma forçosa liberação de substâncias químicas na água. Concomitantemente, a outra metade das amostras não detinham de nenhum tratamento especial para seus resíduos.

O traço (madeira:cimento) manteve-se em 1:20 em peso, para todas as amostras; separadas em duas variações granulométricas distintas. A primeira variação granulométrica (finos) consistiu em 40% das partículas retidas na malha #200 e 60% na #100. A segunda variação granulométrica (grossos) consistiu em 60% das partículas retidas na malha #48, 30% na #42 e 10% na #32. Trabalhou-se com duas composições granulométricas diferentes, pois, como visto na literatura técnica, há indicações de partículas de menor granulometria podem promover maior índice de pega, além de diferentes granulometrias indicar diferentes aplicações industriais.

Para a confecção dos painéis, procedeu-se inicialmente com cálculo de cada um dos componentes da mistura: partículas de madeira, água, cimento e aditivo superplastificante; considerando as seguintes proporções: relação madeira:cimento de 1:20 em peso, fator água:cimento de 0,3 e 0,08% de aditivo em relação ao peso do cimento. Devidamente pesados, os componentes foram misturados em uma masseira, sendo primeiramente os secos e inserindo a água aos poucos com o aditivo diluído na mesma. A seguir, a mistura foi distribuída numa forma de chapas metálicas de 190mm x 190mm x 20mm, untada com óleo mineral para facilitar sua posterior retirada. As amostras foram submetidas ao grampeamento durante o período de 24 horas após o término da confecção dos painéis (o grampeamento consiste na

sobreposição de duas placas, uma inferior e outra superior ao corpo-de-prova). Os corpos-de-prova foram então divididos em outra variável, o nível de prensagem. Após a confecção dos painéis, estes foram submetidos a prensagem de 5 ou 10kgf/cm² por 10 minutos. Com a finalização da prensagem estes permaneceram em cura úmida por um período de 28 dias.

Com base em todas variáveis descritas, foram confeccionadas oito corpos-de-prova com variações distintas, e de cada variação foram produzidas duas amostras idênticas. A amostragem está definida na tabela 1.

Traço	Faixa Granulométrica	Traço Descritivo (Madeira: Cimento: Aditivo: Tratamento)	Pressão (Kgf/cm ²)
1A	Granulometria 1 (Finos)	1: 20: 0,08%: sem tratamento.	5 e 10
1B		1: 20: 0,08%: com tratamento.	5 e 10
2A	Granulometria 2 (Grossos)	1: 20: 0,08%: sem tratamento.	5 e 10
2B		1: 20: 0,08%: com tratamento.	5 e 10

Tabela 1 – Traços propostos para composição das placas.

Fonte: Autores, 2020.

A análise da condutividade térmica do compósito foi realizada em placas de 190mmx190mmx20mm. O procedimento de obtenção da condutividade térmica está fundamentado na análise do transporte de temperatura que passa pelo corpo-de-prova mediante a leitura das temperaturas nas faces do corpo-de-prova, ASTM C518/2017, experimento também conhecido como análise de fluxo de calor em placas quente/fria, calibrado para um aparato que segue as sugestões da ASTM C1363-19.

O aparato utilizado trata de uma câmara isolada dividida pelo corpo de prova e duas câmaras distintas em que uma delas tem a fonte de calor (Lâmpada incandescente de 40 W, spot e direcional) e ambas são instrumentadas com termopares para leituras dos fluxos de calor ao longo das subcâmaras (figura 1).

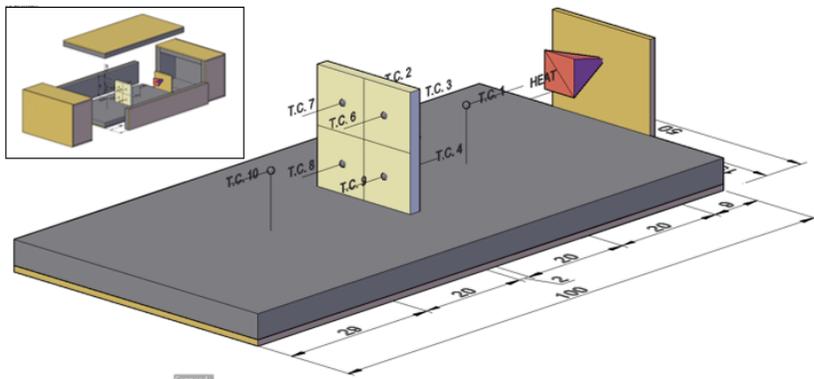


Figura 1 – Aparato para ensaio térmico (Adaptado da ASTM C518/17 e da ASTM C1363/19).

Fonte: Autores, 2020.

Os corpos-de-prova foram instrumentados com 4 termopares de cada lado, nos centroides dos seus 4 quadrantes e foi colocado um termopar entre a fonte de calor e o corpo de prova e outro termopar equidistante do corpo de prova, mas na outra subcâmara. Com essa instrumentação, foi possível obter o fluxo de temperatura, desde a geração, até depois da passagem pelo corpo de prova.

Foram anotadas as temperaturas internas e externas simultaneamente, durante um ciclo de 24 horas, através de termopares e um sistema de aquisição de dados. Os termopares são responsáveis por fazerem uma leitura por minuto do fluxo de calor através do material, durante 24 horas (sendo oito horas de aquecimento e doze de resfriamento, até alcançarem a estabilidade). Após a finalização das medições durante um ciclo de 24 horas através de um sistema de aquisição de dados foi obtido um gráfico para cada um dos corpos-de-prova.

Com a obtenção dos dados, foi realizado uma média das leituras (tabela 2) na face exposta e na face traseira, considerando o período após o início da estabilização até o início do desaquecimento (15:00 às 17:00 horas), com objetivo de quantificar o isolamento térmico entre as faces.

Já o método da análise termográfica para avaliação do desempenho térmico do material, possibilita o mapeamento de uma região a partir de certa diferença de temperatura que a superfície emite, permitindo a visualização a partir do espectro infravermelho (CORTIZO, 2007). De acordo com Tavares (2006 apud MALDAGUE, 2001), a termografia pode ser segmentada em dois tipos segundo a fonte de calor estimulante. Para o caso em específico, optou-se pela termografia ativa a qual necessita de uma fonte externa de estímulo de calor sobre o material.

A figura gerada é chamada de termograma ou imagem térmica. A emissão da

radiação infravermelha dos objetos é o que torna possível a obtenção das imagens sem contato (ITC, 2014). Segundo Tarpani et al. (2009), os termogramas exibem as diferentes temperaturas de um determinado local da amostra na forma de gradientes de coloração (escala policromática). Dessa forma, este ensaio visa apresentar a utilização da termografia infravermelha para inspecionar o comportamento das diferentes faixas granulométricas e como esses contribuem para o desempenho térmico de cada corpo-de-prova.

Para a realização do ensaio, montou-se um quadro, primeiramente com os quatro corpos-de-prova em que os resíduos não foram submetidos ao tratamento, e posteriormente fez-se o mesmo com os quatro corpos-de-prova com resíduos submetido ao tratamento. Então fotografou-se com a câmera térmica as amostras antes do aquecimento na face exposta e na face traseira. Iniciou-se então um aquecimento durante 10 (dez) minutos com auxílio de uma fonte externa, lâmpada infravermelha de 250w, posicionada no centro do quadro a 0,5 metros desse.



Figura 2 – Ensaio de Análise Termográfica

Fonte: Autores, 2020.

Para a análise da atenuação acústica utilizou-se um aparato construído em MDF (medium density fiber) revestida com poliestireno expandido, com finalidade de se evitar a dissipação do som. Neste aparato as amostras foram submetidas ao ensaio denominado Câmara Acústica (ALLAN et al., 2012; ISO 10.140, 2010), o qual consiste no posicionamento de dois corpos-de-prova com variáveis idênticas a uma distância de 1,25 metros de um emissor sonoro, já que a literatura indica uma distância mínima de estabilização das ondas sonoras de 3 vezes o maior lado do corpo-de-prova.

Na face frontal desses, posiciona-se uma fonte receptora, assim como em suas faces traseiras. Então emite-se um som conhecido (designou-se para esta análise frequências de 250, 1000 e 4000 Hz durante um minuto, o qual será

propagado através do material, e quantificado no receptor frontal e no receptor traseiro, obtendo-se assim a atenuação acústica propiciada pelo material. Segundo Carvalho (2006), o ouvido humano não percebe sons de frequências diferentes da mesma forma, sendo a percepção como região média a frequência em 1000Hz. A partir disso, decidi observar o comportamento do material perante um som de frequência média, outro grave e outro agudo. A figura, a seguir, apresenta o aparato sem a tampa.

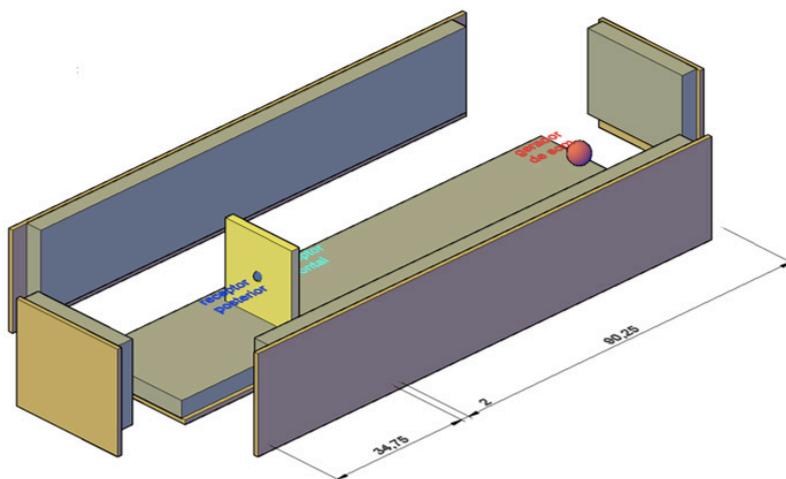


Figura 3 – Aparato Acústico

Fonte: Autores, 2020.

3 | RESULTADOS

Os resultados do ensaio de condutividade térmica foram obtidos através de um gráfico, conforme indica a figura 4. Posteriormente, para melhor interpretação e identificação dos resultados, elaborou-se a tabela 2. As amostras foram separadas em dois grupos distintos, sendo o primeiro grupo das amostras em que os resíduos não receberam tratamento; e o segundo, aqueles que receberam.

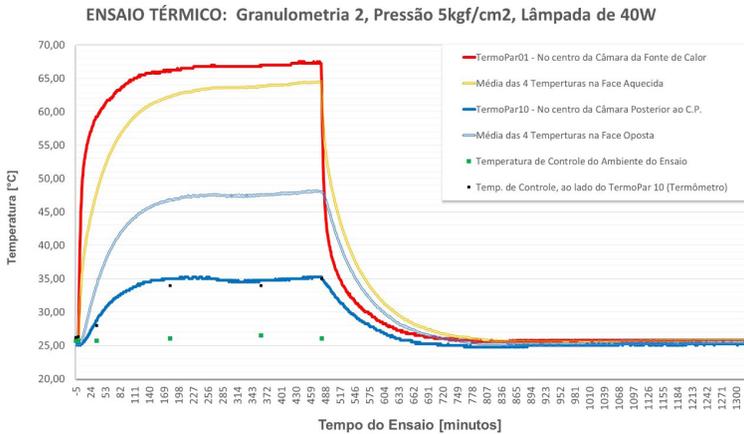


Figura 4 – Exemplo de um gráfico obtido no ensaio de condutividade térmica.

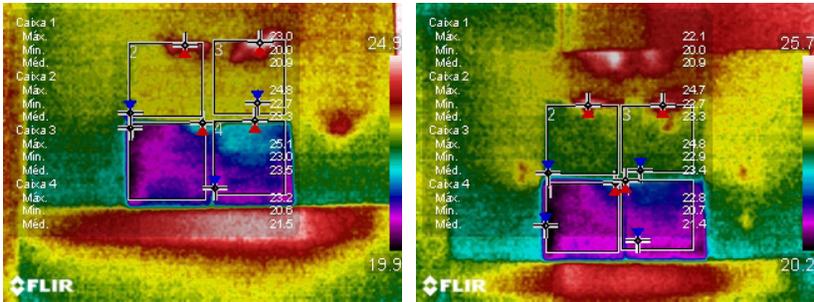
Fonte: Autores, 2020.

		Temperatura Média Face Exposta	Temperatura Média Face Traseira	Diferença de Temperatura
Sem Tratamento	G1P5	56,1 °C	48,9 °C	7,2 °C
	G1P10	57,1 °C	46,6 °C	10,5 °C
	G2P5	64,1 °C	52,7 °C	11,4 °C
	G2P10	60,1 °C	46,5 °C	13,7 °C
Com Tratamento	G1P5	60,2 °C	45,7 °C	14,5 °C
	G1P10	58,9 °C	49,5 °C	9,4 °C
	G2P5	57,3 °C	39,3 °C	18,0 °C
	G2P10	60,2 °C	46,4 °C	13,9 °C

Tabela 2 – Condutividade Térmica: Média da leitura das temperaturas dos CPs no período de estabilização (15h00 às 17h00)

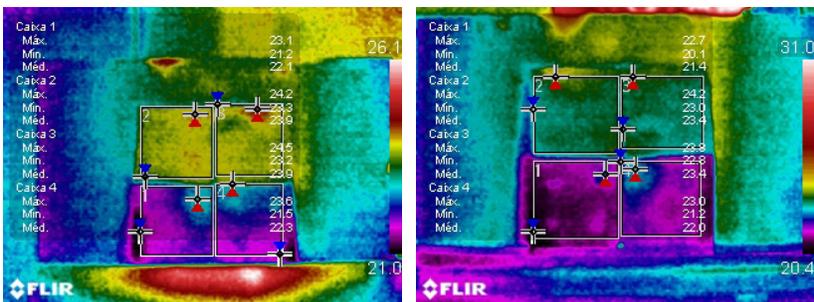
Fonte: Autores, 2020.

Na tabela, G1 é utilização para denominar a faixa granulométrica de finos (#100 e #200), enquanto G2, a de grossos (#32, #42 e #48). O nível de pressão estipulado em cada amostra está designado através da letra P conseguinte do nível de pressão exercido para denominação de cada amostra. Os resultados obtidos na análise termográfica encontram-se dispostos na tabela 3. As nomenclaturas das amostras seguem o mesmo padrão do ensaio de condutividade térmica e é estabelecido como padrão para todos os demais. Diferentemente do ensaio de condutividade térmica, a análise termográfica quantifica o ganho do calor do material em um curto período de tempo.



Figuras 5 e 6 – Termogramas das faces dos CPs antes do aquecimento.

Fonte: Autores, 2020.



Figuras 7 e 8 – Termogramas das faces dos CPs após o aquecimento.

Fonte: Autores, 2020.

		Temperatura Média Face Exposta	Temperatura Média Face Traseira	Diferença de Temperatura
Sem Tratamento	G1P5	22,1 °C	21,4 °C	0,7 °C
	G1P10	23,9 °C	23,4 °C	0,5 °C
	G2P5	23,9 °C	23,4 °C	0,5 °C
	G2P10	22,3 °C	22,0 °C	0,3 °C
Com Tratamento	G1P5	22,2 °C	22,1 °C	0,1 °C
	G1P10	22,2 °C	22,0 °C	0,2 °C
	G2P5	22,1 °C	21,9 °C	0,2 °C
	G2P10	22,1 °C	22,0 °C	0,1 °C

Tabela 3 – Análise Termográfica: Resultados da diferença de temperatura entre as faces após aquecimento de 10 minutos.

Fonte: Autores, 2020.

Posteriormente, após o término do ensaio de atenuação sonora, os dados foram dispostos na tabela 4, a qual segue a mesma disposição utilizada para os ensaios térmicos.

		Atenuação Sonora 250Hz	Atenuação Sonora 1000Hz	Atenuação Sonora 4000Hz
Sem Tratamento	G1P5	18,6 dB (red. de 25%)	20,0 dB (red. de 24%)	26,9 dB (red. de 30%)
	G1P10	18,9 dB (red. de 26%)	20,7 dB (red. de 24%)	23,7 dB (red. de 27%)
	G2P5	11,1 dB (red. de 15%)	22,2 dB (red. de 26%)	32,3 dB (red. de 41%)
	G2P10	18,9 dB (red. de 26%)	18,9 dB (red. de 23%)	23,4 dB (red. de 28%)
Com Tratamento	G1P5	39,6 dB (red. de 53%)	36,3 dB (red. de 49%)	33,9 dB (red. de 37%)
	G1P10	31,1 dB (red. de 42%)	24,5 dB (red. de 34%)	25,5 dB (red. de 31%)
	G2P5	31,1 dB (red. de 42%)	33,3 dB (red. de 45%)	42,2 dB (red. de 46%)
	G2P10	33,3 dB (red. de 45%)	37,8 dB (red. de 51%)	34,5 dB (red. de 38%)

Tabela 4 – Atenuação Sonora

Fonte: Autores, 2020.

4 | DISCUSSÕES

Mediante os resultados encontrados, foi observado que o tratamento dos resíduos contribuiu para diminuir a condutividade térmica dentro do material, propiciando maior isolamento. Além disso, foi notado que a granulometria de grossos conduz menor energia em todas as amostras ensaiadas. Comparando os resultados obtidos no ensaio de condutividade térmica com a análise termográfica, é possível notar que embora as amostras em que os resíduos não foram tratados obtiveram uma menor condutividade térmica dentro de um maior período; quando o material é exposto a mesma fonte de calor, em curto prazo, as amostras não submetidas ao tratamentos dos resíduos apresentam melhor desempenho. Não foram observados ganhos significativos em relação a granulometria ou nível de pressão na análise termográfica.

Em relação a atenuação acústica, foi constatado que o tratamento dos resíduos melhora significativamente, no entanto, o efeito do tratamento é inversamente proporcional ao aumento da frequência. Sendo assim, o tratamento dos resíduos modifica as pontes sonoras no material de forma que os sons mais graves o atravessem com maior dificuldade.

Comparou-se os resultados obtidos no ensaio de atenuação acústica, com outros já conhecidos de materiais tradicionais da construção civil. Segundo Neto (2009), blocos de concreto com 11,5cm de espessura possuem atenuação sonora de 59 db quando expostos a uma frequência de 1000Hz, já no caso de serem

cerâmicos, a atenuação acústica é 57 db. Nota-se, portanto, que o material tem um excelente desempenho frente a sua função de vedação vertical com apenas 2cm de espessura, na frequência de 1000Hz, se comparado com outros materiais como aqueles apontados por Neto (2009).

5 | CONCLUSÕES

A partir da análise do desempenho térmico do material, unindo os dois ensaios realizados, pode perceber que a faixa granulométrica de finos (granulometria 1), apresenta menor ganho de temperatura superficial quando exposta a uma fonte de calor de curto prazo, devido a compactação das partículas nessas amostras. Já a faixa granulométrica de grossos (granulometria 2) possui maior potencial como isolante térmica, uma vez que, quando exposta a uma fonte de calor em um longo período de tempo, conduziu menor quantidade de calor, equilibrando as pontes térmicas dentro do material. Sendo assim, o tratamentos dos resíduos promove um equilíbrio na condução do fluxo de calor através das faces dos corpos-de-prova.

Em relação ao desempenho acústico, todas as amostras em que os resíduos foram submetidos ao tratamento a quente obtiveram grandes melhorias para todas as frequências, demonstrando maior atenuação ao som emitido. Destaca-se ainda, que de acordo com a NBR 15.575:2013, responsável pela normatização do desempenho das edificações, é recomendado que uma vedação interna seja capaz de isolar no mínimo 50 db. No entanto, os materiais de construção disponíveis no mercado, não são produzidos com intuito de proporcional conforto acústico ou térmico, mas sim, de baratear a produção. Dessa forma, poucos atingem o isolamento adequado proposto pela norma. Sendo assim, como as atenuações foram significativas para um material pouco espesso (entre 20 a 40 db), espera-se que as placas de vedação assumam sua função de revestimento a uma vedação interna, contribuindo significativamente assim para a melhoria do isolamento acústico da edificação.

Dessa forma, o material analisado, além de se apresentar funcional e adequado quanto ao seu propósito de vedação vertical, possibilita assim, uma redução de impactos ambientais, financeiros e sociais dentro do setor da construção civil perante o crescimento de uma sociedade sustentável.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS – ASTM. **ASTM C1363-19: Standart test method for thermal performance of building materials and envelope assemblies by means of a hot box apparatus.** West Conshohocken, PA, 2019.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS – ASTM. **ASTM C518-17: Standart test method for steady-state thermal transmission properties by means of the heat flow meter apparatus.** West Conshohocken, PA, 2017.

ALLAN, P.S.; AHMADNIA A.; WITHNALL, R. & SILVER, J. “**Sound transmission testing of Polymer compounds**”, *Polymer Testing*, v. 31, n. 2, pp. 312 – 321, Abril de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575: Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

BERALDO, A. L. et al. “**Viabilidade de fabricação de compósitos rejeitos de madeiras e cimento Portland (CBC)**”, In: Anais do Workshop Reciclagem e Reutilização de Rejeitos com Materiais de Construção Civil, pp. 77-82, São Paulo, 1996.

CAMPOS, C. I. de; BERALDO, A. L.; HELLMESITER, J. C. “**Caracterização mecânica do compósito cimento-madeira de reflorestamento (cunninghamia lanceolata hook)**”, In: Anais do VII Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira, 2000.

CARVALHO, R. P., **Acústica Arquitetônica**, 2 ed, Brasília, Ed. Thesaurus, 2006.

CORTIZO, E. C. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: ênfase em edificações do patrimônio histórico**. Tese de D.Sc., UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2007.

HERRERA, R. E.; CLOUTIER, A. “**Compatibility of four eastern Canadian woods with gypsum and gypsum-cement binders by isothermal calorimetry.**” *Maderas: Ciência y Tecnología*, v. 10, Janeiro de 2010.

ISO 10140:2010. **Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements**. BSI Standards Publication, 2010.

IWAKARI, S.; PRATA, J. G. “**Utilização da madeira de Eucalyptus grandis e Eucalyptus dunnii na produção de painéis de cimento-madeira**”, *Cerne*, v. 14, n.1, pp. 68-74, Janeiro de 2008.

LATORRACA, J. V. de F. **Eucalyptys ssp. na produção de painéis de cimento madeira**. Tese de D.Sc., UFPR, Curitiba, PR, Brasil, 2000.

NETO, M. F. F. **Nível de conforto acústico: uma proposta para edifícios residenciais**. Tese de D.Sc., UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2009.

PAPADOULOS, A. N. “**Decay resistance of cementbonded oriented strand board**”. *Bioresources*, v.1, n. 1, pp 62-66, Julho de 2006.

PEREIRA, E.; MEDEIROS, M. H. F. de e LEVY, S. M. “**Durabilidade de concretos com agregados reciclados: uma aplicação de análise hierárquica.**” *Ambiente Construído*, v. 12, n. 3, pp 125-134, Julho de 2012.

PIMENTEL, L.; BERALDO, A. L. “**Utilização de resíduos de pinus caribaea na produção de compósito de madeira-cimento.**”, In: Anais do VII Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira, 2000.

SANTOS, R. C. et al. **“Aproveitamento de resíduos de madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*) para produção de painéis de cimento-madeira.”** Cerne, v. 14, n. 3, pp 241-250, Julho de 2008.

SAVASTANO Jr. et. al. **“Brazilian waste fibers as reinforcement of cement-based composites.”** Cement and Concrete Composites, v. 22, n. 5, pp 379 – 384, 2000.

TARPANI, J. R.; ALMEIDA, E. G. R. de; SIMENCIO, E. C. A.; MOTA, L. P.; PAZ, J. H. A. A. **“Inspeção termográfica de danos por impacto em laminados de matriz polimérica reforçados por fibras de carbono.”** Polímeros, v. 19, n. 4, pp 318-328, 2009.

TAVARES, S. G. **Desenvolvimento de uma metodologia para aplicação de ensaios térmicos não destrutivos na avaliação da integridade de obras de artes.** Tese de D.Sc., UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2006.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção de água 22, 27, 29, 31, 32
Acessibilidade 193, 248, 249, 253, 254, 255, 256
Aço inoxidável AISI 304 124
Agroindústrias familiares 193, 197, 199, 201
Agronegócio 203, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 212, 215, 216, 217
AHSS 137, 138, 139, 144, 146
Alimentos 19, 42, 53, 156, 165, 168, 193, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 206, 208
Alvenaria estrutural 225, 226, 227, 228, 229, 231, 232, 233
Amazônia 218, 219, 224
Análise de deformação 124
Aplicativo 252, 253, 257, 262, 263, 264, 268
Ataques químicos 137, 142, 143, 144, 146

B

Bacaba 148, 149
Baja 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 245, 246, 247
Barragem 23, 92, 188, 189, 190, 191, 192
Biocombustível 177, 178
Bioenergia 10, 11, 149, 168
Biomassa 10, 11, 15, 16, 19, 21, 42, 45, 69
Biotecnologia 19, 186, 205, 206, 207, 209, 210, 211, 215, 216
Bloco ecológico 22, 26

C

Café 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 46, 278
Calibração 120, 122, 123
Caracterização 2, 24, 27, 28, 29, 34, 36, 37, 38, 78, 102, 104, 113, 115, 116, 123, 135, 137, 142, 143, 145, 146, 152, 153, 174, 185, 189, 227, 272, 298
Células solares 94, 96, 148, 149, 150, 151, 152, 153
Coleta seletiva 1, 2, 3, 4, 5, 6, 50, 54
Comportamento mecânico 124, 125, 126, 140
Conforto 26, 56, 59, 64, 77, 78, 257, 259, 264, 269, 274

Correlação digital de imagens 12, 124, 126, 127, 128, 132, 135

CSSC 148, 150, 151, 152, 153

D

Deficiência visual 248, 249, 250, 252, 254, 255

Diâmetro da cepa 218, 224

E

Eletrofiação 93, 94, 97, 98, 100

Energia renovável 10, 42

Engenharia 20, 21, 25, 41, 42, 44, 46, 54, 55, 80, 94, 95, 125, 146, 156, 175, 192, 224, 225, 232, 234, 235, 238, 240, 245, 246, 254, 269, 270, 271, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 298

Ensino superior 234, 235, 248, 249, 252, 254, 276, 281, 283

Enzimas ligninolíticas 166, 167, 168, 173

Estabilidade oxidativa 177, 181

Estacionamento 269, 270, 271, 272, 273, 274

Extrato natural 177

F

Fiscalização 218, 219, 223, 224, 225, 232

Fluxo de caixa 234, 236, 237, 243, 244, 246

Fonte de energia 8, 10, 11, 44, 149

Força 23, 98, 120, 121, 122, 123, 132, 278, 285, 286

Fungos 19, 156, 166, 167, 168, 169, 173, 180

G

Gestão 3, 23, 33, 34, 35, 40, 41, 42, 53, 192, 202, 203, 204, 208, 217, 227, 236, 243, 279, 298

Gestão de resíduos 41, 42

I

Irrigação 188, 189, 190, 192

L

Laboratórios de informática 56, 59, 60, 61, 62, 63

Largura de faixa 269

Lipases 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 164

M

Madeira 16, 22, 66, 67, 68, 69, 70, 78, 79, 166, 167, 175, 224
Manifestações patológicas 225, 227, 228, 232
Método das diferenças finitas 80, 92
Método dos elementos finitos 80
Microestrutura 124, 126, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146
Mineração 22, 23, 24, 25, 32, 33
Miniônibus 257, 262, 263, 264
Mitigação ambiental 8
Mobilidade 102, 108, 110, 116, 117, 235, 248, 249, 253, 254, 257, 262, 264, 265, 267, 268, 270, 271, 274, 275
Mulheres 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291

O

Óleo de baru 155, 165
Óxidos metálicos 102, 103, 104, 113, 117

P

Paratransit 257
Patauá 148
Patentes 205, 206, 207, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215
Placas cimentícias 66
Planejamento experimental 155, 158, 159, 160, 166, 169, 170, 171, 172
Plano de negócio 235, 236, 242, 243, 245, 247
Processamento 8, 9, 10, 13, 14, 20, 21, 25, 67, 68, 93, 97, 98, 102, 103, 104, 111, 117, 126, 127, 130, 140, 156, 195, 197, 206, 240, 292
Produção de Taninos 8

R

Rastreabilidade 120, 123
Resíduo 14, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 47, 151, 152, 157, 177, 179, 180, 181, 183, 184, 185
Resistência à compressão 22, 27, 29, 31
Ruído 56, 57, 58, 59, 64, 65

S

Salas de aula 3, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 288

Saneamento 41, 42, 54, 55, 278
Segurança alimentar 193, 197, 202, 203, 205, 209, 215
Semicondutores 95, 102, 104, 150
Sensores 94, 95, 98, 103
Shopping Center 34, 35, 36, 41
Sistema de medição 120, 121, 122, 123
Smart materials 93, 94, 96, 100
Soldagem MIG 124
Sustentabilidade 1, 2, 9, 11, 42, 66, 153, 216, 237, 265, 267, 271

T

Tecnologias 10, 16, 18, 64, 66, 205, 211, 214, 215, 216, 248, 255, 264, 278, 279
Temperatura 13, 18, 25, 52, 67, 69, 70, 71, 74, 75, 77, 80, 94, 95, 97, 102, 111, 112, 114, 115, 117, 128, 140, 141, 158, 159, 166, 168, 173, 174, 177, 178, 180, 220, 228, 232, 240
Tensões térmicas 80, 128
Termomecânicos 80, 92
Transistores 102, 104, 105, 108, 111, 116, 117
Transporte coletivo sob demanda 257, 258, 259, 262, 264, 266
Tratamento de efluente 166

V

Vegetação 188, 189, 190, 221
Veículos off-road 235, 236, 237, 238
Velocidade 69, 130, 166, 173, 240, 269, 270, 273, 274
Viabilidade econômica 234, 236, 245, 246

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 