

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)

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

ESTUDO DO CONFORTO ACÚSTICO EM AMBIENTE ESCOLAR

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Otávio Akira Sakai

Instituto Federal do Paraná
Campus Umuarama
Umuarama - PR

<http://lattes.cnpq.br/7555056380237240>

Grasielle Cristina dos Santos Lembi Gorla

Instituto Federal do Paraná
Campus Umuarama
Umuarama - PR

<http://lattes.cnpq.br/5240339988304956>

Rodrigo de Oliveira

Instituto Federal do Paraná
Campus Umuarama
Umuarama - PR

<http://lattes.cnpq.br/4279888459506696>

Gustavo Silva Veloso de Menezes

Instituto Federal do Paraná
Campus Umuarama
Umuarama - PR

<http://lattes.cnpq.br/6326323685221476>

Joyce Ronquim Wedekind

Instituto Federal do Paraná
Campus Umuarama
Umuarama - PR

<http://lattes.cnpq.br/8169744236258757>

RESUMO: Fisicamente, não existe diferença entre som e ruído, sendo que ambos são sensações produzidas no sistema auditivo.

No entanto, o ruído geralmente tem conotação negativa, e é denominado um som indesejável. Em níveis suficientemente elevados, os ruídos podem ocasionar diversos malefícios ao ser humano, como: aumento da pressão arterial, perturbação do sono, estresse, queda de desempenho intelectual, interferência com a comunicação oral, zumbido, perda de audição etc. Se em atividades cotidianas o ruído já é um fenômeno indesejável, no ambiente escolar, então a situação se agrava, já que sua atuação interfere diretamente nas atividades de ensino e aprendizagem, representando um opositor invisível às condutas didáticas. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar monitoramento acústico, através do Leq, em salas de aula e laboratórios de informática de uma instituição de ensino, verificando se os níveis de pressão sonora estão em conformidade com os limites aceitáveis, para os respectivos recintos, recomendados pelas normas brasileiras e internacionais. Os resultados demonstraram que os ambientes vazios e com aulas ultrapassam os limites permitidos, demonstrando possivelmente a falta de qualidade acústica.

PALAVRAS-CHAVE: Laboratórios de informática; ruído; salas de aula.

STUDY OF ACOUSTIC COMFORT IN SCHOOL ENVIRONMENT

ABSTRACT: Physically, there is no difference between sound and noise, both of which are sensations produced in the auditory system. However, the noise generally has a negative connotation, and it is denominated an undesirable

sound. At sufficiently high levels, the noise can cause several harm to humans, such as increased blood pressure, sleep disturbance, stress, decreased intellectual performance, interference with oral communication, tinnitus, hearing loss etc. If, in everyday activities, noise is already an undesirable phenomenon, in the school environment, then the situation is aggravated, since it is performance directly interferes with teaching and learning activities, representing an invisible opponent to didactic conduct. In this context, the present work aimed to perform acoustic monitoring, through Leq, in classrooms and computer labs of an educational institution, checking if the sound pressure levels are in accordance with the acceptable limits, for the respective enclosures, recommended by Brazilian's and international's regulations. The results demonstrated that the empty and with classes environments exceed the permitted limits, possibly demonstrating the lack of acoustic quality.

KEYWORDS: Computer labs; noise; classrooms.

1 | INTRODUÇÃO

O som é considerado uma onda mecânica que necessita de um meio para se propagar. A frequência audível está na faixa de 20 e 20k Hz. Abaixo e acima desta faixa, estão o infrassom e o ultrassom, respectivamente, e a pressão sonora limiar é de 2×10^{-5} N/m² ou 0,00002 N/m². Outra medida de nível de pressão sonora (NPS) usualmente utilizada é o decibel (dB), em que 0 (Zero) dB é considerado a referência de medida para os fabricantes de sonômetro, e 140 dB (que corresponde a 200 N/m²), o limiar da dor (SALIBA, 2018).

Poluição sonora é toda emissão de som que direta ou indiretamente é ofensiva ou nociva à saúde coletiva. Grande parte dos sons existentes é complexa, com diferentes ondas superpostas, como a fala, a música e os ruídos. Fisicamente, não existe diferença entre som e ruído e, desta forma, o ser humano recebe diariamente informações sonoras que podem ser potencialmente prejudiciais a sua saúde. No cotidiano, as principais fontes de poluição sonora são: automóveis, bares, carros de som, aglomerados de pessoas, máquinas industriais, canteiros de obras, vendedores ambulantes etc.

Em um ambiente escolar, as atividades rotineiras de aprendizagem também podem ser negativamente impactadas pelo nível de ruído presente nos recintos. Geralmente, em uma situação de ensino em sala de aula, o discente fica submetido a dois tipos diferentes de estímulos: o principal, representado pela fala do docente e que deve ser o foco da sua atenção (já que é responsável pela transmissão do conhecimento); e o secundário, que são os sons adversos, o qual o aluno precisa ser capaz de negligenciar, para que a explicação não seja distorcida e não comprometa o entendimento da abordagem principal. É certo que neste contexto, é preciso atentar-se para a forma como o aluno lida com tal situação, já que cada um pode referir-se

a um mesmo ruído competidor de várias formas. Enquanto alguns não percebem os sons adversos de forma tão significativa, outros podem recorrer a estratégias distintas, como desinteresse do assunto (por não compreender de modo inteligível o que está sendo dito) ou sentar-se mais à frente para acompanhar facilmente a fala do professor (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2005).

A oferta de uma escuta favorável ao aluno em um ambiente escolar depende de alguns fatores relevantes, como: distância entre professor e aluno, familiaridade com as palavras usuais do docente e nível de intensidade da sua fala – com capacidade de sobressair-se em relação ao ruído competidor. Além disso, ela é afetada por diversas características construtivas do próprio compartimento, como: tipo de construção, materiais construtivos, tempo de reverberação, isolamento e condicionamento acústico etc. (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004).

Algumas vezes, se verifica que o ambiente não foi projetado arquitetônica e acusticamente para a finalidade de ensino. Além disso, os alunos ainda estão vulneráveis aos ruídos externos e internos ao recinto. O primeiro tipo são os ruídos de natureza distinta, provocados nas localidades próximas à escola, como tráfego, bares etc.; ou mesmo nas dependências da própria instituição, como ginásio de esportes, refeitório, entre outros. Já os ruídos internos são produzidos dentro da própria sala, como conversa paralela entre alunos, barulho do ar condicionado ou ventilador, arraste de cadeiras e carteiras (que não tenham proteção nos pés) etc. (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004).

Os ruídos adversos atrapalham a concentração e a comunicação oral, podendo trazer inúmeros prejuízos físicos, emocionais e educacionais aos envolvidos. De um lado, o professor precisa elevar seu nível de voz acima do ruído para ser compreendido; e isso, com o passar dos anos, pode provocar diversos problemas de saúde, como disfonias, edemas de cordas vocais, etc. Em outra vertente, o aluno precisa ser centrado em seu objetivo, para não se desviar do foco principal durante o período letivo. Esta necessidade de manter a atenção na abordagem do conteúdo – apesar dos sons competitivos – tende a provocar cansaço no aluno, podendo ocasionar pouca assimilação da explicação do docente e, conseqüentemente, baixo rendimento escolar (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2004).

O problema de ruído em instituições de ensino parece ser um problema mundial. A OMS recomenda que o nível máximo de ruído para áreas educacionais seja de até 55 dB(A) (SINGAL, 2005 *apud* COSTA, 2015). Normas e diretrizes sobre o projeto acústico de escolas tem sido bem abrangente e discutido em vários países, como Estados Unidos (ANSI S12.60, 2010) e Reino Unido (DEPARTMENT FOR EDUCATION, 2015), que estabelecem níveis de ruído para diferentes tamanhos de sala de aula (CONNOLLY, 2019). De acordo com a norma americana ANSI S12.60 (2010), publicada em fevereiro de 2003 pela *American National Standard Institute*,

primeira norma do mundo que normatizou parâmetros acústicos em ambientes escolares, o nível de ruído permitido para uma sala de aula desocupada é de até 35 dB (A). Na Suíça, o nível indicado para ruído em uma sala de aula, também não deve ultrapassar os 35 dB (A) (KNECHT et al., 2002). No Brasil, as diretrizes da ABNT (presentes na NBR 10151 de 2000) estabelecem que as medições sejam comparadas com o nível de critério de avaliação (NCA) específico para cada caso. De forma mais específica, a NBR 10152 (1987) – que determina os níveis sonoros compatíveis com o conforto acústico de diversos tipos de ambientes – estabelece que os níveis sonoros de salas de aula e laboratórios, devem estar entre 40 – 50 dB (A). O valor inferior da faixa estabelece o nível sonoro que propicia conforto acústico ao local; e o superior, a intensidade sonora aceitável para a respectiva finalidade (NBR 10152, 1987).

Para analisar o comportamento do ruído em uma sala de aula e verificar a existência de uma condição acústica razoável – para que o processo de ensino-aprendizagem seja efetivo – é possível identificar alguns fatores acústicos, como o nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}), o tempo de reverberação (Tr) do recinto e o Índice de Transmissão de Fala (STI) (RABELO et al, 2006). O L_{eq} é definido como a medida de um ruído ao longo do tempo (NBR 10151). O Tr é a propagação que persiste do som no ambiente até que se alcance 60 dB, após cessada a fonte de ruído (ISO 3382–2:2008). O valor de tempo ideal para salas de aulas deve estar entre 0.4 a 0.6 s (ANSI S12.60-2010) para os americanos enquanto para os brasileiros não temos uma padronização de parâmetros acústicos até o presente momento. O STI é utilizado como parâmetro para medir a inteligibilidade da fala do locutor, nesse caso o professor. O valor pode variar de zero (0) a um (1), sendo 0 ruim e 1 excelente a inteligibilidade da fala (ISO 3382–2:2008 e IEC 60268-16, 2011).

Diante do exposto, o objetivo do estudo centrou-se em verificar o nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}) em ambiente escolar, considerando para isso, medições sonoras em dez salas de aula e cinco laboratórios de informática de uma instituição de ensino. Tal monitoramento foi desenvolvido em duas etapas e aconteceu em ambientes vazios e também com atividades didáticas regulares. Posteriormente, os resultados obtidos foram comparados com as diretrizes da NBR 10152 (1987) e ANSI S12.60 (2010).

2 I METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A instituição de ensino do presente estudo está localizada na cidade de Umuarama – região noroeste do Estado do Paraná – e possui cerca de 1.200 estudantes, matriculados em diferentes níveis de ensino (ensino técnico integrado

ao ensino médio, graduação e pós-graduação *Stricto Sensu*), os quais estão distribuídos em três turnos letivos. O bloco didático analisado pelo monitoramento acústico está implantado a aproximadamente 300 metros das margens da PR 323-Km 310 (Figura 1).



Figura 1 – Vista aérea da instituição de ensino, com a implantação do bloco didático do monitoramento acústico em relação à PR 323 – km 310.

Fonte: arquivo pessoal de Augusto Carlos Castro dos Santos (2018)

2.2 Ambientes: salas de aula e laboratórios de informática

Cada sala de aula e laboratório de informática possui dimensionamento de 8,80 m x 8,40 m. Nas salas de aula há, em média, 40 conjuntos escolares com cadeiras estofadas e carteiras unitárias, confeccionadas em aglomerado e ferro. Além disso, há um armário de duas portas de MDF, um quadro negro ou branco, um aparelho de ar condicionado (tipo Split, marca Eletrolux 60.000 btus) e cortinas tipo persiana vertical de tecido. Os laboratórios de informática possuem, em média, 40 computadores, um ar condicionado (com as mesmas especificações) e persianas verticais de tecido. As paredes de alvenaria de ambos os recintos possuem revestimento cerâmico até 1 m. Mas, a maior parte dos laboratórios e salas de aula é separada entre si por divisórias de compensado naval, que foram instaladas visando à flexibilidade de uso do espaço. Deste modo, quando há necessidade, duas salas podem ser unidas pela retirada provisória deste painel divisório.

2.3 Monitoramento do Nível de Pressão Sonora Equivalente (Leq)

Cada ambiente monitorado teve seu *layout* reproduzido previamente, auxiliando na indicação do posicionamento dos quatro sonômetros utilizados nas medições (modelo DDU-100, marca *Unit*). A mesma metodologia de trabalho foi utilizada para todas as salas e laboratórios. Em cada ambiente, os quatro sonômetros foram distribuídos conforme as diretrizes estabelecidas pela NBR 10151 (2000) – afastados 1,20 m do piso e 1 m de quaisquer superfícies (como paredes e móveis). Com os sonômetros devidamente regulados (modo dBA, *fast*), cada recinto teve monitoramento simultâneo nos quatro pontos, com duração total de cinco minutos. A sequência das medições acústicas ocorreu em duas fases. A primeira etapa ocorreu em julho (nos laboratórios de informática) e em novembro (nas salas de aula) de 2018, no período da manhã, sem a ocorrência de atividades didáticas. A segunda fase de medições foi em março (nas salas de aula) e abril (nos laboratórios de informática) de 2019, também no período matutino, com a diferença desta abordagem monitorar um período regular de aula, envolvendo aleatoriamente componentes curriculares de cursos técnicos do ensino médio. Em todas as medições, as janelas e portas estavam fechadas e o ar condicionado estava em funcionamento.

Após cada sequência monitorada, os dados coletados em decibéis foram transformados em L_{eq} , através da equação 1:

Os dados coletados em decibéis foram transformados em Leq através da equação 1:

$$Leq = 10 \times \log \left[\frac{1}{T} \times \sum_{i=1}^n t_i \times 10^{\frac{Li}{10}} \right] \quad (1)$$

Onde T: Tempo total em horas; Li: NIS (Nível de Intensidade Sonora) ou NPS (Nível de Pressão Sonora) em dB; Ti: Tempo parcial em horas.

Para análise e estudo de correlações entre os ambientes vazios e com aulas regulares, foi utilizado o Teste de Correlação de Pearson, com nível de significância de 5%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para as salas de aula e laboratórios de informática (com e sem atividade letiva), bem como as diferenças de valores entre tais eventos, estão demonstrados na Tabela 1.

Ambiente	Leq CAA' (dB (A))	Leq SAA'' (dB (A))	Diferença entre os Leq CAA e SAA (dB (A))
Sala 1	62,21	50,82	11,39
Sala 2	66,95	49,89	17,06
Sala 3	49,85	47,26	2,59
Sala 4	59,52	48,30	11,22
Sala 5	65,39	43,85	21,54
Sala 6	64,29	42,46	21,83
Sala 7	52,00	49,41	2,59
Sala 8	61,88	55,00	6,88
Sala 9	64,69	46,37	18,32
Sala 10	68,55	51,70	16,85
Laboratório 1	69,14	38,95	30,19
Laboratório 2	66,27	44,76	21,51
Laboratório 3	57,17	42,86	14,31
Laboratório 4	59,00	44,93	14,07
Laboratório 5	64,25	42,77	21,48

Tabela 1. Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{eq}) medidos para as Salas de aula e Laboratórios de informática.

*CAA – Com Atividades de Aula; **SAA – Sem Atividades de Aula.

Entre os recintos analisados, sem o desenvolvimento de aula regular, o monitoramento constatou que 70% das salas de aula tiveram nível de pressão sonora próximo do permitido pela NBR 10152 (1987), que é de 50 dB (A). Apenas três salas de aula (sala 1, 8 e 10) apresentaram NPS superior à recomendação da norma brasileira. Porém, em relação ao parâmetro norte-americano estabelecido pela ANSI S12.60 (2010) – que é de 35 dB – todos os ambientes apresentaram valores superiores, mesmo sem a ocorrência de atividades letivas. De todos os recintos (sem atividade letiva), o mínimo foi de quase 39 dB no laboratório 1 (representando 8,6 % acima da diretriz americana); e o máximo, de 55 dB na sala 8 (um valor 57% superior à diretriz americana). Tais resultados podem estar associados à falta de isolamento acústico dos recintos, principalmente pela divisão dos ambientes ser realizada, na maioria das vezes, por divisórias navais e não por paredes (que possuem maior massa física, possibilitando uma melhor absorção sonora). Mesmo onde há paredes, o revestimento cerâmico, funciona como uma superfície refletora do som, fazendo com que o som emitido seja reverberado de volta. Deste modo, é provável que o barulho do ar condicionado, bem como os ruídos externos, possam ter elevado os índices sonoros internos, mesmo com os ambientes vazios.

Já no monitoramento realizado durante a ocorrência de atividades letivas, constatou-se que o nível de pressão sonora dos ambientes foi superior ao permitido pela norma brasileira (50 dB(A)), porém dentro do limite da norma norte-americana que é de 70 dB(A). Apenas a sala de aula 3 teve NPS que se aproximou do limite da NBR 10152 (1987), atingindo 49,85 dB (A). Além das características construtivas dos respectivos ambientes (relatadas anteriormente), tais dados também revelam a ausência de condicionamento acústico destes recintos, que deveria incluir materiais acusticamente apropriados, como os porosos e fibrosos. Em tais categorias incluem-se materiais como: espuma, lã de vidro ou de rocha, chapas de lã mineral, chapas a base de vermiculita, tecidos grossos etc. (GERGES, 1992).

Para uma maior compreensão sobre os níveis de pressão sonora coletados nos períodos de atividade letiva, foi calculada a diferença entre os valores obtidos com tais atividades e os valores com os ambientes vazios. Os valores entre as diferenças demonstram que o NPS médio, devido à ocorrência de aulas, é de 15,46 dB, com desvio padrão de 7,67 dB. A diferença mínima encontrada foi de 2,59 dB (na sala 3), enquanto que a máxima foi 30,19 dB (no laboratório 1). Isso mostra uma grande dispersão dos dados em torno da média. No entanto, um ambiente destinado para fins acadêmicos deveria apresentar uma pressão máxima ideal – sem a ocorrência de atividades – próxima de 20 dB, de modo que o valor não ultrapassasse o máximo quando o ambiente estiver sendo usado para aulas. Por fim, aplicando o Teste de correlação de Pearson nos dados de Leq CAA e SAA, foi obtido valores de $r = -0,172$ e $p = 0,541$, o valor negativo implicou na não rejeição da hipótese nula de que a correlação entre os ambientes com atividades e sem atividades seja nulo. Ou seja, não foram encontradas evidências, ao nível de confiança de 95%, que há alguma correlação entre os ambientes com e sem atividades de aula.

4 | CONCLUSÃO

As medições acústicas desenvolvidas nesse trabalho permitiram constatar que o nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}) dos ambientes investigados, durante o desenvolvimento de atividades de aula, ficou acima do permitido pela NBR 10152 (1987) e pela ANSI S12.60 (2010), com exceção de apenas uma sala de aula (com 49,85 dB (A)) que, ainda assim, quase atingiu o limite brasileiro. Em relação às salas de aula, a média dos dados superou os 61 decibéis, representando cerca de 22% acima do limite imposto pela norma brasileira e quase 75% acima do permitido pela diretriz norte-americana. Mesmo no monitoramento com ambientes vazios, algumas salas de aula apresentaram índices maiores que o permitido, chegando a atingir 55 decibéis. Em análise aos laboratórios de informática, os valores de NPS em período de atividade letiva ultrapassaram, em média, 63 decibéis, representando

aproximadamente 26% acima do estabelecido pela NBR 10152 (1987) e 80% superior ao recomendado pela ANSI S12.60 (2010).

Como a edificação de ensino analisada está implantada longe da cidade e relativamente distante da rodovia de acesso à instituição e do ginásio de esporte, isso permite pensar que as divisórias navais utilizadas para separar os respectivos ambientes não possuem boa propriedade de absorção sonora, contribuindo para os dados coletados. Se por um lado, elas permitem dinamizar o uso das salas, por outro, prejudicam o seu conforto acústico, permitindo a transmissão dos ruídos advindos dos ambientes vizinhos.

Deste modo, apesar de cada sala e laboratório já possuir cadeiras estofadas e persianas, uma das alternativas para amenizar os ruídos, seria a substituição das divisórias existentes por um tipo de painel confeccionado com material mais apropriado acusticamente, que possuísse propriedades de alta absorção (como os fibrosos ou porosos). Ou mesmo, a instalação de revestimento absorvente nestas divisórias. Além disso, seria importante a adoção de medidas que diminuíssem a reverberação dentro dos recintos. Neste sentido, poderiam ser inclusos novos elementos absorventes, como tapetes e cortinas em tecido grosso e a retirada dos revestimentos cerâmicos presentes até meia altura nas paredes de alvenaria de todas as salas. O sistema de climatização também poderia ser substituído por dispositivos mais silenciosos.

Com a adoção de medidas de adequação acústica é possível amenizar a incidência de ruídos em ambientes escolares, contribuindo para a melhor inteligibilidade da comunicação oral dentro de sala de aula e, conseqüentemente, aumento do rendimento escolar.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Avaliação do Ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro, 2000, 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987, 4 p.

Acoustical Society of America. **ANSI S12.60-2010** - American National Standard: Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools. Part 1: Permanent Schools; Melville, NY: Acoustical Society of America; 2010.

CONNOLLY, D, et al. The effects of classroom noise on the reading comprehension of adolescents. **The Journal of the Acoustical Society of America** 145, 372, 2019.

COSTA, J.J.L. Monitoramento Ambiental dos Níveis de Pressão Sonora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Goiânia. 2015. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Processos Sustentáveis), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 122 p.

Department for Education (2015). **Building Bulletin 93**—Acoustic Design of Schools: Performance Standards (Department for Education/Education Funding Agency, London).

DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. M. A interferência do ruído na aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, v. 21 n. 64, p. 38-47, 2004. Disponível em: <<https://pubs.asha.org/>>. Acesso em: 13 junho 2020.

DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. M. O Ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula: revisão de literatura. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, Barueri (SP), v. 17 n. 2, p. 251-258, maio-ago. 2005. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/pfono/v17n2/v17n2a13.pdf>>. Acesso em: 23 junho 2020.

GERGES, S. N. Y. **Ruído, fundamentos e controle**. Santa Catarina: Biblioteca Universitária Feder, 1992.

International Electrotechnical Commission. **IEC 60268-16** – International Standard: Sound system equipment – Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index. Switzerland: IEC; 2011.

International Organization for Standardization. Acoustics: Measurement of room acoustic parameters. Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. Switzerland: **ISSO**; 2008.

KNECHT, H. A; Nelson P. B; Whittelaw G. M.; Feth L. L. Background noise level and reverberation times in unoccupied classrooms; predictions and measurements. **American Journal of Audiology**, v. 11: p 65-71, 2002.

RABELO ATV, Santos JN, Oliveira RC, Magalhães MC, Effect of classroom acoustics on the speech intelligibility of students, **HOLOS Environment**, v.6, n2, p.140, 2006.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de avaliação e controle do ruído: PPRA** / Tuffi Messias Saliba. — 10. ed. — São Paulo:LTTr, 2018.

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 