

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2



Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

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 Cremo

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 METALOGRAFICA 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

CAPÍTULO 9

PRODUÇÃO DE NANOFIBRAS POLIMÉRICAS ELETROFIADAS PARA MATERIAIS INTELIGENTES

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 16/07/2020

Giovana Miti Aibara Paschoal

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - POSMAT
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/7374762934193050>

Bruno Henrique de Santana Gois

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - POSMAT
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/1464596689867047>

André Antunes da Silva

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - POSMAT
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/5840841289729283>

Pedro Leonardo Silva

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/1448920974480581>

Wilson Silva do Nascimento

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - POSMAT
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/8618041023185045>

Jessyka Carolina Bittencourt

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - POSMAT
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/6843667116447397>

Beatriz Marques Carvalho

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/3337263309436266>

Roger Clive Hiorns

UPPA – Université de Pau et des Pays de l'Adour
IPREM - Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux
Pau – França
<https://orcid.org/0000-0002-9887-5280>

Clarissa de Almeida Olivati

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - POSMAT
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/9822212808651415>

Deuber Lincon da Silva Agostini

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - POSMAT
Presidente Prudente – SP
<http://lattes.cnpq.br/8933884950667644>

RESUMO: Os materiais inteligentes - *smart materials* - já fazem parte da nossa realidade exigindo cada vez mais o desenvolvimento de técnicas e materiais para as mais diversas aplicações em diversos setores da nossa sociedade. O processamento de polímeros na forma de nanofibras é uma excelente opção para ampliar a gama de aplicações destes materiais, para isto a técnica de eletrofiação permite a produção de nanofibras com diâmetros em torno

de 100- 500 nm. A principal vantagem destas nanofibras é a alta área superficial, quando comparada com o seu volume, permitindo assim uma excelente aplicação em dispositivos sensores de gás, fotovoltaicos e piezoelétricos.

PALAVRAS-CHAVE: Smart materials, eletrofição, sensores, células solares.

PRODUCTION OF ELECTROSPUN POLYMERIC NANOFIBERS FOR SMART MATERIALS

ABSTRACT: Smart materials are already part of our reality, demanding more and more the development of techniques and materials for the most diverse applications in different sectors of our society. The processing of polymers in the form of nanofibers is an excellent option to expand the range of applications of these materials, for this the electrospinning technique allows the production of nanofibers with diameters around 100-500 nm. The main advantage of these nanofibers is the high surface area, when compared to their volume, thus allowing an excellent application in gas sensors, photovoltaic and piezoelectric devices.

KEYWORDS: Smart materials, electrospinning, sensors, solar cells.

1 | INTRODUÇÃO

A definição exata de materiais inteligentes – *smart materials* – é por vezes controversa e de difícil convenção entre as diversas áreas da ciência, que de maneira ampla foram definidos como materiais que respondem a algum estímulo físico ou químico externo de maneira controlada para realizar uma determinada tarefa (BORGUE, 2012). Porém, ao pensar de maneira lógica, todos os materiais aplicados à engenharia têm este comportamento, portanto uma definição mais coerente para materiais inteligentes seria materiais que reagem de maneira útil, confiável e reproduzível, quando recebem um estímulo específico que se quer monitorar.

Segundo Abdel-Wahab, Murmu e Olabi (2018), os *smart materials* podem agir de acordo com os mais diferentes tipos de estímulos externos, tais como mudanças de temperatura, pressão, aplicação de um campo elétrico ou magnético e alterações de umidade ou pH. Com o advento da nanotecnologia, proposto por Feynman (1960), o desenvolvimento de produtos de alta tecnologia e ampla gama de aplicabilidade se fazem presente e beneficiam a vida humana nos mais diversos setores da sociedade, seja para a área da saúde, segurança, entretenimento, entre outros.

No início do século 20, graças ao grande avanço nas teorias físicas, em especial aos estudos da mecânica quântica por Bohr, de Broglie, Heisenberg, Schrödinger e outros, foi possível o desenvolvimento da microeletrônica (SWART, 2000). Sua evolução foi tamanha que os sistemas microeletromecânicos proporcionaram a produção de pequenos equipamentos capazes de realizar

diferentes ações, dentre as quais Celeste e Schneebeli (2005) apresentam os micro-acelerômetros (encontrados em sensores de automóveis, para ativação de airbag) e os micro-sensores (capazes de fazer monitoramento e controle de sistemas de monitoramento).

Outra aplicação são os sensores, que Adhikari e Majumdar (2004) explicam ser dispositivos com a função de fornecer informações sobre o ambiente físico, químico e biológico em que ele está presente. Sensores químicos transformam a presença de analitos na camada sensível em sinais elétricos detectáveis. Sensores de gases baseados em polímeros condutores alteram seu nível de dopagem através de reações redox, causando alterações na resistência do material nessa transição de nível de dopagem (BAI e SHI, 2007).

Na engenharia civil, pesquisas estão sendo desenvolvidas para produzir um concreto inteligente - *Smart Concrete*, no qual Roberts e Mo (2016) afirmam possuir pequenas fibras de carbono incluídas em sua estrutura. Estas fibras têm a capacidade de prever e monitorar a formação de rachaduras no concreto por meio de sondas que enviam informações e são acompanhadas por aplicativos. Devido a tais características, este material também se mostrou promissor para a utilização na detecção de terremotos, monitoramento do trânsito e ocupação de edifícios (CHUNG, 2002).

Ainda neste contexto, tem-se os materiais cromoativos, que possuem a propriedade de mudar de cor de acordo com um estímulo externo, estudados por Lantada (2011) e Cuerva (2016). Um exemplo de aplicação destes materiais são as tintas termocromáticas fluorescentes de polímeros semicondutores para registro seguro de documentos (YANG; HO; CHAN, 2019).

Segundo Lampert (2003), vidros inteligentes têm a capacidade de controlar a passagem de luz de acordo com a temperatura no interior de um determinado local, reduzindo o consumo de energia em equipamentos de iluminação artificial e condicionadores de ar, podendo também gerar energia elétrica através da conversão de energia solar incidente e aplicação de materiais com esta capacidade.

Já os materiais piezoelétricos podem ser utilizados de maneira inteligente em diversos campos de aplicação. De acordo com Zhang e Hoshino (2014) e Nia, Zawawi e Singh (2017), a piezoelectricidade é a uma propriedade que alguns materiais possuem em converter estímulos mecânicos na sua estrutura em cargas elétricas e o mesmo pode ocorrer inversamente, de modo que um campo elétrico aplicado a estes materiais geram deformações físicas no mesmo. Com isto, estes materiais podem ser usados para a geração de energia ou como detectores de campos elétricos atuando de forma inteligente (LI et al, 2020).

Na busca pela produção de equipamentos de energia limpa, com flexibilidade e de baixo custo, desenvolvem-se dispositivos fotovoltaicos orgânicos (OPV),

que convertem luz solar em energia elétrica e são compostos por polímeros com boas propriedades elétricas, como é o caso apresentado por Wu et al (2009) de dispositivos fabricados com uma mistura de P3HT/PMMA e óxido de titânio.

O grafeno promete causar uma revolução nos *smart materials*, pois é extremamente fino, leve, flexível, transparente, impermeável, super-resistente e um ótimo condutor de eletricidade e calor, como afirma Sales (2013). Possui diversas aplicações nas áreas de telecomunicações, eletrônica e energética, nas indústrias de células solares e biossensores, na produção de dispositivos de detecção de gás e em revestimentos de equipamentos (MARASCHIN, 2016).

Fluidos magnetorreológicos são caracterizados por suas alterações reológicas rápidas e reversíveis devido a aplicações de campos magnéticos. Carlson (2008) afirma que estes fluidos apresentam vantagens quando comparados com fluidos convencionais devido sua capacidade de aumentar substancialmente a sua viscosidade em um baixo intervalo de tempo por uma simples passagem de corrente elétrica, tornando-os ideais para aplicações em sistemas de controle de vibrações.

2 | SMART MATERIALS DE NANOFIBRAS POLIMÉRICAS ELETROFIADAS

Os polímeros inteligentes representam uma classe importante dos materiais utilizados como *smart materials* por possuírem extensas cadeias moleculares, encontrarem-se em diferentes estados da matéria e, principalmente, por serem facilmente sintetizados de maneira controlada e em grandes quantidades. Deste modo as redes poliméricas podem agir, alusivamente, como uma rede de cérebros, como apresentado na Figura 1, agindo de maneira específica para responder a um estímulo externo de maneira útil e eficaz.

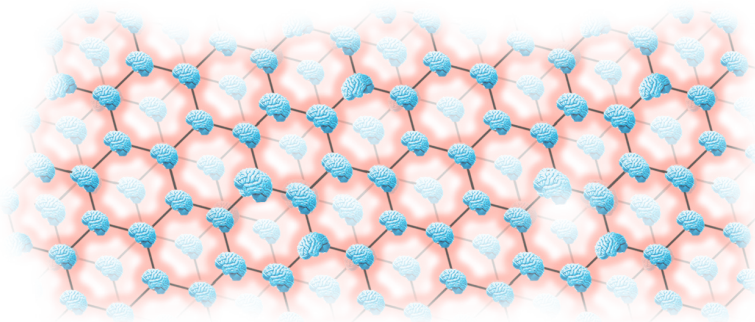


Figura 1 – Imagem ilustrativa dos polímeros inteligentes

Os nanomateriais trouxeram a promessa de uma revolução no processamento de materiais e fez ressurgir algumas técnicas, dentre estas temos a eletrofiação que foi observada pela primeira vez por Rayleigh em 1897, estudada por Zleny em 1914, mas patenteada somente em 1934 pela Formhals, que publicou diversos artigos desvelando sobre seus métodos em produção de nanofibras (BHARDWAJ, 2010).

Esta técnica permite a produção de nanofibras com diâmetro em média de 20 a 500 nm, a partir de uma solução polimérica. Além disso, recebe destaque dentre outras técnicas por sua fácil utilização, sendo necessário apenas uma bomba de infusão (para controle da quantidade de material a ser utilizado), um coletor aterrado e uma fonte de alta tensão, segundo Catalani, Collins e Jaffe (2007). Outra característica importante apresentada é a área superficial elevada, quando comparada ao seu volume.

Diante disso, a formação das nanofibras ocorre quando a fonte de tensão é ativada e o coletor está devidamente aterrado, gerando uma grande diferença de potencial entre a ponta da agulha e o coletor, produzindo o cone de Taylor. Dessa forma, o material é carregado eletricamente e em seguida é ejetado para o coletor, provocando assim o estiramento do material e a formação do emaranhado de fibras. A Figura 2 mostra um esquema da técnica de eletrofiação.

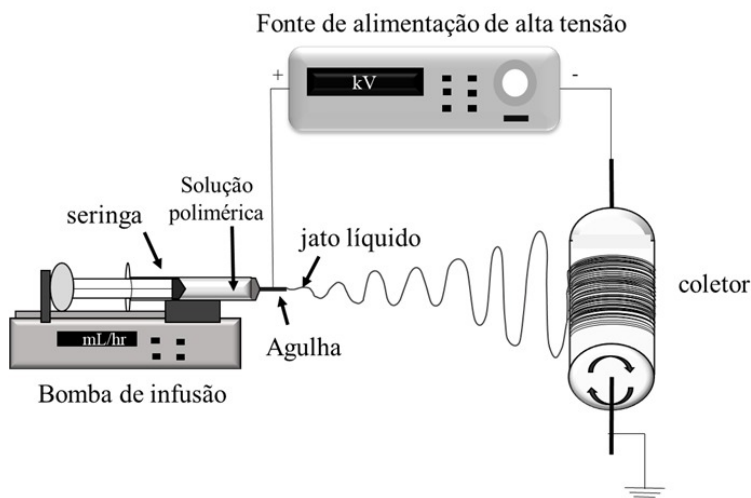


Figura 2 - Esquema dos equipamentos e materiais utilizados em eletrofiação

Para sua produção diversos parâmetros devem ser observados, dentre eles o do próprio material, tais como viscosidade, condutividade elétrica e tensão superficial. Além deles, o solvente utilizado para o material e os parâmetros ambientais têm grande influência na produção de fibras, tais como temperatura e

umidade (COSTA, 2012).

De acordo com Kim *et al* (2015), a principal vantagem de se obter fibras eletrofiadas em escala nanométrica é que a unidirecionalidade da estrutura promove uma produção e um transporte de carga mais eficiente. Isso acontece porque em uma fibra de menor diâmetro há maior organização da cadeia polimérica, que facilita a condução elétrica, diminui perdas energéticas e, portanto, aumenta o desempenho do material. Tais autores apresentam a aplicação de nanofibras produzidas por eletrofição em células fotovoltaicas orgânicas com camada ativa de P3HT:PCBM (poli(3-hexiltiofeno): 1-(3-metoxicarbonil) propil-1-phenil [6, 6]C₆₁).

Em meio a diferentes aplicações energéticas, grande interesse é despertado pela obtenção de dispositivos capazes de produzir energia autossuficiente. A exemplo disto, tem-se os nanogeradores piezoelétricos, que possuem a capacidade de converter força mecânica aplicada sobre suas superfícies em cargas elétricas livres, o que gera aplicação diversificada.

O trabalho publicado por Huang *et al* (2015) envolve esta tecnologia, voltando-se para o objetivo da geração de energia elétrica a partir da liberação de cargas de uma camada fibrosa eletrofiada, constituída do polímero poli(fluoreto de vinilideno) (PVDF), inserida dentro de uma palmilha de calçados; logo, conforme a pessoa caminhar, as pressões aplicadas ativam o efeito piezoelétrico, podendo assim carregar baterias entre outros componentes eletrônicos.

As nanofibras eletrofiadas também podem ser aplicadas em sensores químicos. De acordo com Spichiger-Keller (2008) e Kwon *et al* (2010), devido à alta área superficial e à possibilidade de produção de nanofibras com estruturas porosas, tais propriedades fazem com que a difusão entre o gás e a camada sensível presente nas nanofibras seja facilitada, possibilitando a produção de sensores químicos confiáveis com rápido tempo de resposta e altamente sensíveis.

Os trabalhos desenvolvidos em nosso grupo de pesquisa, no Laboratório de Eletrofição e Tecnologia, mostram que os polímeros poli(álcool vinílico) - PVA, poli(metacrilato de metila) - PMMA e poli(fluoreto de vinilideno) - PVDF, mostram-se promissores para aplicação em sensores de gás, dispositivos fotovoltaicos e nanogeradores piezoelétricos, devido às estruturas nanométricas obtidas através do processamento destes pela técnica de eletrofição.

A Figura 3 apresenta as nanofibras obtidas dos polímeros desenvolvidos, apresentando estruturas com diâmetros abaixo de 500 nm e principalmente com uma grande gama de diâmetros, sendo então um fator positivo pois esta variação nos diâmetros em uma mesma região permite um aumento na sensibilidade e melhoria no desempenho dos dispositivos.

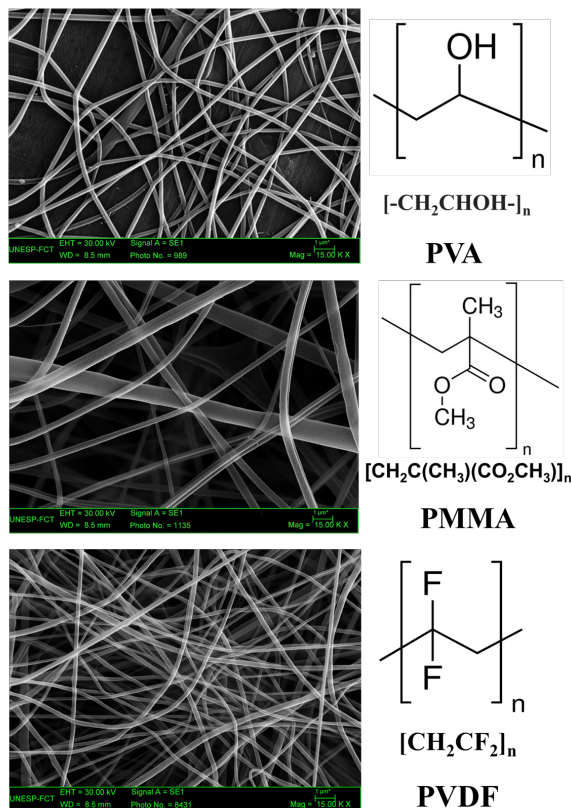


Figura 3 - Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de nanofibras eletrofiadas a partir de solução polimérica de PVA, PMMA e PVDF

A produção destas nanofibras sofre forte influência da umidade, sendo que para o PVA é necessário uma baixa umidade (menor que 40%) e para os polímeros, PMMA e PVDF, uma alta umidade (maior que 60%) favorece a produção das nanofibras. Para a produção destas nanofibras foram utilizados potenciais elétricos entre 15 e 20 kV e distância agulha coletor entre 10 e 15 cm.

As nanofibras obtidas possuem uma ampla aplicabilidade que vão desde a medicina até mesmo para a blindagem eletromagnética, tudo vai depender do aditivo utilizado, juntamente com os polímeros eletrofiados conforme mostrado na Figura 3, tendo estes a função de estrutura - *scaffolds*. Em diversos casos ocorre um sinergismo quando combinado estes polímeros com os aditivos.

3 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento de nanofibras poliméricas permite a ampliação da gama de aplicações de polímeros que normalmente são processados por técnicas

usuais, como *casting*, sopro ou moldagem. A técnica de eletrofiação permite o uso dos polímeros como materiais inteligentes, ou seja, não têm apenas a função de preenchimento, agindo de maneira precisa para determinada aplicação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro das agências de fomento FAPESP (n° do processo 2016/06288-4 e 2019/06609-3), CAPES-PRINT, INEO-CNPq. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABDEL-WAHAB, Adel A.; MURMU, Tony; OLABI, Abdul G. Applications of magnetorheological (MR) fluids in the biomedical field. In: **Reference Module in Materials Science and Materials Engineering**. Elsevier Limited, 2018. p. 1-25.

ADHIKARI, Basudam; MAJUMDAR, Sarmishtha. Polymers in sensor applications. **Progress in polymer science**, v. 29, n. 7, p. 699-766, 2004.

BAI, Hua; SHI, Gaoquan. Gas sensors based on conducting polymers. **Sensors**, v. 7, n. 3, p. 267-307, 2007.

BHARDWAJ, Nandana; KUNDU, Subhas C. Electrospinning: a fascinating fiber fabrication technique. **Biotechnology advances**, v. 28, n. 3, p. 325-347, 2010.

BOGUE, Robert. Smart materials: a review of recent developments. **Assembly Automation**, 2012.

CARLSON, J. David. Magnetorheological fluids. In: **Smart Materials**. CRC Press, 2008. p. 300-307.

CATALANI, Luiz H.; COLLINS, George; JAFFE, Michael. Evidence for molecular orientation and residual charge in the electrospinning of poly (butylene terephthalate) nanofibers. **Macromolecules**, v. 40, n. 5, p. 1693-1697, 2007.

CELESTE, Wanderley Cardoso; SCHNEEBELI, Hans Jörg Andreas. Uma ferramenta gráfica para simulação e animação em 3D de sistemas microeletromecânicos de estado sólido. **VII SBAI-Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente/II IEEE LARS, São Luis**, 2005.

CHUNG, Deborah DL. Composites get smart. **Materials today**, v. 5, n. 1, p. 30-35, 2002.

COSTA, Rodrigo GF et al. Eletrofiação de Polímeros em Solução: parte I: Fundamentação Teórica. **Polímeros**, v. 22, n. 2, p. 170-177, 2012.

CUERVA, Cristián et al. Platinum (II) metallomesogens: new external-stimuli-responsive photoluminescence materials. **Chem Eur J**, v. 22, p. 10168-10178, 2016.

FEYNMAN, Richard P. There's plenty of room at the bottom. **California Institute of Technology, Engineering and Science magazine**, 1960.

HUANG, Tao et al. Human walking-driven wearable all-fiber triboelectric nanogenerator containing electrospun polyvinylidene fluoride piezoelectric nanofibers. **Nano Energy**, v. 14, p. 226-235, 2015.

KIM, Min et al. Flexible lateral organic solar cells with core-shell structured organic nanofibers. **Nano Energy**, v. 18, p. 97-108, 2015.

KWON, Oh Seok et al. Novel flexible chemical gas sensor based on poly (3, 4-ethylenedioxythiophene) nanotube membrane. **Talanta**, v. 82, n. 4, p. 1338-1343, 2010.

LAMPERT, Carl M. Large-area smart glass and integrated photovoltaics. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 76, n. 4, p. 489-499, 2003.

LANTADA, Andrés Díaz. Optoactive and Photoactive Materials for Biodevices. **Handbook of Active Materials for Medical Devices: Advances and Applications**, p. 341, 2011.

LI, Yang et al. Multilayer assembly of electrospun/electrosprayed PVDF-based nanofibers and beads with enhanced piezoelectricity and high sensitivity. **Chemical Engineering Journal**, v. 388, p. 124205, 2020.

MARASCHIN, Thuany Garcia. **Preparação de óxido de grafeno e óxido de grafeno reduzido e dispersão em matriz polimérica biodegradável**. 2016. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

NIA, Elham Maghsoudi; ZAWAWI, Noor Amila Wan Abdullah; SINGH, Balbir Singh Mahinder. A review of walking energy harvesting using piezoelectric materials. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2017. p. 012026.

ROBERTS, Rachel Howser; MO, Yi-Lung. Development of carbon nanofiber aggregate for concrete strain monitoring. In: **Innovative Developments of Advanced Multifunctional Nanocomposites in Civil and Structural Engineering**. Woodhead Publishing, 2016. p. 9-45.

SALES, Felipe. **Grafeno e suas aplicações**. Disponível em: http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/outubro2013/materias/inovacoes_tecnologicas.html/ Acesso em: 07 de julho de 2020.

SPICHIGER-KELLER, Ursula E. **Chemical sensors and biosensors for medical and biological applications**. John Wiley & Sons, 2008.

SWART, Jacobus W. Evolução de microeletrônica a micro-sistemas. **CCS e FEEC-Unicamp**, 2000.

WU, Ming-Chung et al. Nanostructured polymer blends (P3HT/PMMA): Inorganic titania hybrid photovoltaic devices. **Solar energy materials and solar cells**, v. 93, n. 6-7, p. 961-965, 2009.

YANG, Jyun-Chi; HO, Yu-Chieh; CHAN, Yang-Hsiang. Ultrabright Fluorescent Polymer Dots with Thermochromic Characteristics for Full-Color Security Marking. **ACS applied materials & interfaces**, v. 11, n. 32, p. 29341-29349, 2019.

ZHANG, J. X. J.; HOSHINO, K. Implantable Sensors. **Molecular Sensors and Nanodevices; William Andrew: Waltham, MA**, p. 415-465, 2014.

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 