

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 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 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

PRODUÇÃO DE MANGANÊS PEROXIDASE A PARTIR DO *CERIPORIOPSIS SUBVERMISPORA*

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 15/07/2020

Gabriela Mundim Maciel

Universidade Federal de São João Del Rei
Ouro Branco – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5718231120738673>

Sandra de Cássia Dias

Universidade Federal de São João Del Rei
Ouro Branco - Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8339793010218033>

RESUMO Os fungos do gênero *Ceriporiopsis Dom.* pertencem à divisão Basidiomycota e família Polyporaceae. *Ceriporiopsis subvermispora* é classificado como fungo da podridão branca e promove a deslignificação em algumas espécies de madeira. *C. subvermispora* secreta manganês peroxidase e lacase, enzimas ligninolíticas, que clivam lignina. Lignina é um polímero complexo com estrutura fenólica. Enzimas ligninolíticas secretadas pelos fungos da podridão branca degradam lignina e poluentes orgânicos como, corantes têxteis, pesticidas organoclorados. Desta forma, enzimas ligninolíticas tem aplicações promissoras em diversos setores, químicos, alimentícios, agrícolas e têxtil, entre outros. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de fontes de carbono (acetato de sódio, óleo de soja, glicerol, farelo de trigo e glicose), fontes de nitrogênio (peptona, nitrato de amônio e ureia) e indutores (sulfato de manganês, Tween 80® e ácido acético) na síntese de manganês peroxidase

pelo *Ceriporiopsis subvermispora* utilizando o Plackett-Burman. Os cultivos foram mantidos a 30°C, 100 rpm durante 20 dias. Amostras foram retiradas no 5º, 12º e 20º dia, centrifugadas e o sobrenadante obtido, utilizado para quantificar a manganês peroxidase. Os resultados obtidos foram analisados utilizando o software Statistica 7.0. Dentre as variáveis estudadas, apenas o Mn²⁺ influenciou negativamente a síntese da MnP pelo *Ceriporiopsis subvermispora*, no 20º dia. Entretanto, variáveis, como pH, temperatura, velocidade de agitação do cultivo, concentração do inóculo deverão ser investigadas para resultados mais completos.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento experimental; enzimas ligninolíticas; tratamento de efluente; fungos de podridão branca.

PRODUCTION OF MANGANESE PEROXIDASE BY *CERIPORIOPSIS SUBVERMISPORA*

ABSTRACT: *Ceriporiopsis Dom.* is a genus of fungi, that belongs in the Basidiomycota phyla and Polyporaceae family. The white rot fungi *Ceriporiopsis subvermispora* causes a selective wood biodelignification. This fungus secretes manganese peroxidase and laccase that cleaves lignin. Lignin is a polymer with nonrepeating and irregular phenolic structure. Ligninolytic enzymes of the white rot fungi can degrade lignin and organic pollutants like textile dyes and organochlorines pesticides. In this way, ligninolytic enzymes have potential applications in a large number of fields, including chemical, food, agricultural, paper, textile, sectors and more. The

aim of this study was to investigate the influence of carbon source (sodium acetate, soy oil, glycerol, wheat bran and glucose), nitrogen source (peptone, ammonium nitrate and urea) and inductors (manganese sulphate, Tween 80® and acetic acid) in the manganese peroxidase biosynthesis by *Ceriporiopsis subvermispora*. Experimental design Plackett-Burman was used. The cultures were incubated at 30°C, 100 rpm for 20 days. Samples were taken at days 5°, 12° e 20°. Next, samples were centrifuged, and the supernatant was used to determine manganese peroxidase activity. The results obtained was analyzed by Statistica 7.0 software. The unique variable that have influence of manganese peroxidase biosynthesis was manganese sulphate. The Mn(II) has a negative correlation with manganese peroxidase biosynthesis by *Ceriporiopsis subvermispora*, only at 20° day. Variables like pH, temperature, agitation and inoculum concentration should be investigated for a more complete work.

KEYWORDS: Experimental design; ligninolytic enzymes; White rot fungi; waste treatment.

1 | INTRODUÇÃO

Os fungos de podridão branca pertencem a divisão Eumycota (fungos verdadeiros), filo Basidiomycota, classe Hymenomycetes, subclasse Holobasidiomicetidae. Esta subclasse abriga quase todos os fungos degradadores de madeira e alguns fungos decompositores (BURDSALL JR, 1998).

Os fungos de podridão branca constituem um grupo heterogêneo que causam a podridão em madeiras e troncos de árvores. Os micélios penetram na cavidade das células e liberam enzimas ligninolíticas que decompõem o xiloma, dando origem a uma massa branca com aspecto de espuma. O sistema enzimático dos fungos de podridão branca é constituído por enzimas extracelulares ligninolíticas, como as oxidorreductases (lacase, manganês peroxidase, lignina peroxidase). Estas enzimas atuam especificamente sobre a estrutura complexa e variável da lignina, e de forma inespecífica sobre xenobióticos aromáticos, como pesticidas, hidrocarbonetos poliaromáticos, bifenilas policloradas, dioxinas, trinitrotolueno e alguns corantes têxteis (CHEN et al., 2010; ZHENG; WIANG, 2015; PERIASAMY; NANI; AMBIKAPATHI., 2019). *Pleurotus ostreatus*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor*, *Ganoderma lucidum* e *Ceriporiopsis subvermispora* são algumas espécies deste grupo.

C. subvermispora é um fungo filamentoso, pertence à família Polyporaceae sendo encontrado em regiões temperadas, como sul do Canadá, norte da América do Norte e Europa Central (DOMINGOS et al., 2017). Lacase (Lac), manganês peroxidase (MnP), lignina peroxidase (LiP) e a peroxidase versátil (Pv) são as principais enzimas ligninolíticas produzidas pelo *C. subvermispora* (BILAL et al., 2017). Destas, manganês peroxidase e lacase são extensivamente estudadas (JANUSZ et al., 2013).

Manganês peroxidases (E.C. 1.11.1.13) ou peroxidase dependente de Mn, foi isolada pela primeira vez a partir do fungo *Phanerochaete chrysosporium* (KUWAHARA et al., 1984) e posteriormente identificada em outros fungos da degradação branca. A MnP é produzida pelos fungos das famílias de basidiomicetos (Agaricales, Corticiales, Polyporales, Hymenochaetales). MnP são heme-proteínas glicosiladas expressas como múltiplas isoenzimas, dependente de H₂O₂, massa molar variando de 38 a 62,5 kDa, em média 45 a 47 kDa, pI de 3 a 5 (JANUSZ et al., 2013; SINGH et al., 2015). A manganês peroxidase (MnP) oxida Mn²⁺ a Mn³⁺, o Mn³⁺ é altamente reativo, sendo responsável pelas oxidações das estruturas fenólicas da lignina (WONG., 2009). A ampla distribuição da MnP nos fungos causadores da podridão branca, sugere fortemente que esta enzima desempenha um papel importante na biodegradação da lignina. Em culturas líquidas de composição definida, o *C. subvermispota* pode secretar até onze isoenzimas de MnP, com pI na faixa de 3,2 a 4,6, provavelmente estas isoenzimas tem diferentes necessidades para Mn(II) e especificidade para substratos (URZÚA et al., 1995).

A síntese de MnP é regulada por fatores nutricionais, como tipo e concentração da fonte de nitrogênio e carbono, proporção entre as fontes de carbono e nitrogênio, presença de indutores, Mn(II), Cu(II), fatores ambientais, como temperatura, pH e tipo de agitação (WONG., 2009). A síntese de MnP dos fungos *Nematoloma frowardii* b19 e *Clitocybula dusenii* b11, é estimulada quando acetato de sódio e glicose são utilizados como fonte de carbono e Mn(II) acrescido ao meio como indutor (NUSKE et al., 2002). Urek e Pazarlioglu (2005) observaram que a suplementação do meio de cultivo com Tween 80® e Mn(II) favoreceu a síntese de MnP pelo *Phanerochaete chrysosporium* em estado sólido (UREK e PAZARLIOGLU., 2005).

Manganês peroxidase é uma enzima com aplicações biotecnológicas promissoras em diferentes indústrias (Figura 1). Esta enzima pode ser empregada na indústria de alimentos para a produção de aromas e clarificação de sucos. Na indústria de papel, seu emprego na biopolpação reduz o impacto ambiental, pois diminui o uso de substâncias químicas e o gasto energético do processo. O tratamento de biomassa vegetal, como resíduos agroindustriais, com a MnP e outras enzimas ligninolíticas pode ser empregado para a produção do etanol de 2ª geração. Outra importante aplicação da MnP é a biorremediação, sua atividade não específica sobre compostos aromáticos é de grande importância no tratamento de efluentes da indústria têxtil, degradação de desreguladores endócrinos de efluentes domésticos e industriais e organoclorados (FALADE et al., 2018; GOWDHARY et al., 2019). Outra aplicação da MnP é seu emprego em biosensores e células de bioenergia (MACIEL; SILVA; RIBEIRO, 2010).

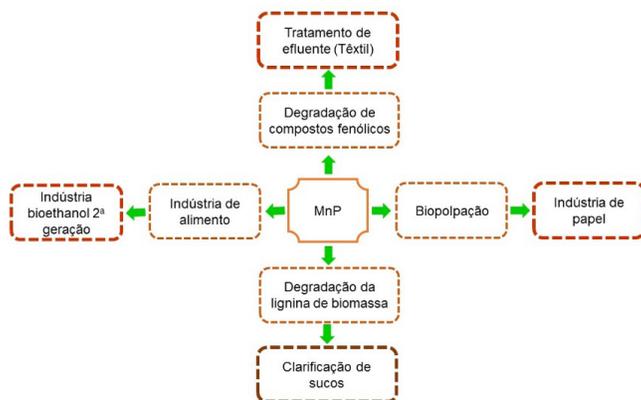


Figura 1 – Aplicações biotecnológicas da Manganês peroxidase.

As diversas aplicações da MnP, tem estimulado pesquisas com o objetivo de otimizar sua síntese em cultivo sólido ou submerso utilizando fungos de podridão branca, contribuindo, assim, para a utilização da MnP em processos industriais e, conseqüentemente, a diminuição dos impactos ambientais.

O objetivo deste trabalho foi investigar, por meio do planejamento experimental *Plackett-Burman*, a influência de diferentes fontes de carbono, nitrogênio e indutores na síntese de manganês peroxidase utilizando o fungo *Ceriporiopsis subvermispora* L1487-SS3.

2 | METODOLOGIA

2.1 Manutenção do micro-organismo

O fungo *Ceriporiopsis subvermispora*, cepa L1487 – SS3, foi repicado em placas de petri, contendo o meio de manutenção (g L^{-1}): extrato de malte (20), extrato de levedura (2) e ágar (20). As placas foram incubadas a 30°C , durante 7 dias e armazenadas a 4°C durante 15 dias (MENDES, 2008).

2.2 Inóculo

O inóculo foi preparado utilizando a metodologia descrita em Mendes (2008), com algumas adaptações. Discos de 1,6 cm de diâmetro foram removidos da placa de Petri, contendo o *C. subvermispora*, e transferidos para dois Erlenmeyer de 250 mL contendo 50 mL do meio basal (g.L^{-1}): extrato de malte (20), extrato de levedura (2) e dextrose (1) pH 4,5. Os Erlenmeyers foram mantidos a 30°C , 150 rpm durante 13 dias. Decorrido o tempo de incubação, as células foram recuperadas e transferidas para tubos cônicos de 50 mL contendo 30% v v⁻¹ preenchido por esferas de vidro, e o restante, de suspensão celular. Os tubos foram agitados no vórtex três vezes de 15

segundos, cada. A seguir, a suspensão celular foi recuperada e a concentração de células e esporos presentes na suspensão foi determinada utilizando a equação 1.

$$\text{Concentração de células e esporos (mgm L}^{-1}\text{)} = \frac{\{\text{massa filtro+células (mg)}\}-\text{massa filtro (mg)}}{\text{volume de suspensão utilizado (mL)}} \quad (1)$$

2.3 Síntese de manganês peroxidase utilizando o planejamento experimental PLACKETT-BURMAN

O planejamento estatístico PB é utilizado para avaliar a influência relativa de um grande número de variáveis, selecionando os fatores mais significativos para o processo (LEVIN et al., 2005).

O planejamento estatístico Plackett-Burman (PB) foi utilizado para avaliar a influência relativa de 11 variáveis; 5 fontes de carbono (acetato de sódio, óleo de soja, glicerol, farelo de trigo, glicose), três fontes de nitrogênio (peptona, nitrato de amônio e ureia) e 3 indutores (sulfato de manganês, Tween 80® e ácido acético), Tabela 1.

O cultivo utilizou 20 mL de meio contendo (g L⁻¹): KH₂PO₄ (1), MgSO₄.7H₂O (1), NaCl (0,05), CaCl₂ (0,25), e 0,5 mL de succinato de sódio 50 mmol L⁻¹ pH 4,5. A massa de inóculo utilizada foi 3,15 mg de células e esporos para cada 20 mL de meio de cultivo. De acordo com o planejamento experimental, cada Erlenmeyer foi acrescido de diferentes quantidades das fontes de carbono, nitrogênio e indutores conforme apresentado na Tabela 2. Os 16 cultivos e o ponto central foram mantidos a 30°C, 100 rpm durante 20 dias. Amostras foram retiradas no 5º, 12º e 20º dia, centrifugadas a 5000 x g, durante 5 minutos e 10°C. O sobrenadante foi denominado extrato enzimático bruto e utilizado para quantificar a atividade enzimática da MnP.

Código	Variáveis independentes	Níveis		
		-1	0	1
		g L ⁻¹	g L ⁻¹	g L ⁻¹
X ₁	Sulfato de Manganês	0,2	1,1	2
X ₂	Acetato de sódio	0,3	1,65	3
X ₃	Óleo de soja	0,2	1,1	2
X ₄	Tween 80®	0,1	0,3	0,5
X ₅	Glicerol	1	5,5	10
X ₆	Farelo de trigo	0	2,5	5
X ₇	Glicose	1	5,5	10
X ₈	Peptona	0,5	2,75	5
X ₉	Nitrato de amônio	0,2	1,1	2
X ₁₀	Uréia	1	6,0	11
X ₁₁	Ácido acético	0,5	2,75	5

Tabela 1 – Matrix experimental para a avaliação dos fatores do cultivo do *Ceriporiopsis subvermispota* sobre a síntese da MnP. Variáveis codificadas e decodificadas e seus níveis codificados e respectivos valores utilizados no planejamento Plackett – Burman.

Ensaios	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1
2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
3	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1
4	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1
5	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
6	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
7	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1
8	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1
9	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1
10	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
11	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
12	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1
13	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
14	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1
15	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 2 – Matriz do planejamento experimental Plackett-Burman para síntese de MnP em cultivo submerso do *C. subvermispora*. A matriz foi gerada pelo software STATISTICA (StatSoft 7.0).

PC= ponto central

2.4 Determinação da atividade da manganês peroxidase

Em tubos de ensaio, foram adicionados 100 µL de MnSO₄ 1 mmol L⁻¹, 100 µL succinato de sódio 20 mmol L⁻¹, 100 µL de Lactato de sódio 250 mmol L⁻¹, 100 µL de albumina 1% m v⁻¹, 500 µL do extrato enzimático bruto, 100 µL de vermelho fenol 0,1% m v⁻¹, 50 µL de H₂O₂ 2 mmolL⁻¹. Após 10 minutos, foram adicionados 50 µL de NaOH 2,5 mmol L⁻¹. A absorbância foi obtida a 610 nm (VARET; KALSI; HATAKKA., 1995). A atividade enzimática da MnP foi calculada utilizando equação 2 (SILVA et al., 2014).

$$MnP (U.L^{-1}) = \frac{\Delta Absorbância_{610nm} \times 10^6}{\epsilon \times volume (mL) \times Tempo (min)} \quad (2)$$

ε= coeficiente de extinção do fenol oxidado a 610 nm= 4460 L m⁻¹ cm⁻¹

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

A atividade da MnP dos ensaios da matriz do planejamento fatorial Plackett-Burman (Tabela 2), foi determinada no 5º, 12º e 20º dia de cultivo (Figura 2). No 5º dia, os ensaios 6 (13,41 U.L⁻¹) e 7 (9,10 U.L⁻¹) apresentaram as maiores atividades

enzimáticas. Já no 12º dia, os ensaios com maior atividade enzimática foram os ensaios 1(18,72 UL⁻¹) e 6 (18,45 UL⁻¹). Finalmente, no 20º dia, os ensaios 1 (17,60 U.L⁻¹) e 3 (17,64 U.L⁻¹) apresentaram as maiores atividades enzimáticas. Os ensaios 2, 4, 5, 10, 12 e 14 apresentaram a menor atividade de MnP em todos os tempos analisados. Por outro lado, os ensaios 1,3, 6 e 7 apresentaram as maiores atividades enzimáticas nos tempos analisados (5º, 12º e 20º dia), Figura 2.

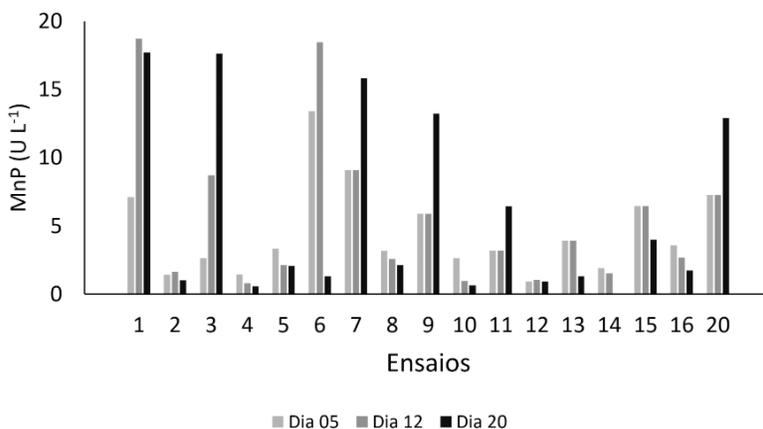


Figura 2 - Atividade enzimática de MnP durante o cultivo do fungo *C. subvermispora* utilizando o planejamento fatorial Plackett-Burman.

Os dados obtidos a partir do planejamento Plackett-Burman (Figura 2), foram tratados utilizando o programa Statistica 7®. Apenas a variável codificada X₁, sulfato de manganês, foi significativa estatisticamente. O sulfato de manganês teve correlação negativa com a síntese da MnP, ou seja, o aumento da concentração de sulfato de manganês no meio de cultivo diminuiu a síntese da MnP (Figura 3). O MnSO₄, na concentração de 1 mmol L⁻¹, induziu a síntese de MnP 750 U L⁻¹ no cultivo do *Fomes scherothii* (PAPINUTTI e FORCHIOSSIN, 2003). De acordo com o planejamento experimental, Tabela 1, observamos que a menor concentração de sulfato de manganês utilizada neste trabalho, 0,2 g L⁻¹, corresponde a 1,32 mmol L⁻¹, já a maior concentração, 2 g L⁻¹, corresponde a 13,2 mmol L⁻¹, ou seja: uma concentração 10x maior que utilizada para o fungo *F. scherothii* (PAPINUTTI e FORCHIOSSIN, 2003). Isto pode explicar o comportamento repressor do sulfato de manganês na síntese de MnP pelo *C. subvermispora*, no presente trabalho. A presença de Mn(II) no meio de cultivo contendo o *C. subvermispora* é fundamental para a secreção desta enzima para o meio extracelular (MANCILA; CANESSA; MANUBENS., 2010). Entretanto, acima de determinadas concentrações, o íon pode inibir a secreção da MnP ou inativá-la.

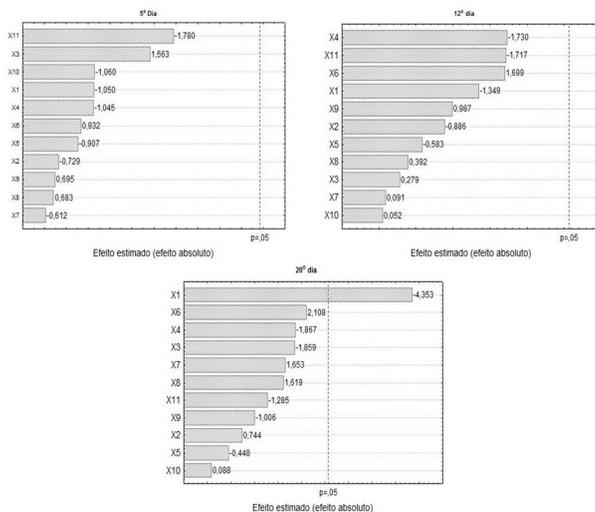


Figura 3 – Diagrama de Pareto para avaliar o efeito das variáveis investigadas sobre a síntese de manganês peroxidase pelo *C. subvermispora*.

Embora as outras variáveis estudadas não influenciaram a síntese de MnP pelo *C. subvermispora*, a literatura reporta a influência de algumas das variáveis sobre a síntese de MnP. Urek e Pazarlioglu (2007) investigaram a influência do Tween 80®, sulfato de amônia e glicerol na síntese de MnP pelo fungo *Phanerochaete chrysosporium*. Tween80® 0,05 % v-v-1, Mn(II) 174 $\mu\text{mol L}^{-1}$, glicerol 6,65 g L⁻¹ e nitrato de amônio 20 mmol L⁻¹ favoreceram a síntese de MnP. Urek e Pazarlioglu (2007) além de utilizarem outra espécie de fungos, investigaram a influência das variáveis isoladamente, o que pode explicar a disparidade dos resultados da literatura e os reportados neste trabalho.

Temperatura, pH, velocidade de agitação do cultivo e concentração do inóculo podem interferir na síntese de enzimas ligninolíticas, como Lac e MnP. O pH 5,0 estimulou a síntese das enzimas lacase, MnP e LiP por *Ganoderma lucidum* (HARIHARAN E NAMBISAN, 2013). De acordo com a literatura, a fonte de carbono pode estimular ou inibir a síntese de enzimas ligninolíticas, a depender do tipo e da sua concentração. Glicose, manitol, celobiose, maltose, lactose, gluconato de sódio, avicel, carboxi-metil-celulose foram utilizadas separadamente a 10g L⁻¹ no cultivo do *Trametes versicolor*. Dentre as fontes acima, a melhor síntese de MnP, 44 U L⁻¹ no 8º dia, foi detectada quando a glicose foi acrescentada ao meio de cultivo (NIKIASHVILI et al., 2005).

4 | CONCLUSÃO

O íon Mn(II) nas concentrações utilizadas inibiu a síntese de MnP pelo *Ceriporiopsis subvermispora* no 20º dia de cultivo. Estudos adicionais utilizando, como pH, temperatura, concentração de inóculo e faixa de concentração diferentes das empregadas contribuirá para resultados mais robustos.

REFERÊNCIAS

- BILAL, M.; ASGHER, M.; PARRA-SALDIVAR, R.; HU, H.; WANG, W.; ZHANG, X.; IQBAL, H. M. N. **Immobilized ligninolytic enzymes: An innovative and environmental responsive technology to tackle dye-based industrial pollutants – A review**. *Science of The Total Environment*, v. 576, p. 646-659, 2017.
- BURDSALL JR, H. H. Taxonomy of Industrially Important White-Rot Fungi. In: YOUNG, R. A.; AKHTAR, M. **Environmentally Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry**. New Jersey: Wiley, 1998. p. 259-272. Disponível em: <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1998/burds98a.pdf>. Acesso em: 10 Jul. 2020.
- CHEN, W.; ZHENG, L.; JIA, R.; WANG, N. **Cloning and expression of a new manganese peroxidase from *Ipex lacteus* F17 and its application in decolorization of reactive black 5**; *Process Biochemistry*, v.50, n. 11, p. 1748-1759, 2015.
- DOMINGOS, M.; SOUZA-CRUZ, P. B.; FERRAZ, A.; PRATA, A. M. R. **A new bioreactor design for culturing basidiomycetes: Mycelial biomass production in submerged cultures of *Ceriporiopsis subvermispora***. *Chemical Engineering Science*, v. 170, p.670-676, 2017.
- FALADE, A. O.; MABINYA, L. V.; OKOH, A. I.; NWODO, U. U. **Ligninolytic enzymes: Versatile biocatalysts for the elimination of endocrine-disrupting chemicals in wastewater**. *Microbiology open*, v.7, n. 6, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/mbo3.722>. Acesso em: 10/07/2020.
- GHOWDHARY, P.; SHUKLA, G.; RAJ, G.; FERREIRA, L. F. R.; BHARAGAVA, R. N. **Microbial manganese peroxidase: a ligninolytic enzyme and its ample opportunities in research**. *Springer Nature Applied Sciences*, v. 1, 2019, Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s42452-018-0046-3.pdf>. Acesso em: 10 julho 2020.
- HARIHARAN, S., NAMBISAN, P. **Optimization of lignin peroxidase, manganese peroxidase, and Laccase production from *Ganoderma lucidum* under solid state fermentation of pineapple leaf**. *Bioresources*. v. 8, n. 1, p. 250-271, 2013.
- JANUSZ, G.; KUCHARZYK, K. H.; PAWLIK, A.; STASZCZAK, M.; PASZCZYNSKI, A. J. **Fungal laccase, manganese peroxidase and lignina peroxidase: Gene expression and regulation**. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 52, p. 1-12, 2013.
- KUWAHARA, M; GLENN, J. K; MORGAN, M. A; GOLD, M. H. **Separação e caracterização de duas oxidases dependentes de H₂O₂ extracelulares de culturas ligninolíticas de *Phaerochaete chrysosporium***. *Carta FEBS*. v. 169, p. 247-250, 1984.

- LEVIN, L.; FORCHIASSIN, F.; VIALE, A. **Ligninolytic enzyme production and dye decolorization by *Trametes trogii*: application of the Plackett–Burman experimental design to evaluate nutritional requirements.** *Process Biochemistry*, v. 40, p.1381-1387, 2005.
- MACIEL, M. J.M.; SILVA, A.C.; RIBEIRO, H. C. T. **Industrial and biotechnological applications of ligninolytic enzymes of the basidiomycota: A review.** *Electronical Journal Biotechnology*, v. 13, p. 14-15, 2010.
- MANCILA, R. A.; CANESSA, P.; MANUBENS, A.; RAFAEL, V. **Effect of manganese on the secretion of manganese-peroxidase by the basidiomycete *Ceriporiopsis subvermispora*.** *Fungal, Genetic Biology*, v. 47, p. 6560 - 661, 2010.
- MENDES, A. A. **Importância dos mediadores de baixa massa molar na biodegradação de madeira por *Ceriporiopsis subvermispora*.** 121f. Tese (Doutorado em) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, USP, Lorena, 2008.
- MIKIASHVILI, N.; ELISASHVILI, V.; WASSER, S.; NEVO, E. **Carbon and nitrogen sources influence the ligninolytic enzyme activity of *Trametes versicolor*.** *Biotechnology Letters*, v. 27, p. 955-959, 2005.
- NUSKE, J.; SCHEIBNER, K.; DORNBERGER, U.; ULLRICH, R.; HOFRICHTER, M. **Large scale production of manganese-peroxidase using agaric white-rot fungi.** *Enzyme and microbial technology*, v. 30, p. 556-561, 2002.
- PAPINUTTI, V. L.; FORCHIASSIN, F. **Optimization of manganese peroxidase and laccase production in the South America fungus *Fomes scheroedermeus* (Lév.) Cke.** *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, v.30, p. 536-541, 2003.
- PERIASAMY, D.; MANI, S.; AMBIKAPATHI, R. White rot fungi and their enzymes for the treatment of industrial effluents. YADAV, A. N.; SINGH, S.; MISHRA, S.; GUPTA, A. **Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi, Fungal Biology.** New York: Springer Nature, p. 73-100, 2019.
- SILVA, M. L. C.; BRITO DE SOUZA, V.; SANTOS, V.S.; KAMIDA, H. M.; VASCONCELLOS-NETO, J.R.T.; GÓES-NETO, A.; KOBLITZ, M.G.B. **Production of manganese peroxidase by *Trametes villosa* on unexpensive substrate and its application in the removal of lignin from agricultural wastes.** *Advances in Bioscience and Biotechnology*, v.5, p. 1067-1077, 2014.
- SINGH, R. L.; SINGH, P. K.; SINGH, R.P. **Enzymatic decolorization and degradation of azo dyes – A review.** *International Biodeterioration & Biodegradation*, v.104, p.21-31, 2015.
- UREK, R. O.; PAZARLIOGLU, N. K. **Enhanced production of manganese peroxidase by *Phanerochaete chrysosporium*.** *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 50, n. 6, p. ,913-920, 2007.
- UREK, R. O.; PAZARLIOGLU, N. K. **Production and stimulation of manganese peroxidase by immobilized *Phanerochaete chrysosporium*.** *Process Biochemistry*, v. 40. P. 83-87, 2005.
- URZÚA, U.; LARRONDO, L. F.; LOBOS, S.; LARRAÍN, J.; VICUNA, R. **Oxidation reactions catalyzed by manganese peroxidase isoenzymes from *Ceriporiopsis subvermispora*.** *FEBS Letters*, v. 371, p. 132-136, 1995.

VARES T., KALSI M., HATAKKA A. **Lignin Peroxidases, Manganese Peroxidases, and Other Ligninolytic Enzymes Produced by *Phlebia radiata* during Solid-State Fermentation of Wheat Straw**. Applied And Environmental Microbiology, p. 3515–3520, 1995.

WONG, D. W.S. **Structure and action mechanism of ligninolytic enzymes**. Applied Biochemistry and Biotechnology, v. 157, p. 174-209, 2009.

WONG, D. W.S. **Structure and action mechanism of ligninolytic enzymes**. Applied Biochemistry and Biotechnology, v. 157, p. 174-209, 2009.

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 