

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 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

CAPÍTULO 15

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

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/07/2020

Tayrine Mainko Hoblos Pozzobon

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Toledo–PR
<http://lattes.cnpq.br/4320546998485119>

Aline Danielly Awadallak

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Toledo–PR
<http://lattes.cnpq.br/7368624797518335>

Pedro Oswaldo Morell

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Toledo – PR
<http://lattes.cnpq.br/3569031380100164>

Gustavo de Castilho Baldus

Unipar
Cascavel–PR
<http://lattes.cnpq.br/8655640563759337>

Leonardo Pedranjo Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Toledo–PR
<http://lattes.cnpq.br/0582783030796202>

Ruana Barbosa Benitez

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Toledo–PR
<http://lattes.cnpq.br/9743481702227543>

Edson Antônio da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Toledo–PR
<http://lattes.cnpq.br/9304493875700070>

Marcia Regina Fagundes-Klen

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Toledo–PR
<http://lattes.cnpq.br/4348885757947045>

Francisco de Assis Marques

Universidade Federal do Paraná
Curitiba–PR
<http://lattes.cnpq.br/3196125782968915>

Maria Luiza Fernandes Rodrigues

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Toledo – PR
<http://lattes.cnpq.br/5773105347762056>

RESUMO: O interesse na produção de lipases está relacionado ao seu potencial tecnológico como biocatalisador em reações de hidrólise e síntese como esterificação, transesterificação (interesterificação, alcóólises e acidólises), bem como aminólise (síntese de amidas) e lactonização, em meios aquo-restritos, quando a quantidade de água do sistema é suficientemente baixa para deslocar o equilíbrio no sentido da síntese. A Fermentação no Estado Sólido (FES) surge como uma alternativa para redução de custos de produção do biocatalizador, pois é possível utilizar resíduos agroindustriais como substratos. O objetivo deste trabalho foi estudar a produção de lipase fúngica de *Penicillium sumatrense* por FES, utilizando como substrato a semente de Baru (*Dipteryx alata*). O microrganismo utilizado, *Penicillium sumatrense*, foi isolado das folhas de mamona (*Ricinus communis* L.) e identificado por sequenciamento de DNA ribossomal. A atividade enzimática foi

determinada pelo método titulométrico utilizando-se o óleo de oliva como substrato. Para otimizar a produção de lipases foi realizado um planejamento experimental 2^2 , visando avaliar os efeitos das variáveis envolvidas no processo (granulometria do substrato e umidade). A variável resposta escolhida foi a atividade enzimática em U (Unidades totais). As análises estatísticas foram realizadas pelo software Statística 7.0. Os resultados do planejamento experimental indicaram que a atividade enzimática foi máxima (237,0 U ou 23,7 U gss⁻¹) quando utilizamos uma umidade do substrato de 60 % (m/m, base úmida), granulometria do substrato de 15 Mesh, 28°C, após 72 h de fermentação. Os resultados obtidos demonstram uma alta atividade enzimática e a possibilidade de aplicação desta enzima como catalisador nas reações de síntese de ésteres do biodiesel.

PALAVRAS-CHAVE: FES, lipases, óleo de baru.

PRODUCTION OF FUNGAL LIPASES OF *Penicillium sumatrense* BY FERMENTATION IN SOLID STATE USING BARU SEEDS (*Dipteryx Alata*)

ABSTRACT: The interest in the production of lipases is related to its technological potential as a biocatalyst in hydrolysis and synthesis reactions such as esterification, transesterification (interesterification, alcoholysis and acidolysis), as well as aminolysis (synthesis of amides) and lactonization, in aquo-restricted medium, when the amount of water in the system is low enough to shift the balance towards the synthesis. Solid State Fermentation (SSF) emerge as an alternative to reduce production costs of the biocatalyst, since it is possible to use agro-industrial waste as substrates. The objective of this work was to study the production of fungal lipase from *Penicillium sumatrense* by SSF using Baru seed (*Dipteryx alata*) as substrate. The microorganism used, *Penicillium sumatrense*, was isolated from castor leaves (*Ricinus communis* L.) and identified by ribosomal DNA sequencing. The enzymatic activity was determined by the titrimetric method using olive oil as a substrate. In order to optimize the production of lipases, an experimental design 2^2 was carried out, aiming to evaluate the effects of the variables involved in the process (substrate size and moisture). The response variable chosen was the enzymatic activity U (Total units). The statistical analyzes were performed using Statística 7.0 software. The results of the experimental design indicated that the enzymatic activity was maximum (237.0 U or 23.7 U gss⁻¹) when used a substrate moisture of 60% (m/m, wet basis), substrate granulometry of 15 Mesh, 28 °C, after 72 h fermentation. The results obtained demonstrate a high enzymatic activity and the possibility of applying this enzyme as a catalyst in the synthesis reactions of biodiesel esters.

KEYWORDS: SSF, lipases, baru oil, biodiesel.

1 | INTRODUÇÃO

O óleo da semente de baru, um óleo vegetal como matéria-prima na produção de lipases, foi utilizado neste trabalho de pesquisa, principalmente por não ser uma variedade competitiva com outras culturas agrícolas e também porque existem

poucos trabalhos na literatura utilizando este óleo. Esta semente se prolifera na região do Planalto Central, principalmente no norte de Minas Gerais, Goiás e centro do Mato Grosso, indo até a costa atlântica do Maranhão. É constituída de uma fonte significativa de lipídeos e proteínas, sendo a sua composição de ácidos graxos semelhante as do óleo de amendoim, destacando-se os ácidos oleico e linoleico. O elevado grau de insaturação do óleo desta semente favorece seu uso para fins comestíveis e como matéria-prima industrial (TAKEMOTO *et al.*, 2001). O teor de lipídios da semente de baru é de 38% sendo mais elevado que o da soja (17%) e mais baixo que a castanha do Pará (67%) (ALMEIDA, 1988).

Há dois tipos básicos de fermentação para produção enzimas: a Fermentação Submersa (FS) e a Fermentação em Estado Sólido (FES). A FES é um processo onde se utilizam microrganismos que crescem em um substrato sólido na ausência ou baixo teor de água livre. A umidade deve ser suficiente para garantir o metabolismo e crescimento celular, sem exceder a capacidade máxima de retenção de água. Na FS, os substratos são dissolvidos em meio líquido (HANSEN *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Neste trabalho, utilizou-se a FES para a produção de lipases, pois nesta técnica há possibilidade de emprego de meios de cultivo mais baratos, como aqueles constituídos de resíduos de produtos agrícolas não refinados (por exemplo, palhas, bagaços e tortas vegetais), que muitas vezes são até descartados pelas indústrias agrícolas e, que podem ser usados como substratos para geração de produtos de maiores valores agregados.

As lipases (glicerol éster hidrolises EC.3.1.1.3), pertencem a um grupo especial de esterases e representam uma importante classe de enzimas cujo papel biológico relaciona-se com a digestão e o metabolismo de gorduras. Estas enzimas são encontradas e amplamente distribuídas na natureza em tecidos animais e em microrganismos (LAGE *et al.*, 2016). Os fungos filamentosos principalmente aqueles pertencentes aos Gêneros *Aspergillus fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizomucor* e *Thermomyces* são reconhecidos como melhores produtores de lipases (CARDENAS *et al.*, 2001).

O interesse industrial por lipases vem aumentando gradativamente, especialmente nas áreas de engenharia de proteínas e enzimologia em meios não convencionais que aumentaram consideravelmente o potencial de aplicação das enzimas como catalisadores em processos industriais (ROVEDA *et al.*, 2010). Elas catalisam reações de hidrólise, esterificação e transesterificação em solventes orgânicos, sistemas bifásicos e em soluções micelares (DOS SANTOS *et al.*, 2016; LAGE *et al.*, 2016; COLLA *et al.*, 2012). Das muitas aplicações de lipases incluem as sínteses orgânicas, hidrólise de óleos e gorduras, melhoramento de sabor no processamento de alimentos, na indústria de detergentes, no tratamento de efluentes e resíduos gordurosos, nas indústrias de ração animal e de suplementos

na alimentação de não ruminantes, melhorando a utilização dos nutrientes das matérias primas que são mais difíceis de serem digeridas (RAMNATH, SITHOLE & GOVINDEN, 2017; BÓDALO *et al.*, 2009; JEGANATHAN *et al.*, 2007).

As lipases geralmente não requerem cofatores, atuam em uma ampla faixa de pH, são relativamente estáveis a altas temperaturas solventes orgânicos, líquidos iônicos, entre outros (ZORN *et al.*, 2016). O interesse pelas lipases para possíveis aplicações industriais é importante, pois a substituição de catalisadores químicos por estes biocatalisadores oferece vantagens no processo, como menor consumo de energia, maior rendimento e menor geração de subprodutos. Esta classe de enzimas pode converter de forma eficiente triglicerídeos em ésteres de ácidos graxos, o que atrai o interesse no campo de produção do biodiesel. Assim, muitos pesquisadores consideram que o uso de lipases como sendo uma alternativa “verde” em relação aos catalisadores químicos tradicionais, pois as enzimas não são tóxicas e sendo biodegradáveis, não poluem o meio ambiente.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O microrganismo utilizado neste trabalho foi uma cepa fúngica endofítica isolada das folhas de mamona (*Ricinus communis L.*), identificada como *Penicillium sumatrense*. O fungo endofítico *Penicillium sumatrense* já está identificado por sequenciamento de DNA ribossomal, de acordo com metodologia descrita por STRINGARI (2009). Para a produção da enzima, foi utilizado como substrato, a semente de baru (*Dipteryx alata*), adquirida da empresa Biominas – MG e o resíduo agroindustrial casca de arroz (*Oryza sativa*), adquirido da empresa Moinho Iguazu – IGU.

2.1 Condições de cultivo no meio sólido

Para avaliar a produção da enzima, utilizou-se como substrato a semente de baru (*Dipteryx alata*) e a casca de arroz (*Oryza sativa*). Enquanto a semente de baru serviu como fonte de nutrientes e energia para o crescimento fúngico, a casca de arroz foi um suporte para o microrganismo.

Os ensaios de FES foram realizados conforme metodologia descrita por Rodrigues *et al.* (2015), com adaptações. Para a preparação do inóculo foram utilizados frascos de Erlenmeyers de 250 mL contendo o meio BDA – cloridrato de tetraciclina (250 mg L⁻¹ de meio BDA) e cloranfenicol (1% m/v). O fungo foi incubado em estufa a 28°C por quatorze dias. Após o crescimento foi feita a solução de esporos.

Para a FES foram utilizados Erlenmeyers de 250 mL, contendo, 5 gramas do resíduo agroindustrial casca de arroz (*Oryza sativa*) e 5 g de semente de baru

(*Dipteryx Alata*) com diferentes granulometrias (2,80 à 1,18 mm) e teores de umidade (50, 55 e 60%), utilizando-se tampão fosfato pH 7,0 (50 mM). Os experimentos foram realizados em duplicata.

Após o preparo, os substratos foram inoculados assepticamente com o inóculo. Nos estudos cinéticos, os sólidos foram incubados em estufa a 28°C durante 24 a 168 horas. Este estudo cinético foi realizado para se determinar o pico máximo de produção de lipases. A produção de lipase foi acompanhada pela dosagem da atividade lipolítica (método titulométrico) no material fermentado. A atividade lipolítica é expressa como unidades de atividade enzimática por grama de sólido fermentado ($U\ gss^{-1}$).

2.2 Secagem do sólido fermentado

Nos estudos cinéticos e nos experimentos utilizando o Planejamento Experimental 2², os sólidos fermentados foram congelados a 0 °C, por 24 horas, para interromper o crescimento fúngico. Após esse período, foram secos em estufa em circulação de ar por 48 horas à 30 °C, acondicionados em embalagens plásticas e armazenados em geladeira.

2.3 Otimização da fes através do delineamento fatorial

2.3.1 Otimização da Produção de Lipases de *Penicillium Sumatrense* Utilizando Planejamento Experimental 2²

Após os estudos cinéticos, realizou-se um planejamento experimental 2² com ponto central, empregando-se as variáveis que influenciam na produção da enzima: granulometria do substrato e umidade. O objetivo do Planejamento foi otimizar a produção de lipases. Todos os meios foram esterilizados em autoclave, e após atingir temperatura ambiente foram acrescidos de 10⁸ esporos g⁻¹ do inóculo. Os experimentos foram realizados conforme descrito em 3.1. Os níveis das variáveis analisadas podem ser observados na Tabela 1. A variável resposta escolhida foi a atividade enzimática em U (Unidades Totais) de cada meio fermentado. As análises estatísticas foram realizadas pelo software Statistica 7.0.

Experimento	Granulometria (Mesh)	Umidade (%)
1	(-1) 15,0	(-1) 50,0
2	(+1) 20,0	(-1) 50,0
3	(-1) 15,0	(+1) 60,0
4	(+1) 20,0	(+1) 60,0
5*	(0) 17,5	(0) 55,0
6*	(0) 17,5	(0) 55,0
7*	(0) 17,5	(0) 55,0

Tabela 1 – Planejamento experimental do delineamento fatorial 2^2 com ponto central aplicado no estudo da fermentação da semente de baru, utilizando-se o sólido fermentado produzindo a lipase de *Penicillium sumatrense*.

Legenda: Os experimentos foram realizados em duplicata. * Ponto central.

Os experimentos foram realizados com diferentes combinações das variáveis independentes a fim de encontrar o melhor efeito desses fatores para a produção da lipase.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cinética de produção da enzima

Nos estudos prévios avaliou-se a cinética de produção de lipases de *Penicillium sumatrense*. Os resultados da cinética de produção de lipases estão apresentados na Figura 3.

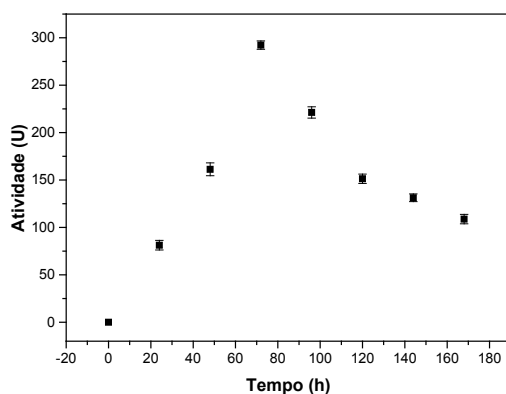


Figura 3- Cinética de produção de lipase fúngica de *Penicillium sumatrense* por fermentação no estado sólido. Os ensaios foram realizados com umidade de 55 %. Experimentos realizados em duplicata com temperatura de 28°C.

Os resultados demonstraram que inicialmente houve um aumento de atividade lipolítica com o tempo de fermentação devido ao maior crescimento do microrganismo em fase exponencial e maior disponibilidade de substrato. A maior atividade lipolítica (337,5 U ou 33,75 U gss⁻¹) foi obtida após 72 horas de fermentação.

Após o tempo de 72 horas, nota-se uma diminuição dos valores de atividade lipolítica, provavelmente devido à diminuição da fonte de carbono dos óleos presentes no substrato. A queda na atividade lipolítica ocorre provavelmente porque o fungo começa a produzir proteases para processar as outras fontes de carbono menos abundantes. Essas proteases são capazes de hidrolisar as ligações peptídicas presentes em proteínas e outras enzimas (Oliveira *et al.*, 2012), desnaturando e diminuindo a concentração de lipases. Após realizar os estudos prévios, iniciou-se os estudos de FES através de um Planejamento experimental 2².

3.1.1 Otimização da produção de lipases de *Penicillium sumatrense* utilizando planejamento experimental 2²

Para otimizar a produção de lipases foi realizado um planejamento experimental 2² com ponto central, empregando as variáveis que influenciam na produção da enzima: granulometria do substrato e umidade. Os níveis das variáveis analisadas podem ser observados na Tabela 3. A variável resposta escolhida foi a atividade enzimática em U (Unidades Totais). As análises estatísticas foram realizadas pelo software *Statistica 7.0*.

Experimento	Granulometria (Mesh)	Umidade (%)	Unidades Totais (U)
1	-1 (15,0)	-1 (50,0)	110,0/ 105,0
2	+1 (20,0)	-1 (50,0)	97,0/ 93,0
3	-1 (15,0)	+1 (60,0)	235,0/ 219,0
4	+1(20,0)	+1 (60,0)	123,0/ 142,0
5*	0 (17,5)	0 (55,0)	152,0
6*	0 (17,5)	0 (55,0)	147,0
7*	0 (17,5)	0 (55,0)	160,0

Tabela 3- Resultados experimentais do delineamento fatorial 2² com ponto central aplicado no estudo da FES, utilizando a semente de baru como substrato, para a produção de lipase de *Penicillium sumatrense*.

Legenda: Os experimentos foram realizados em duplicata. * Pontos centrais.

Os experimentos foram realizados com diferentes combinações das variáveis independentes a fim de encontrar o melhor efeito desses fatores para a produção

da lipase.

Com intuito de avaliar o efeito das condições operacionais investigadas foi utilizado o gráfico de Pareto, o qual é apresentado na Figura 4.

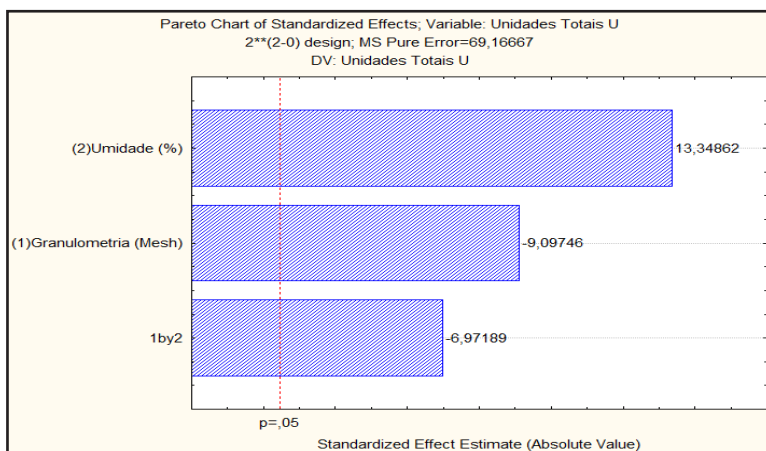


Figura 4- Gráfico de Pareto na interação dos efeitos das variáveis na atividade enzimática, com um intervalo de 95% de confiança

Para este experimento, foi assumido o valor de p igual a 0,05, que indica a probabilidade do resultado obtido ter uma confiança de 95%. O delineamento experimental e as análises dos efeitos gerados pelas variáveis bem como seus valores de p foram calculados empregando-se o software *Statistica 7.0*. Ao analisar a Figura 4 podemos observar que as duas variáveis (umidade e granulometria) foram estatisticamente significativas dentro dos níveis avaliados a 95% de confiança.

O modelo foi validado a partir do valor de F obtido (Tabela 4), para o intervalo de confiança de 95%.

	SQ	GL	SM	F
Modelo	21751,91	4,00	5437,9775	78,6175
Erro	415,00	6,00	69,17	
Total	22166,91	10,00		

Tabela 4- Análise de variância (ANOVA) para o modelo de atividade enzimática obtida pelo fungo *Penicillium sumatrense*.

Legenda: SQ: Soma dos Quadrados; GL: Graus de Liberdade; SM: Soma dos Quadrados Médios; F: Distribuição F de Fisher-Snedecor

Observa-se pela Tabela 4, que o valor F de Fisher-Snedecor obtido para o modelo é 78,6175. Com os valores dos graus de liberdade do modelo e do erro, encontrou-se o valor do F tabelado como sendo 4,534. Como o valor F obtido é superior ao valor F tabela, o modelo é considerado significativo e válido. O modelo obtido, em variáveis codificadas, é apresentado na Equação 01, de Regressão em Unidades Codificadas.

$$\text{Unidades Totais} = 143,91 - 26,75 \times \text{Granulometria} + 39,25 \times \text{Umidade} - 20,50 \times \text{Granulometria} \times \text{Umidade} \quad (\text{Eq. 01})$$

Os valores obtidos das atividades enzimáticas observadas e previstas pelo modelo são apresentados na Figura 5 e sugerem uma correlação satisfatória entre valores experimentais e previstos.

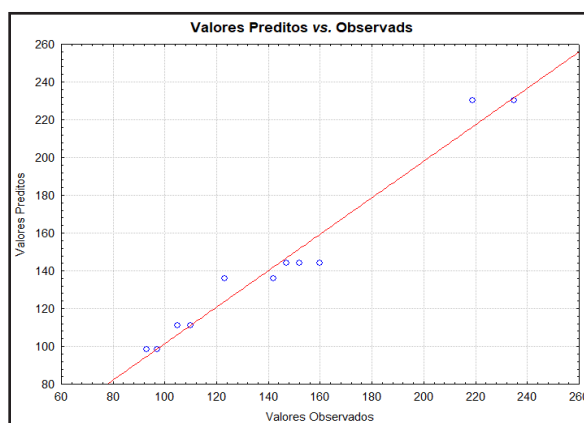


Figura 5 - Gráfico de paridade para mostrar a distribuição dos observados e os valores previstos para produção de lipase.

Nota-se na Figura 5, que os pontos observados e preditos não se distanciam muito da reta identidade, deste modo, torna-se possível afirmar que o modelo segue uma distribuição normal observando que há um bom ajuste. Além do mais, o modelo apresenta a distribuição do erro de forma aleatória, fato que elimina a existência de erros sistemáticos ou de que a análise seja tendenciosa, o que atribui uma maior confiabilidade ao modelo.

Os gráficos de contorno e de superfícies de respostas obtidas são apresentados nas Figuras 6, respectivamente, concluindo-se que o processo de produção da enzima é altamente influenciado pelo efeito combinado da granulometria e da umidade do meio fermentativo. Onde podemos notar que com o aumento da umidade e diminuição da granulometria há uma maior produção da enzima lipase.

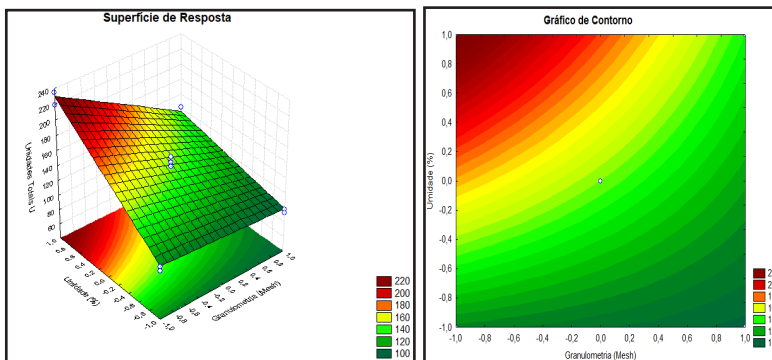


Figura 6 Gráfico de superfícies de resposta que apresenta a interação entre as variáveis Granulometria e Umidade para a produção de lipase.

A granulometria é um parâmetro importante para o crescimento e atividade microbiana no substrato. O tamanho das partículas interfere diretamente no crescimento pois as partículas menores aumentam a superfície de contato ocorrendo um melhor aproveitamento dos nutrientes o que favorece o crescimento fúngico. Porém partículas menores podem dificultar a troca gasosa e dissipação de calor neste contexto a granulometria deve ser selecionada de acordo com cada estudo e processo em particular (PANDEY, 2003; PANDEY *et al.*, 1999). Analisando-se o gráfico de superfícies de resposta, verifica-se que a condição ótima para a granulometria foi de 15 mesh (1,18 mm).

Analisando-se os gráficos de Contorno e de Superfície de Resposta, observa-se que para aumentar o valor da resposta Unidade U, é preciso caminhar em direção ao menor valor da granulometria e para o maior valor da Umidade.

Verifica-se que não obtemos efetivamente um ponto ótimo, pois tem-se uma superfície plana. Indica-se um novo planejamento, onde estes pontos sejam considerados como os novos pontos centrais, no âmbito de encontrar o ponto ótimo. Porém, dentro das limitações do teor de umidade na FES (entre 50 e 65%) os resultados obtidos foram ótimos. Segundo BINOD *et al.* (2015), a fermentação será classificada como submersa (FS) quando é conduzida com um teor alto de água livre, com uma umidade superior a 65% e, quando a fermentação ocorre com um índice de água livre reduzido, umidade inferior a 65%, a fermentação será caracterizada como fermentação em estado sólido (FES). Portanto, deve-se trabalhar com uma umidade que mantenha o equilíbrio entre a disponibilidade de água, expansão do substrato e efeitos de difusão do oxigênio.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou a viabilidade da produção de lipases por *Penicillium sumatrense* em FES, utilizando um substrato alternativo e inovador tendo em vista, que não foram encontrados outros trabalhos publicados com o mesmo substrato para produção de lipases de *Penicillium sumatrense*.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.P. Cerrado: **Aproveitamento alimentar**. Planaltina, DF: Embrapa CPAC, p. 188, 1988.
- BINOD, P.; PANDEY, A.; SINDHU, R. **Solid-State Fermentation for the production of Poly(hydroxyalkanoates)**. Chemical and Biochemical Engineering, v.9, p. 173-181, 2015.
- BÓDALO, A.; BASTIDA, J.; MÁXIMO, M.F.; MONTIEL, M.C.; GÓMEZ, M.; ORTEGA, S. **Screening and selection of lipases for the enzymatic production of polyglycerol polyricinoleate**. Biochemical Engineering Journal, Amsterdam, v. 46, p. 217-222, 2009.
- CARDENAS, F.; DE CASTRO, F.C; SANCHEZ-MONTERO, J. V.; SINISTERRA, M.; VALMASEDA, S. W.; ALVAREZ, E. **Novel microbial lipases: catalytic activity in reactions in organic media**. Enzyme and Microbial Technology, v.28, p. 145-154, 2001.
- COLLA, L.M.; REINEHR, C.O.; COSTA, V.A.J. **Aplicações e Produção de Lipases Microbianas. Applications and Production of Microbial Lipases**, Revista CIATEC – UPF, v.4, n. 2, p.1-14, 2012.
- DOS SANTOS, F.; REZENDE, C.A.; MARTÍNEZ, J. **Activity of immobilized lipase from *Candida antarctica* (Lipozyme 435) and its performance on the esterification of oleic acid in supercritical carbon dioxide**. The Journal of Supercritical Fluids, v. 107, 2016.
- JEGANATHAN, J.; NAKHLA, G.; BASSI, A. **Oily wastewater treatment using a novel hybrid PBR-UASB system**. Chemosphere, v. 67, n. 8, p. 1492-1501, 2007.
- HANSEN, G.H. et al. **Production of cellulolytic enzymes from ascomycetes: Comparison of solid state and submerged fermentation**. Process Biochemistry, v. 50, p. 1327–1341, 2015.
- LAGE, F.A.P.; BASSI, J.J.; CORRADINI, M.C.C.; TODERO, L.M.; LUIZ, J.H.H.; MENDES, A.A. **Preparation of a biocatalyst via physical adsorption of lipase from *Thermomyces lanuginosus* on hydrophobic support to catalyze biolubricant synthesis by esterification reaction in a solvent-free system**. Enzyme and Microbial Technology, v. 84, p. 56–67, 2016.
- OLIVEIRA, A.C.D., WATANABE, F.M.F., FERNANDES, M.L., MARIANO, A.B. **Production and characterization of an extracellular lipase from *Candida guilliermondii***. Brazilian Journal of Microbiology 45, 1503-1511, 2014.
- OLIVEIRA, A.C.D. ; WATANABE, F.M.F. ; FERNANDES, M.L.M ; VARGAS, J.V.C. ; MARIANO, A.B. **Lipase production by endophytic yeast through factorial design**. Academia Journal of Microbiology Research, v. 1, p. 16-21, 2013.

OLIVEIRA, A.C.D.; WATANABE, F.M.F.; VARGAS, J.V.C.; MARIANO, A.B.; RODRIGUES, M.L.F. **Comparação entre três bioprocessos para a produção de enzimas proteolíticas utilizando resíduos agroindustriais.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial 6, 822-831, 2012.

ROVEDA, M.; HEMKEMEIER, M.; COLLA, L.M. **Evaluation of lipase production using different strains of microorganisms isolated from dairy effluent through submerged fermentation.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 1, p. 126-131, 2010.

RODRIGUES, M.L.F.; DA SILVA, E.A.; BORBA, C.E., OLIVEIRA, A.C.D.; KRUGER, C.; RAIMUNDO, R.W.; SILVA, L.P.; VANZIN, M.; STUANI, B.T. **Produção de enzimas hidrolíticas pelo fungo endofítico *Penicillium sp.* Isolado das folhas de *Ricinus communis L.*** Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.4, p. 129- 145, 2015.

PANDEY, A. **Solid-state fermentation.** Biochemical Engineering. Journal, v. 13, p. 81-84, 2003.

PANDEY, A.; SOCCOL, C.R.; MITCHELL, D. **New developments in solid state fermentation: I. Bioprocesses and products.** *Proces Biochemistry*, v. 35, p. 1153-1169, 1999.

RAMNATH, L.; SITHOLE, B. & GOVINDEN, R. **Classification of lipolytic enzymes and their biotechnological applications in the pulping industry.** Canadian Journal of Microbiology, v. 63, p. 179–192, 2017.

STRINGARI, D. **Sistemática e Diversidade Genética de Isolados de *Guignardia spp.* e *Phyllosticta sp.* nos Estados do Paraná e São Paulo.** Tese (Doutorado em Genética), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 209 f, 2009.

TAKEMOTO, E.; et al. **Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata Vog.*) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

ZORN, K.; GUINEA, I.; BRUDIEK, H.; BORNCHUEUR, U. **Engineering and application of enzymes for lipid modification, an update.** Progress in Lipid Research, v. 63, n.1, p.153-164, 2016.

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 