



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências e da Terra e Engenharias 4

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 4 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-622-5 DOI 10.22533/at.ed.225191109</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 4º volume 37 capítulos com temáticas voltadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCOS DE INUNDAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PONTE NOVA – MG	
Anderson Nascimento Milagres Gian Fonseca dos Santos Danilo Segall César Yann Freire Marques Costa Klinger Senra Rezende Alixandre Sanquetta Laporti Luppi Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911091	
CAPÍTULO 2	8
MUTAGÊNESE DA LEVEDURA <i>Candida viswanathii</i> PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS LIPOLÍTICAS	
Luiz Renato Lima Silva Miranda Nayra Morgana Lima De Oliveira Erika Carolina Vieira Almeida Adriana Augusta Neto Alex Fernando De Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2251911092	
CAPÍTULO 3	19
A RELAÇÃO ENTRE PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇA E O CAPITAL SOCIAL NAS ORGANIZAÇÕES	
Bruno Henriques Watté Márcio Vieira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911093	
CAPÍTULO 4	34
BRUNIMENTO FLEXÍVEL DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA GRANULOMETRIA E DO NÚMERO DE GOLPES DA FERRAMENTA NO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE R_p	
Guilherme Henrique Caetano Barros Rosenda Valdés Arencibia Luciano José Arantes	
DOI 10.22533/at.ed.2251911094	
CAPÍTULO 5	41
ANÁLISE DA ACELERAÇÃO POR EXTRAPOLAÇÃO DA FONTE DE FISSÃO CONSIDERANDO A TEORIA DE DIFUSÃO DE NEUTRONS EM REATORES NUCLEARES	
Andrey Silva Pontes Henrique Matheus Ferreira da Silva Lenilson Moreira Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.2251911095	

CAPÍTULO 6	51
ANÁLISE DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE REDES DE SENSORES SEM FIO EM <i>SMART GRIDS</i>	
Álison De Oliveira Alves Felipe Denis Mendonça De Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2251911096	
CAPÍTULO 7	64
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS PERILIL-DIHIDROPIRIMIDINONAS ATRAVÉS DA REAÇÃO DE HUISGEN COM FORMAÇÃO DE ANÉIS 1,2,3-TRIAZÓLICOS	
Vinícius Vendrusculo Dennis Russowsky	
DOI 10.22533/at.ed.2251911097	
CAPÍTULO 8	74
ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICAS DA CASTANHOLA	
Jonas Soares de Mesquita Davi Pereira Araújo Maria Carolina Martins da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2251911098	
CAPÍTULO 9	81
USO DE CATALISADORES DE NÍQUEL PARA A RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS PRIMÁRIAS	
Fernanda Amaral de Siqueira Natália Cavallaro Martins de Sousa Sania Maria de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.2251911099	
CAPÍTULO 10	92
AVALIANDO EM MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO-OESTE MINEIRO	
Patrícia Milagre de Freitas Leandro Teles Antunes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110910	
CAPÍTULO 11	102
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Andre Luis Martins De Souza Renata Evangelista Alexandre Bueno Ronaldo Marques Serigne Ababacar Felipe Rogério Hudson Luis	
DOI 10.22533/at.ed.22519110911	

CAPÍTULO 12 111

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE MADURO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL

Danilo Segall César
Yann Freire Marques Costa
Anderson Nascimento Milagres
Gian Fonseca dos Santos
Eduardo Souza Candido
Klinger Senra Rezende
Adonai Gomes Fineza

DOI 10.22533/at.ed.22519110912

CAPÍTULO 13 122

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO COM PILHAS ALCALINAS

Pedro Luiz Dias Barroso
Julia Santos Caetano
Jean Pierre Sayago
Joeci Ricardo Godoi
Rodrigo Souza Banegas
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.22519110913

CAPÍTULO 14 132

CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES DE PAADDA/PSS E PDDA/PSS PREPARADOS POR LAYER-BY-LAYER

Samanta Costa Machado Silva
Jorge Amim Júnior
Ana Lucia Shiguihara

DOI 10.22533/at.ed.22519110914

CAPÍTULO 15 144

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE *Simaba ferruginea*

Jessica Sara de Sousa Macêdo Oliveira
Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Renato Pinto de Sousa
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110915

CAPÍTULO 16 157

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS ALCALINAMENTE ATIVADOS PARA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS

Jocélio Jairo Vieira Filho
Kelly Cristiane Gomes
Williamns Tadeu de Oliveira Lins Belo

DOI 10.22533/at.ed.22519110916

CAPÍTULO 17	183
ESTRUTURA AXIOMÁTICA DO ORIGAMI: UMA ABORDAGEM DOS POLIEDROS REGULARES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA	
Anita Lima Pimenta Eliane Scheid Gazire	
DOI 10.22533/at.ed.22519110917	
CAPÍTULO 18	193
ESTUDO DO EFEITO DOS PARÂMETROS DE PROJETO DE BICOS EXTRUSORES EM BIOIMPRESSÃO UTILIZANDO FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL	
Patrícia Muniz de Oliveira Isabela Poley Estevam Barbosa Las Casas Marina Spyer Las Casas Janaina Dernowsek	
DOI 10.22533/at.ed.22519110918	
CAPÍTULO 19	205
IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO CPTEC	
Dayana Castilho de Souza Paulo Yoshio Kubota Silvio Nilo Figueroa Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez Caio Augusto dos Santos Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.22519110919	
CAPÍTULO 20	218
<i>LESSON STUDY</i> : UMA ADAPTAÇÃO PARA O BRASIL	
Renata Camacho Bezerra Maria Raquel Miotto Morelatti	
DOI 10.22533/at.ed.22519110920	
CAPÍTULO 21	226
MICROSCOPIA DE DESFOCALIZAÇÃO COMO UMA FERRAMENTA DE ESTUDO DE PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E MECÂNICAS DE ERITRÓCITOS	
Paula M. S. Roma Luiza C. Mourão Marcelo P. Bemquerer Erika M. Braga Ubirajara Agero	
DOI 10.22533/at.ed.22519110921	
CAPÍTULO 22	232
PENSAMENTO ALGÉBRICO E SUA APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES LINEARES	
Fábio Mendes Ramos Fabricia Gracielle Santos Daniel Martins Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.22519110922	

CAPÍTULO 23	243
ENSINO DE QUÍMICA VERSUS TICs: RETRATO DE PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS	
Eleonora Celli Carioca Arenare	
DOI 10.22533/at.ed.22519110923	
CAPÍTULO 24	253
PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE BLENDS DE PHB/PC	
Francielle Schmitz	
Carolina de Andrade	
Ivonete Oliveira Barcellos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110924	
CAPÍTULO 25	267
RESINAS DE POLIÉSTER INSATURADO E SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES EM FIBERGLASS	
Patricia Reis Pinto	
Sérgio da Silva Feitosa	
Alaíde de Sá Barreto	
DOI 10.22533/at.ed.22519110925	
CAPÍTULO 26	277
APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PENALIZAÇÃO ROBUSTA PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO	
Gustavo Barbosa Libotte	
Fran Sérgio Lobato	
Francisco Duarte Moura Neto	
Gustavo Mendes Platt	
DOI 10.22533/at.ed.22519110926	
CAPÍTULO 27	289
SÍNTESE DE FASE SÓLIDA HÍBRIDA MOLECULARMENTE IMPRESSA PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS ÁGUA SUPERFICIAL	
Fabiana Casarin	
Camila Santos Dourado	
Ana Cristi Basile Dias	
DOI 10.22533/at.ed.22519110927	
CAPÍTULO 28	302
SOLUÇÃO ANALÍTICA DE PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE CONDUÇÃO DE CALOR UTILIZANDO FUNÇÕES DE GREEN	
José Aguiar dos Santos Junior	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Eduardo Peixoto de Oliveira	
Guilherme Ramalho Costa	
Jefferson Gomes Do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.22519110928	

CAPÍTULO 29 310

TAXAS DE FREQUÊNCIA E GRAVIDADE DOS ACIDENTES OCORRIDOS EM UM GRUPO DE PROPRIEDADES CAFEEIRAS CERTIFICADAS

Rafael Augusto Silva Souza
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior
Armando Mendes Nogueira
Raphael Nogueira Rezende
Agda Silva Prado Oliveira
Adriano Bortolotti da Silva
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.22519110929

CAPÍTULO 30 315

UM SISTEMA COLABORATIVO DE INCENTIVO A DOAÇÃO DE SANGUE

Alúcio José Pereira
Fábio Abrantes Diniz
Elder Gonçalves Pereira
Francisco Paulo de Freitas Neto
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.22519110930

CAPÍTULO 31 329

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE NÚMEROS DECIMAIS NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Cristiana Monique Feltes Sivert
Cassiano Scott Puhl

DOI 10.22533/at.ed.22519110931

CAPÍTULO 32 339

ESTUDO DA VIABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CULTIVOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS: APLICAÇÃO INICIAL EM VIVEIROS ESCAVADOS

Wilmar Borges Leal Junior
Fabiano Medeiros Tavares
Ítalo Cordeiro Silva Lima
Delfim Dias Bonfim
Lucyano Campos Martins
Nailson Martins Dantas Landim
Haryson Huan Arruda da Silva Santos
Douglas Ferreira Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110932

CAPÍTULO 33 349

REGRESSÃO POLINOMIAL E REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

Carlos Augusto Zilli
Luiz Fernando Palin Droubi
Norberto Hochheim

DOI 10.22533/at.ed.22519110933

CAPÍTULO 34 363

ANALISE DE RECALQUES NO CONTORNO RODOVIÁRIO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Wagner de Sousa Santos
Amanda Morlos

DOI 10.22533/at.ed.22519110934

CAPÍTULO 35	376
SIMULAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UM TÚNEL EM MACIÇO ROCHOSO	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.22519110935	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	387
ÍNDICE REMISSIVO	388

MUTAGÊNESE DA LEVEDURA *Candida viswanathii* PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS LIPOLÍTICAS

Luiz Renato Lima Silva Miranda

Universidade Federal do Tocantins, Graduando do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Gurupi – TO

Nayra Morgana Lima De Oliveira

Universidade Federal do Tocantins, Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Palmas – TO

Erika Carolina Vieira Almeida

Universidade de Gurupi, Mestre em Biotecnologia, Gurupi - TO

Adriana Augusta Neto

Universidade Federal do Tocantins, Doutorado em Produção Vegetal, Gurupi – TO

Alex Fernando De Almeida

Universidade Federal do Tocantins, Professor Adjunto do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Gurupi – TO

RESUMO: O uso de microrganismos para produção de enzimas, que são utilizadas em diversos setores industriais, é um avanço biotecnológico, que auxilia no desenvolvimento e aprimoramento de técnicas mais complexas, de maneira menos tóxica. As enzimas são biocatalizadores que aceleram a taxa de reações e são altamente versáteis na catálise de vários tipos de reações. As lipases desempenham um papel importante em diversos setores, com vantagens sobre a via sintética. Por serem enzimas encontradas em quase todas as

células vivas, a seleção de microrganismos que aumentem a produção, e possuam lipases mais estáveis e com condições de atuação mais amplas, é fundamental. A utilização de espécies de leveduras do gênero *Candida*, é amplamente difundido nos estudos para produção de lipase, e a espécie *Candida viswanathii* se mostra como promissora para esta síntese. A utilização de mutagênese induzida demonstra ser um método efetivo de aprimoramento de linhagens, frente a necessidade de se aumentar a produção de enzimas, com a seleção de mutantes estrategicamente desenvolvidos. Neste trabalho, foram obtidos 28 mutantes, com a mutação gênica de irradiação UV, onde três cepas melhoradas, CM05, CM23 e CM25 obtiveram maior eficiência comparada a cepa selvagem (186,4%, 159,7%, e 110,12%, respectivamente). A mutagênese induzida ainda mostrou eficiência na segunda mutação, onde a cepa CM05, originou outros dois mutantes, CM30 e CM35, com uma melhora de 108,6% e 148,4%, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Lipase; Mutagênese, Ultravioleta, Biotecnologia.

MUTAGENESIS OF *Candida viswanathii*
YEAST FOR THE PRODUCTION OF

ABSTRACT: The use of microorganisms to produce enzymes used in several industrial sectors, is a biotechnological advance that helps in the development and improvement of more complex techniques, in a less toxic way. Enzymes are biocatalysts that accelerate the rate of reactions and are highly versatile in the catalysis of various types of reactions. Lipases play an important role in several sectors, with advantages over the synthetic route. Because they are enzymes found in almost all living cells, the selection of microorganisms that increase production, and have more stable lipases and with broader working conditions, is fundamental. The use of yeast species of the genus *Candida* is widely disseminated in lipase production studies, and the species *Candida viswanathii* is shown to be promising for this synthesis. The use of induced mutagenesis proves to be an effective lineage enhancement method, considering the need to increase this production, with the selection of strategically developed mutants. In this work, 28 mutants were obtained, with the gene mutation of UV irradiation, where three improved strains, CM05, CM23 and CM25 obtained higher efficiency compared to the wild strain (186.4%, 159.7%, and 110.12% respectively). Induced mutagenesis still showed efficiency in the second mutation, where the CM05 strain gave two CM30 and CM35 mutants with an improvement of 108.6% and 148.4%, respectively.

KEYWORDS: Lipase, Mutagenesis, Ultraviolet, Biotechnology

INTRODUÇÃO

Atualmente, a biotecnologia se posiciona à frente dos químicos convencionais, devido à crescente necessidade por processos industriais que não ocasionam impactos ambientais. Em razão disso, a demanda por enzimas no mercado vem crescendo, pelo fato de serem ecologicamente mais viáveis, originando mais de 500 indústrias que utilizam essa tecnologia, dentre as quais se destacam as áreas de alimentos, têxtil, papel, saúde humana e animal (MONTEIRO e SILVA, 2009; FEITOSA, 2010).

As enzimas são heteropolímeros complexos formados por aminoácidos unidos covalentemente por ligações peptídicas, e atuam como catalisadores para todos os processos metabólicos, possibilitando assim, a vida. Essa classe especial de proteínas é bastante ativa, versátil e específica, não necessita de altas temperaturas e valores extremos de pH. Seu uso como biocatalisadores é altamente desejável em reações químicas industriais, sendo frequentemente utilizadas em sínteses orgânicas, pois possuem a capacidade de clivar ligações de diferentes substratos, tais como: polissacarídeos, lipídeos, aminoácidos, proteínas, ésteres, entre outros. (OLIVEIRA, 2010; ALMEIDA et al., 2013; GURURAJ et al., 2016)

As enzimas são agrupadas de acordo com suas propriedades catalíticas, sendo divididas em: oxidoredutases, transferases, hidrolases, lipases, isomerases e ligases. Logo, essas classes foram divididas em subgrupos, para especificar o tipo

de reação e a natureza química dos reagentes. De acordo com essas características é definido um código (Enzyme Commission, E.C.), o qual foi padronizado pela *Commission on Enzymes of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology* (COSTA, 2016).

As lipases (E.C. 3.1.1.3) pertencem a classe das hidrolases, que clivam ligações do tipo ésteres em substrato lipídico. Em concentrações normais de água essas enzimas clivam moléculas de triacilgliceróis, formando glicerol e ácidos graxos livres. Na presença de solventes orgânicos, as lipases catalisam reações de síntese de triacilgliceróis e outras como transesterificação, aminólise e lactonização, revelando seu potencial para aplicações industriais, que abrange as áreas de aditivos, alimentos, química fina, detergentes, tratamento de águas residuais e farmacêuticas (ALMEIDA, 2012; ALMEIDA et al., 2013; GURURAJ et al., 2016).

Os microrganismos são as fontes de lipase mais viáveis dentro de uma indústria, por apresentarem diversas vantagens em relação a animal e vegetal, como a diversidade metabólica, versatilidade das suas propriedades e pela facilidade da produção em larga escala. Geralmente, os processos industriais que empregam enzimas são relativamente simples, fáceis de controlar, eficientes energeticamente e requerem investimentos de baixo custo, sendo que cerca de 60% das enzimas exploradas industrialmente são de origem fúngica (OLIVEIRA, 2010; ROVEDA et al., 2010; ORLANDELLI et al., 2012; CHOUDHURY e BHUNIA, 2015; MISHARA, 2019).

Diante do grande potencial industrial das enzimas microbianas, pesquisas no desenvolvimento de métodos para aperfeiçoar características de estabilidade, especificidade e atividade da enzima vêm crescendo. A busca por microrganismos que possam produzir enzimas mais adaptadas aos processos industriais é constante e várias técnicas estão disponíveis. A aplicação da irradiação UV como mutagênese física tem sido relatada como um dos melhores métodos para melhorar a produtividade de linhagens, devido a sua capacidade de aumentar a frequência de mutação em até 100 vezes por gene, sem matar excessivamente as células, podendo resultar em linhagens melhoradas (MALA et al., 2001; WINSTON, 2008; MONTEIRO e SILVA, 2009; TAPIA, 2012; CHHAYA e GUPTA, 2018).

Frente a necessidade por novas cepas melhoradas para a produção de enzimas com potencial biotecnológico, este trabalho teve como objetivo promover a mutação da levedura *Candida viswanathii*, utilizando radiação UV, para obter uma linhagem mutante com maior capacidade de catálise enzimática.

MATERIAIS E MÉTODOS

Microrganismo

A linhagem *C. viswanathii* foi mantida no Laboratório de Biotecnologia e

Análise de Alimentos e Purificação de Produtos (LABAP), da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi-TO. Os cultivos periódicos foram realizados em meio BDA a 28 °C, por 4 dias. A cultura estoque da linhagem foi mantida em geladeira a 4 °C.

Primeira mutagênese aleatória

A exposição à radiação ultravioleta foi realizada em câmara (49,5 cm x 23,5 cm x 27,5 cm, comprimento x largura x altura), contendo uma lâmpada UV (15 W) fixada na parte interna superior (Figura 1).

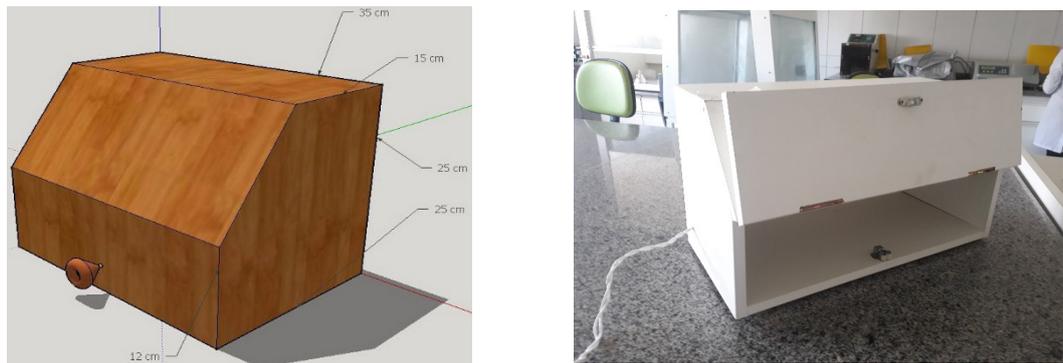


Figura 1 – Câmara utilizada na mutação da linhagem de *Candida viswanathii* com uma lâmpada UV posicionada em seu interior.

A primeira mutagênese foi realizada em fluxo laminar, com 25 mL do inóculo transferido para uma placa de Petri estéril, na concentração celular de 1×10^7 células. mL⁻¹. A placa foi colocada dentro da câmara a uma distância de aproximadamente 23,5 cm de altura da lâmpada UV e submetida à irradiação nos tempos de 0, 5, 10, 15, 35, 45, 55, 75 e 85 segundos. Em todos os tempos, a placa, contendo o meio irradiado, foi agitada manualmente para propiciar a homogeneização da cultura. Para o desenvolvimento das colônias, alíquotas de 1 mL foram retiradas da placa irradiada e inoculadas em placas de Petri por técnica de espalhamento usando o meio Hankin e Anagnostakis (1975).

Segunda mutagênese aleatória

Uma segunda mutação na linhagem de *C. viswanathii* mutante, obtida na etapa anterior, foi realizada submetendo à irradiação UV nos tempos de 120, 140, 160, 180, 240, 280, 320, 340, 360 e 380 segundos. Para o desenvolvimento das colônias, alíquotas de 1 mL foram retiradas da placa irradiada e inoculadas em placas de Petri

por técnica de espalhamento, usando o meio Hankin e Anagnostakis (1975).

Seleção de mutantes

Após os procedimentos de mutagênese, as células foram cultivadas em meio sólido Hankin e Anagnostakis (HANKIN & ANAGNOSTAKIS, 1975), tendo como composição (g.L⁻¹): peptona, 10; NaCl, 5; CaCl₂.2H₂O, 0.1; agar, 20, suplementado com 1% de Tween 20.

Após 5 dias, foram contadas as colônias formadas nas placas e selecionadas aquelas que apresentaram maior tamanho de halo em relação às demais. Os halos foram formados a partir da precipitação de sais de cálcio.

Cultivo em Estado Líquido

O meio líquido foi preparado em duplicata, em frascos de Erlenmeyer de 125 mL contendo 20 mL de meio líquido de Vogel modificado (VOGEL, 1956) acrescido de 1% (m/v) de azeite de oliva, 0,2% (m/v) de extrato de levedura à pH 6,0 e esterilizados a 121 °C, por 15 min. O meio de cultivo foi inoculado com 1 mL de uma suspensão de células (10⁷ células.mL⁻¹) e mantido sob agitação de 210 rpm, a 28 °C por 72 horas.

Determinação da atividade enzimática

A atividade da lipase foi determinada em duplicata, utilizando *p*-nitrofenil palmitato (*p*-NPP) como substrato. O meio reacional utilizado foi composto por 3,8 mg *p*-NPP, solubilizado em 0,5 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) e diluído a 0,5 mM com tampão McIlvaine pH 4,0, contendo 0,5% de Triton X-100. A hidrólise do *p*-NPP foi determinada descontinuamente a 40 °C pela liberação do *p*-nitrofenol. Em cada tubo de ensaio adicionou-se 900 µl de meio reacional e pré-incubou-se em banho-maria por 5 min. Em seguida, a reação foi iniciada pela adição de 100 µl da amostra devidamente diluída e foi interrompida com choque térmico (90 °C, 1 min), seguida pela adição de 1 mL de solução saturada de tetraborato de sódio decahidratado. Todos os ensaios enzimáticos foram realizados em duplicata e a leitura da absorbância foi realizada a 410 nm [Coeficiente de extinção molar (ϵ) do pNP: 18676,81 M⁻¹.cm⁻¹]. Os controles foram preparados sem a adição da enzima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é apresentada a sobrevivência das colônias de *C. viswanathii*, visto que a porcentagem de sobrevivência celular diminuiu proporcionalmente com o aumento do tempo de exposição. A curva de sobrevivência mostra que o uso da irradiação UV influencia diretamente na taxa de mortalidade das colônias, tendo a

redução na quantidade de células viáveis com o tempo de exposição das colônias a irradiação. O dano causado no DNA depende diretamente do tempo de exposição aos raios UV (SIVARAMAKRISHNAN e INCHAROENSAKDI, 2017).

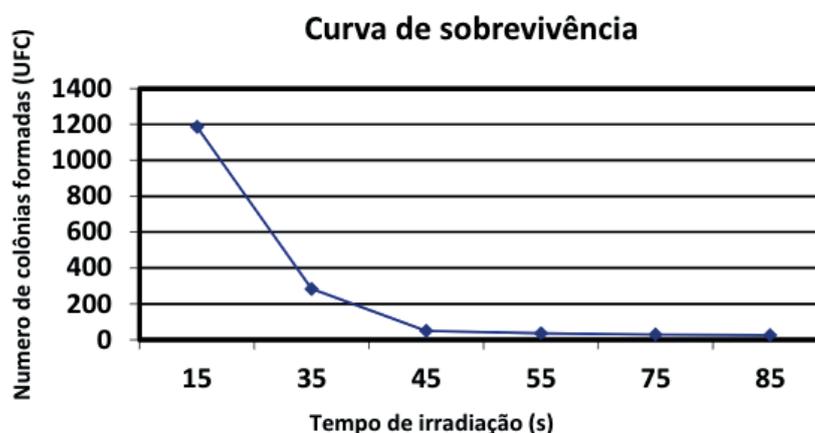


Figura 2. Curva de sobrevivência de *C. viswanathii* submetida a irradiação U.V. em diferentes intervalos de tempo.

A diminuição de células viáveis após exposição à luz UV ocorreu devido à formação de dímeros de timina, afetando assim a replicação do gene e sua expressão. Por ocorrer aleatoriamente no genoma, a maioria dessas mutações é silenciosa e/ou não causam efeitos negativos sobre a função celular, enquanto outras ocorrem em genes essenciais à vida, levando assim a morte celular. Assim, admite-se que a fração de células sobreviventes apresentam um acúmulo de mutações não-letais, mas que possivelmente determinam alterações significativas em seu metabolismo (TAPIA, 2012). Pigatto (2008) demonstrou que a mutagênese de *Xantomonas campestris* proporcionou a seleção de 42 colônias após a irradiação com UV. No estudo realizado por Tapia (2012), utilizando a levedura *Lipomyces starkeyi*, após 40 minutos de irradiação, a fração de sobrevivência dos microrganismos foi de 5%.

Após os procedimentos de mutagênese, as células foram cultivadas em meio sólido Hankin e Anagnostakis (1975). A contagem das colônias formadas nas placas foi realizada após 5 dias de incubação e foram selecionadas aquelas que apresentaram maior tamanho de halo, sendo comparadas entre si. Desta forma, foram isoladas 28 colônias de *C. viswanathii* mutantes (Tabela1).

Colônia	Media Ø do Halo (mm)	Media Ø da Colônia (mm)	Índice enzimático
CM01	17,5	3,0	5,8
CM02	16,0	5,0	3,2
CM03	10,0	3,0	3,3
CM04	18,0	3,0	6,0
CM05	17,5	4,0	4,3

CM06	20,0	4,0	5,0
CM07	19,5	4,0	4,8
CM08	17,5	4,0	4,3
CM09	20,0	3,0	7,6
CM10	13,5	3,0	4,5
CM11	20,0	4,0	5,0
CM12	21,0	5,0	4,2
CM13	23,0	6,0	3,8
CM14	20,0	5,0	4,0
CM15	21,0	4,0	5,2
CM16	20,0	3,0	6,6
CM17	19,0	4,0	4,7
CM18	14,0	3,0	4,6
CM19	14,0	3,0	4,6
CM20	18,0	4,0	4,5
CM21	18,0	4,0	4,5
CM22	16,0	5,0	3,2
CM23	20,0	5,0	4,0
CM24	8,5	3,0	2,8
CM25	18,5	4,0	4,6
CM26	15,5	4,0	3,8
CM27	16,5	5,0	3,3
CM28	16,5	4,0	4,1

Tabela 1. Índice enzimático de linhagens mutantes de *C. viswanathii* crescidas em ágar Hankin-Anagnostakis.

A ocorrência de colônias com maior tamanho de halo dentre os mutantes sugere uma maior eficiência de produção de lipase, podendo ser expresso pelo índice enzimático. As 28 colônias de *C. viswanathii* mutantes selecionadas, onde foram observados tamanho de halo e o índice enzimático, foram cultivadas em meio submersos para verificar a atividade de lipase. Em seguida foi feito um cálculo de atividade relativa comparando a atividade enzimática da linhagem mutante com a linhagem selvagem, sendo obtida pelo seguinte cálculo:

$$\text{Atividade relativa (\%)} = \frac{\text{Atividade mutante} \cdot 100}{\text{Atividade selvagem}}$$

Essa técnica pode resultar em alguns falsos-positivos, pois, o diâmetro das zonas de hidrólise produzidas pela difusão da enzima pode ser em função de sua concentração e não da sua atividade (ALMEIDA, 2012). Assim, foram cultivadas em meio líquido para verificar a produção volumétrica da lipase produzida pelas linhagens mutantes. A maioria das colônias mutantes apresentaram um aumento na sua atividade (Tabela 2), e isto revela que a mutação induzida por irradiação UV ocasionou danos positivos ao DNA da linhagem. Resultados semelhantes também

foram observado nos trabalhos de Irfan et al., (2011), onde obteve mutantes de *Aspergillus niger* capazes de aumentar em duas vezes a produção de CMCase e em três vezes para a FPase quando comparada com a linhagem parental. No estudo realizado por Yin et al., (2016), a irradiação foi aplicada em *Fusarium oxysporum*, e obteve um aumento na atividade enzimática de pectinase em 73,6% a mais que a cepa original.

As linhagens mutantes de *C. viswanathii* CM05, *C. viswanathii* CM23 e *C. viswanathii* CM25 apresentaram maior atividade enzimática ($6,9\pm 0,5$ U.mL⁻¹, $6,2\pm 0,8$ U.mL⁻¹, $4,8\pm 0,1$ U.mL⁻¹, respectivamente) em relação a linhagem selvagem, CMnormal, ($2,4\pm 0,1$ U.mL⁻¹).

Colônia	Atividade enzimática (U.mL ⁻¹)	Atividade relativa (%)
CMnormal	2,4±0,1	100,0
CM01	2,6±0,1	109,1
CM02	2,6±0,2	109,1
CM03	4,8±0,1	199,2
CM04	2,2±0,2	94,0
CM05	6,9±0,5	286,4
CM06	3,0±0,4	127,7
CM07	2,8±0,3	119,4
CM08	2,0±0,1	86,8
CM09	2,4±0,1	99,5
CM10	2,3±0,1	95,3
CM11	2,4±0,2	100,1
CM12	3,4±0,0	142,5
CM13	4,7±0,2	197,3
CM14	3,2±0,3	135,6
CM15	3,3±0,1	140,0
CM16	3,8±0,2	160,9
CM17	3,1±0,2	129,1
CM18	3,7±0,1	154,5
CM19	3,3±0,8	137,2
CM20	4,5±0,2	189,0
CM21	4,0±0,4	168,0
CM22	4,6±0,2	191,6
CM23	6,2±0,8	259,7
CM24	3,3±0,1	139,3
CM25	5,0±0,5	210,2
CM26	4,8±0,3	201,0
CM27	4,9±0,6	203,9
CM28	4,8±0,1	199,3

Tabela 2: Atividade enzimática (U.ml⁻¹) e atividade relativa (%) das cepas que sofreram mutagênese e tiveram um alto índice enzimático em comparação com a cepa selvagem.

Logo após a primeira mutação, foi realizada uma segunda mutação utilizando a linhagem mutante de *C. viswanathii* CM05, que obteve a maior quantidade de

enzimas produzidas após o primeiro cultivo submerso.

Na Figura 3 observa-se a curva de sobrevivência da linhagem *C. viswanathii* CM05.

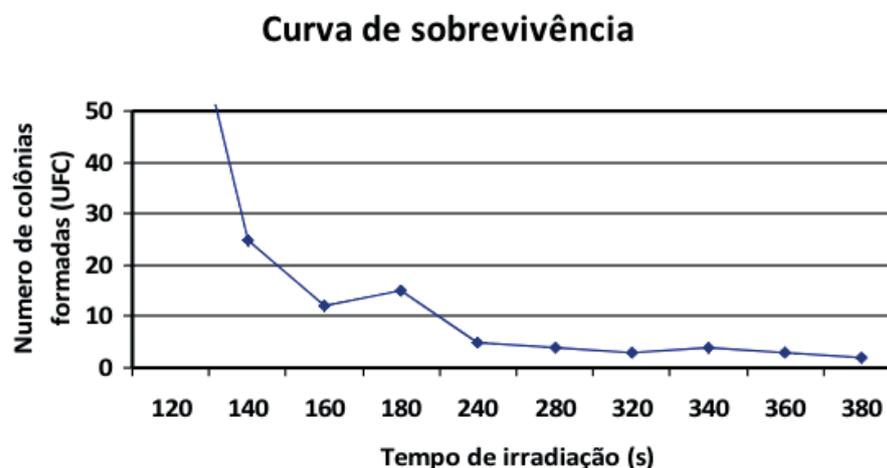


Figura 3. Curva de sobrevivência da linhagem de *C. viswanathii* mutante CM05 submetida à irradiação U.V. em diferentes intervalos de tempo.

Após a realização da segunda mutagênese, as células foram cultivadas em meio sólido Hankin e Anagnostakis (1975), e após 5 dias de incubação, as colônias com maior índice enzimático foram selecionadas para os cultivos em estado líquido. Nesta etapa foram selecionadas 8 colônias de *C. viswanathii* mutantes (Tabela 3).

Colônia	Media Ø do Halo (mm)	Media Ø da Colônia (mm)	Índice enzimático
CM29	12,5	3,0	4,0
CM30	11,0	3,0	3,6
CM31	11,0	2,0	5,5
CM32	10,5	3,0	3,5
CM33	8,4	4,0	2,1
CM34	10,0	3,0	3,3
CM35	11,5	3,0	3,8
CM36	8,0	3,0	2,6

Tabela 3. Índice enzimático de linhagens de *C. viswanathii* da segunda mutação crescidas em ágar Hankin-Anagnostakis.

As colônias mutantes de *C. viswanathii* foram cultivadas em meio submersos para verificar a atividade de lipase (Tabela 4), e todas as linhagens mutantes apresentaram maior atividade enzimática comparada com a linha selvagem. As linhagens mutantes CM30, CM35 foram as que exibiram maior atividade lipase ($12,100 \pm 0,658 \text{ U.mL}^{-1}$ e $14,4 \pm 0,9 \text{ U.mL}^{-1}$, respectivamente) em relação a linhagem selvagem. A nova linhagem mutante CM35 obteve ainda, maior atividade que a linhagem mutante CM05 ($12,6 \pm 0,3 \text{ U.mL}^{-1}$), que sofreu a primeira mutagênese, o que

indica que esta segunda mutação realizada sobre a primeira cepa mutante, obteve efeitos positivos sobre alteração do DNA.

Colônia	Atividade enzimática (U.mL-1)	Atividade relativa (%)
CMnormal	5,8±0,5	100,0
CM29	8,2±0,4	142,2
CM30	12,1±0,6	208,6
CM31	10,3±0,6	178,9
CM32	8,5±0,2	147,9
CM33	6,8±0,3	118,4
CM34	8,0±0,4	138,6
CM35	14,4±0,9	248,4
CM36	7,0±0,9	122,2
CM05	12,6±0,3	217,2

Tabela 4. Atividade enzimática de linhagens de *C. viswanathii* da segunda mutação.

CONCLUSÃO

O método descrito nesse trabalho usou a técnica de mutagênese aleatória por irradiação UV, para obter uma linhagem mutante de *C. viswanathii* com maior eficiência na produção de lipase.

Os experimentos realizados mostraram que dentre os 28 mutantes selecionados, 3 aumentaram sua atividade enzimática significativamente quando comparado com a cepa selvagem, sendo a linhagem CM05, CM23 e CM25 as linhagens mutantes com maior eficiência na sua atividade, obtendo um aumento de aproximadamente 86,4%, 59,7%, e 10,12% na sua atividade, respectivamente, comparada com a atividade da *C. viswanathii* selvagem.

Esta técnica, também se mostrou eficiente na segunda mutação realizada, onde a linhagem CM05 sofreu nova mutação por irradiação UV, obtendo linhagens melhoradas CM30 e CM35, representando um aumento na atividade de 8,6% e 48,4% respectivamente, comparados com a atividade da cepa selvagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. F. **Produção, purificação e propriedades bioquímicas de lipase ácida de *Candida viswanathii***. 2012. Tese (Doutorado em Microbiologia aplicada) – Instituto de biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

ALMEIDA, A. F.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; CARMONA, E. C. **Acid Lipase from *Candida viswanathii* Production**, Biochemical Properties, and Potential Application. *BioMed Research International*, vol. 2013, p. 10 – 10, 2013.

CHHAYA, Urvish; GUPTE, Akshaya. Studies on a better laccase-producing mutant of *Fusarium incarnatum* LD-3 under solid substrate tray fermentation. *3 Biotech*, v. 9, n. 3, p. 100, 2019.

CHOUDHURY P.; BHUNIA B. **Article industrial application of lipase: A review.** Biopharm Journal. Agartala, v. 1, n. 2, p. 41-57, 2015.

COSTA, E. C. Bioprospecção de fungos endofíticos potencialmente produtores de enzimas lipolíticas aplicáveis na área de alimentos. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2016.

FEITOSA, I. C.; BABOSA, P. M. J.; ORELLANA, L. S. A.; SOARES, F. M. C. **Produção de lipase por meio de microrganismos isolados de solos com histórico de contato com petróleo.** Acta Scientiarum. Technology, vol. 32, p. 27 - 31, 2010.

GURURAJ, P.; RAMALINGAM, S.; DEVI, G. N.; GAUTAM, P. **Process optimization for production and purification of a thermostable organic solvent tolerant lipase from Acinetobacter sp. AU07.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 47, p. 647–657, 2016

HANKIN, L. ANAGNOSTAKIS, S. G. **The use of solid media for detection of enzyme production by fungi.** Mycology, v. 67, p. 597-607, 1975.

IRFAN, M.; JAVED, J.; SYED, O. **UV mutagenesis of Aspergillus niger for enzyme production in submerged fermentation.** Pak. J. Biochem. Mol. Biol. v. 44, n. 4, p. 137 – 140, 2011.

MALA, J. G. S.; KAMINI, N. R.; PUVANAKRISHNAN R. **Strain improvement of Aspergillus niger for enhanced lipase production.** J. Gen. Appl. Microbiol, India, v. 47, p. 181–186, 2001.

MISHRA, Rashmi et al. Endophytic Fungi and Their Enzymatic Potential. In: Advances in Endophytic Fungal Research. Springer, Cham, 2019. p. 283-337.

MONTEIRO, V. N.; SILVA, R. N. Aplicações industriais da biotecnologia enzimática. Pócessos Químicos. v. 3, n.5, 2009.

OLIVEIRA, R. L. Avaliação do potencial biotecnológico de fungos endofíticos de Piper hispidium. 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais) – Universidade do Estado do Amazonas – Manaus, 2010.

ORLANDELLI, R. C. et al. Enzimas de interesse industrial: Produção por fungos e aplicações. Saúde e Biol., v.7, n.3, p.97-109, 2012.

PIGATTO, G. **Irradiação UV em Xanthomonas campestris pv. campestris visando a produção da goma xantana.** Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista. 2008

ROVEDA, M.; HEMKEMEIER, M.; COLLA, L. M. **Avaliação da produção de lipases por diferentes cepas de microrganismos isolados em efluentes de laticínios por fermentação submersa.** Ciênc. Technol. Aliment, vol. 30, p. 126 -131, 2010.

TAPIA, E. V. **Melhoramento genético da levedura oleaginosa lipomyces starkeyi por mutagênese aleatória, visando a produção de biocombustíveis de segunda geração.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de engenharia química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

WINSTON, Fred. EMS and UV mutagenesis in yeast. **Current protocols in molecular biology**, v. 82, n. 1, p. 13.3 B. 1-13.3 B. 5, 2008.

Yin, L.B.; Zhang, C.F.; Xia, Q.L.; Yang, Y.; Xiao, K.; Zhao L.Z. **Enhancement of pectinase production by ultraviolet irradiation and diethyl sulfate mutagenesis of a Fusarium oxysporum isolate.** Genetics and Molecular Research, v. 15, n. 3, 2016.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes 109, 310, 311, 312, 313, 314

Aminas primárias 81, 84, 85

Atividade antioxidante 144, 146, 151, 152, 153, 155, 156

B

Bioimpressão 193, 194, 195, 196, 199

C

Castanhola 74, 75, 79

Compostos multifuncionais 64, 67

Compressores Herméticos 34, 35, 36, 39, 40

Construção Civil 102, 105, 112, 113, 157, 179, 363

CPTEC 205, 206, 207, 208, 217

E

Equações lineares 45, 233, 236, 237, 238, 239, 240, 353

Estrutura axiomática 183, 186, 189

F

Fonte de fissão 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49

G

Geoprocessamento 1, 2

H

Hemocentro 317, 322, 323, 324, 326

Hibridização 64, 65, 67, 68, 69, 71

L

Lesson Study 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225

Leveduras 8

M

Mapeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 181, 280

Mecânicas de eritrócitos 226

Multi-objetivo 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 287

Mutagênese 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18

P

PHB/PC 253, 254, 257, 261, 262, 264

Protocolos de redes 52

R

Redes neurais 349, 350, 351, 354, 356, 358, 359, 360, 361, 362

Risco de inundação 1, 3, 4, 5, 6, 7

S

Smart Grids 51, 52, 53, 61

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-622-5

