



GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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. 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

Geração de conhecimento e tecnologia voltados à aplicação em processos químicos e bioquímicos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 Geração de conhecimento e tecnologia voltados à aplicação em processos químicos e bioquímicos / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-566-2

DOI 10.22533/at.ed.662201811

1. Bioquímica. 2. Conhecimento. 3. Tecnologia. 4. Aplicação. 5. Processos Químicos e Bioquímicos. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 572

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

APRESENTAÇÃO

O livro “Geração de Conhecimento e Tecnologia voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos” apresenta artigos na área de pesquisa na área de Tecnologia, Ensino e desenvolvimento de processos Químicos e Bioquímicos. A obra contém 10 capítulos, que abordam temas sobre aproveitamento de resíduos agroindustriais, ensino de bioquímica, fermentação, produção de enzimas, projetos e dimensionamento de equipamentos para processos bioquímicos industriais, adsorção de corantes, preparo de membranas poliméricas, estudo de efeitos tóxicos de xenobióticos, e síntese de materiais cerâmicos nanoestruturados.

Os objetivos principais do presente livro são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas em tecnologia e processos químicos e bioquímicos de forma prática e contextualizada.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de tecnologia química, processos e ensino desses temas.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a obra “Geração de Conhecimento e Tecnologia voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS POR *STREPTOMYCES CAPOAMUS*

Tháís Santiago do Amaral
Lucas de Souza Falcão
Victória Carolina Siqueira Mena Barreto
Sergio Duvoisin Junior
Patrícia Melchionna Albuquerque
Rafael Lopes e Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6622018111

CAPÍTULO 2..... 9

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE POLIGALACTURONASE POR *ASPERGILLUS BRASILIENSIS* UTILIZANDO CASCA DE CUPUAÇU COMO SUBSTRATO

Lucas de Souza Falcão
Patrícia Melchionna Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.6622018112

CAPÍTULO 3..... 21

ATIVIDADE DE EXTENSÃO COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM BIOQUÍMICA II

Marcia Mourão Ramos Azevedo
Alexander Silva Aguiar
Walter Lucas Corrêa Santana
Idelvina Souza da Silva
Jessyca Kelly Ferreira de Sousa
Pedro Lucas das Neves de Oliveira
Manusia da Mota Rocha
Francinelza Socorro Nogueira dos Santos
Cecila Leal de Sousa
Jéssica Tayanne Ramos Azevedo
Candria Taina de Sena Duarte
Milena Dias Dorabiato
Maria Vicencia Penaforte Maia

DOI 10.22533/at.ed.6622018113

CAPÍTULO 4..... 32

ESTUDO DO EMPREGO DE PINHÃO PROVENIENTE DA *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) PARA PRODUÇÃO DE VODCA

Victor Erpen Broering
Darlan Nardi
Sabrina de Bona Sartor

DOI 10.22533/at.ed.6622018114

CAPÍTULO 5..... 40

PROJETO DE INDÚSTRIA CERVEJEIRA: DA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ECONÔMICO

AO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

Carolina Smaniotto Fronza
Dinalva Schein
Gabriela Aline Kroetz Bremm
Enrique Chaves Peres
Andréia Monique Lermen
Naiara Jacinta Clerici
Júlia Cristina Diel

DOI 10.22533/at.ed.6622018115

CAPÍTULO 6..... **52**

BIORREATORES DE LEITO EMPACOTADO PARA FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO: UM PANORAMA ATUAL DO ESTADO DA ARTE

Natalia Alvarez Rodrigues
Danielle Otani Marques de Sá
Fernanda Perpétua Casciatori

DOI 10.22533/at.ed.6622018116

CAPÍTULO 7..... **65**

ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM ARGILA ORGANOFÍLICA COMERCIAL

Ramiro Picoli Nippes
Tháisa Frossard Coslop
Fernando Henrique da Silva
Gabriela Nascimento da Silva
Paula Derksen Macruz
Patricia Lacchi da Silva
Mara Heloísa Neves Olsen Scaliante

DOI 10.22533/at.ed.6622018117

CAPÍTULO 8..... **78**

PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE POLIAMIDA 11 PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DE REÚSO

Rayanne Penha Wandenkolken Lima
Eloi Alves da Silva Filho
Camila Alves Schimidel

DOI 10.22533/at.ed.6622018118

CAPÍTULO 9..... **89**

EFEITOS TÓXICOS DE XENOBIÓTICOS ORIUNDOS DE COSMÉTICOS

Sara Gabrielle Moreira Barroso
Manuela Ferreira de Pinho
Ríndhala Jadão Rocha Falcão
Daniel Rocha Pereira
Ronildson Lima Luz
Monique Santos do Carmo

DOI 10.22533/at.ed.6622018119

CAPÍTULO 10.....	100
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE PSEDOBOEMITA (PB) ESTRUTURADA COM NANOCARGA CONTENDO ÓXIDO DE GRAFENO (GO)	
Fábio Jesus Moreira de Almeida	
Antonio Hortencio Munhoz Jr	
Bruno Luís Soares de Lima	
Igor José Dester Ladeira	
Karina Laura Fernandes Cardoso	
Leila Figueiredo de Miranda	
Nei Carlos Oliveira Souza	
DOI 10.22533/at.ed.66220181110	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	132
ÍNDICE REMISSIVO.....	133

CAPÍTULO 2

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE POLIGALACTURONASE POR *ASPERGILLUS BRASILIENSIS* UTILIZANDO CASCA DE CUPUAÇU COMO SUBSTRATO

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Lucas de Souza Falcão

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Ciências da Saúde Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/5773105726389744>

Patrícia Melchionna Albuquerque

Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia Manaus – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/1177407730126204>

RESUMO: Resíduos como cascas de frutas possuem o potencial de serem utilizados como substrato sólido em bioprocessos, uma vez que por meio do cultivo microbiano essa biomassa pode ser convertida em produtos de alto valor agregado, como as enzimas hidrolíticas. As pectinases são hidrolases de grande aplicação industrial, em especial na indústria de alimentos e bebidas. Neste trabalho avaliou-se a produção da enzima poligalacturonase pelo fungo *Aspergillus brasiliensis*, utilizando cascas de cupuaçu como substrato. Os resíduos foram secos a 45°C por 7 dias e moídos. Para avaliação das variáveis mais significativas para o bioprocessamento foi realizado um planejamento experimental fatorial 2⁵⁻¹. O cultivo do fungo *A. brasiliensis* ATCC 16404 foi realizado em 7 g de resíduo sólido, com soluções de nutrientes em concentrações pré-determinadas. Após a

extração das enzimas foi avaliada a atividade enzimática por meio do método do DNS. A maior atividade de poligalacturonase obtida foi de 6,94 U/mL, com o experimento a 30°C, 8 dias de cultivo, 80% de umidade, 3% de fonte de fósforo e 6% de fonte de nitrogênio. As variáveis mais significativas foram: concentração de fósforo, que teve uma influência positiva, o tempo de cultivo e a concentração de nitrogênio, que tiveram efeito negativo, além de 7 interações entre variáveis. Conclui-se assim que, visando a otimização do bioprocessamento e aumento da produção enzimática, deve-se testar faixas superiores de concentração de fósforo, e inferiores de tempo de cultivo e fonte de nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE: Bioprocessos, pectinases, resíduos agroindustriais.

POLYGALACTURONASE PRODUCTION BY *ASPERGILLUS BRASILIENSIS* USING CUPUASSU PEEL AS SUBSTRATE

ABSTRACT: Residues, such as fruit peels, have the potential to be utilized as solid substrates in bioprocesses, since they can be converted using microorganisms in high-value products, such as hydrolytic enzymes. Pectinases are hydrolytic enzymes with many industrial applications, especially in food and beverage industries. In this study, we evaluated the production of polygalacturonase using the fungi *Aspergillus brasiliensis* and cupuassu shells as substrate. The residues were dried at 45°C for 7 days and then milled. To evaluate the most significant variables in the bioprocess, a 2⁵⁻¹ factorial experimental design was used. The cultivation

of *A. brasiliensis* ATCC 16404 was performed on 7 g of solid residue with nutrient solutions in pre-determined conditions. After the enzymatic extraction, we evaluated the enzymatic activity using the DNS method. The highest polygalacturonase activity obtained was 6.94 U/mL, at 30°C, after 8 days of growth, 80% humidity, 3% phosphorus supplementation and 6% nitrogen supplementation. The most significant variables were the phosphorus concentration, which had a positive influence, the time of growth and the nitrogen concentration which had a negative influence, as well as 7 interactions among the variables. Thus, in order to optimize and improve the enzymatic production, higher values of phosphorus concentration and lower values of time of growth and nitrogen concentration should be tested.

KEYWORDS: Bioprocess, pectinase, agro-industrial residues.

1 | INTRODUÇÃO

Muitas definições já foram usadas para descrever um bioprocesso em fase sólida. Segundo Pandey et al. (2003) é um processo fermentativo envolvendo sólidos na ausência (ou quase ausência) de água; já segundo Rahardjo et al. (2006) é um processo no qual o crescimento microbiano ocorre em um substrato úmido com umidade suficiente para manter o crescimento e o metabolismo microbiano. No entanto, a maior parte das definições concordam que é um processo de fermentação microbiana que ocorre na ausência (ou quase) de água. Mesmo sendo um processo utilizado há milhares de anos, somente na parte final do último século aconteceu realmente uma expansão no desenvolvimento de novas tecnologias envolvendo os bioprocessos em fase sólida, muito utilizado para a produção de alimentos, enzimas hidrolíticas, ácidos orgânicos, biopesticidas, entre outros, sendo também utilizado na indústria farmacêutica e também na alimentícia, para modificação de sabores (MANAN e WEBB, 2017).

Dentre os fatores que influenciam a eficiência do cultivo em meio sólido, pode-se destacar a umidade inicial do substrato, onde baixos níveis podem dificultar o acesso aos nutrientes, inibindo o crescimento microbiano, enquanto que, níveis muito altos podem levar à inibição da atividade enzimática. Estudos demonstram que o nível de umidade inicial do substrato pode ser complementado de acordo com a necessidade. Outros fatores podem limitar a atividade enzimática durante a fermentação sólida, como o tamanho das partículas, o que interfere especialmente na área de contato que o microrganismo terá com os nutrientes; o pH, que pode causar a desnaturação das enzimas e uma diminuição em sua produção; e a temperatura, que interfere no crescimento microbiano e na produção enzimática (MAURYA, 2012).

A escolha do substrato utilizado e do microrganismo são os fatores mais relevantes para o bioprocesso em fase sólida. A seleção do substrato depende de fatores como custo de produção e disponibilidade do material. Dessa forma, é importante a busca por resíduos agroindustriais abundantes que possam ser aplicados como substrato (SOCCOL et al., 2017; KETIPALLY e RAGHU, 2018).

Meios de cultura sintéticos possuem alto custo, especialmente quando comparados a resíduos agroindustriais, que normalmente são biomassas lignocelulósicas ricas em carbono, possibilitando assim o seu uso como substrato para bioprocessos. Os resíduos são especialmente interessantes em bioprocessos de fase sólida, levando assim à redução do custo de produção de um grande número de metabólitos de interesse industrial, incluindo as enzimas hidrolíticas (HANSEN et al., 2015; ARAÚJO, MACHADO e VILARILHO, 2019).

As enzimas hidrolíticas são agentes biocatalíticos que clivam ligações químicas. Estas enzimas são produzidas por uma grande diversidade de espécies, em meio líquido e em meio sólido, e atuam sobre diferentes substratos. As pectinases, dentre as quais tem-se a poligalacturonase, são enzimas que catalisam a degradação de substâncias pécticas. São muito utilizadas na indústria alimentícia, auxiliando a extração de sucos, fermentação do café e de chá, extração de óleos e na produção de vinho. As pectinases representam por volta 10% do total de enzimas produzidas mundialmente (KHATRI et al., 2015; GUPTA et al., 2016; SINGH, 2016; KAMALAMBIGESWARI et al., 2018).

A necessidade de se obter enzimas de maneira economicamente viável motiva a busca por matérias-primas renováveis de baixo custo para seu processo de produção, uma vez que seu custo é um dos fatores limitantes para a sua utilização (ANWAR, GULFRAZ E IRSHAD, 2014). Sendo assim, neste trabalho foram determinadas as variáveis que influenciam a produção de poligalacturonase pelo fungo *Aspergillus brasiliensis* utilizando cascas de cupuaçu como substrato para o bioprocessos em fase sólida.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Resíduo Sólido

Cascas de *Theobroma grandiflorum* (cupuaçu) foram utilizadas como substrato em bioprocessos em fase sólida. Os frutos foram obtidos em uma feira de Manaus-AM. Após obtenção das cascas, o material foi seco em estufa com circulação de ar forçada por 7 dias a 45°C e posteriormente foi triturado em moinho de facas com tela de 3 mm.

2.2 Preparo do Inóculo

Foi utilizada a espécie *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404. O fungo foi mantido em meio batata-água-dextrose (BDA), e repicado periodicamente. Para o preparo do inóculo, o fungo foi cultivado em BDA e incubado em estufa BOD durante sete dias a 28°C. A partir das placas cultivadas com o fungo esporulado, foi preparada a suspensão de esporos, padronizada a 1×10^7 esporos/mL, utilizando câmara de Neubauer.

2.3 Estudo das Variáveis de Cultivo

O fungo foi cultivado em 7 g do resíduo sólido, complementado com soluções contendo a quantidade determinada de nutrientes e incubado em BOD. Para avaliar o efeito das diferentes concentrações das fontes de nitrogênio e de fósforo, diferentes

percentagens de NH_4NO_3 e KH_2PO_4 foram avaliadas, assim como a quantidade de água adicionada aos substratos secos e moídos, para avaliação de diferentes umidades. Tempo e temperatura também foram avaliados, a fim de se encontrar as condições de cultivo que proporcionassem as maiores atividades enzimáticas. Após o cultivo, realizou-se a extração enzimática através de adição de 20 mL de água destilada e filtração a vácuo com auxílio de funil de Büchner. As amostras foram então armazenadas em freezer para posterior avaliação da atividade enzimática.

Para avaliação da influência das variáveis foi realizado um planejamento experimental fracionado 2^{5-1} . Os níveis das variáveis foram: Temperatura (T) 30°C (-1) e 34°C (+1); tempo (t) 8 dias (-1) e 14 dias (+1); fonte de Nitrogênio (N) 3% (-1) e 6% (+1); fonte de Fósforo (P) 0% (-1) e 3% (+1); e Umidade (U) 60% (-1) e 80% (+1). Para a análise dos dados utilizou-se o software Statistica10.0, com $p < 0,05$.

2.4 Ensaio de Atividade de Poligalacturonase

Para a avaliação da atividade pectinolítica, foi utilizada a metodologia descrita por Phutela e colaboradores (2005), com adaptações. Os testes consistiram na adição de 125 μL de extrato enzimático bruto e 125 μL de substrato (ácido poligalacturônico). As soluções foram então incubadas em banho-maria por 40 min a 37°C e posteriormente foram adicionados 250 μL de DNS para determinação dos açúcares redutores (MILLER, 1959). As amostras foram então incubadas novamente por 5 min a 100°C para desativação das enzimas. Após resfriamento e adição de 500 μL de água destilada foram feitas as leituras da absorbância em espectrofotômetro a 540 nm para determinação da atividade enzimática, com o auxílio de uma curva padrão de ácido D-galacturônico. Uma unidade de atividade enzimática (U) foi definida como a quantidade de enzima necessária para que seja formado 1 μmol de ácido D-galacturônico por mL de extrato enzimático.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior atividade de poligalacturonase foi obtida no ensaio 13 do planejamento experimental, atingindo 6,94 U/mL, como pode ser observado na Tabela 1. Este resultado é semelhante a outros encontrados na literatura, como no trabalho desenvolvido por Barman e colaboradores (2015) onde se obteve a produção de pectinases de *Aspergillus niger* utilizando cascas de banana como substrato (6,6 U/mL).

As variáveis foram analisadas quanto a sua influência sobre a produção de poligalacturonase ($p < 0,05$), como pode ser observado no diagrama de Pareto na Figura 1. Três variáveis isoladas foram definidas como significativas para a produção de poligalacturonase, além de outras 7 interações entre variáveis, demonstradas em gráficos de superfície de resposta (Figuras 2 a 8).

Ensaio	VARIÁVEIS CODIFICADAS					AP (U/mL)
	T (°C)	t (dias)	N (%)	P (%)	U (%)	
1	-1	-1	-1	-1	+1	4,93
2	+1	-1	-1	-1	-1	5,50
3	-1	+1	-1	-1	-1	6,79
4	+1	+1	-1	-1	+1	4,09
5	-1	-1	+1	-1	-1	4,69
6	+1	-1	+1	-1	+1	6,51
7	-1	+1	+1	-1	+1	0,00
8	+1	+1	+1	-1	-1	1,97
9	-1	-1	-1	+1	-1	5,18
10	+1	-1	-1	+1	+1	5,58
11	-1	+1	-1	+1	+1	5,62
12	+1	+1	-1	+1	-1	5,89
13	-1	-1	+1	+1	+1	6,94
14	+1	-1	+1	+1	-1	6,46
15	-1	+1	+1	+1	-1	4,85
16	+1	+1	+1	+1	+1	6,03
17	0	0	0	0	0	5,18
18	0	0	0	0	0	5,36
19	0	0	0	0	0	5,66

Tabela 1 - Atividade enzimática de poligalacturonase obtida a partir do planejamento experimental fatorial fracionado 2⁵⁻¹.

T = temperatura (°C); t = tempo (dias); N = nitrogênio (NH₄NO₃); P = fósforo (KH₂PO₄); U = umidade (%); AP= Atividade de poligalacturonase (U/mL).

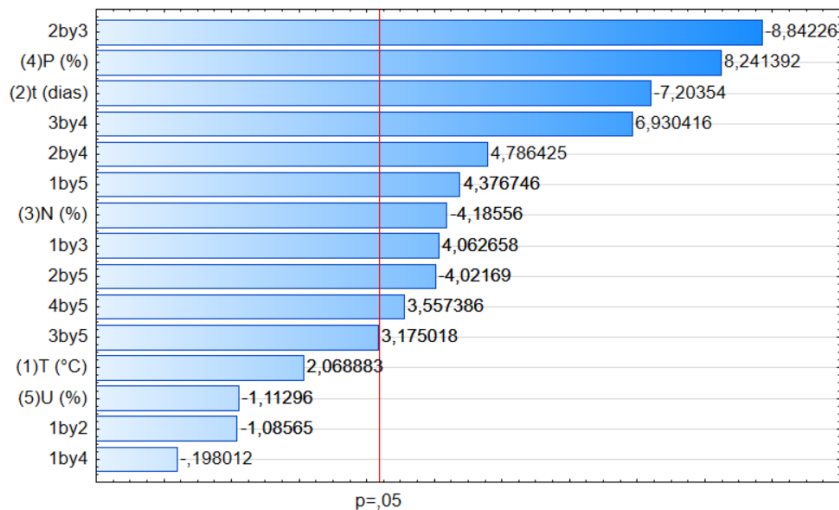


Figura 1 - Diagrama de Pareto para a atividade de poligalacturonase obtida através de cultivo do fungo *Aspergillus brasiliensis* em resíduo de cupuaçu.

T = temperatura (°C); (2) t = tempo (dias); (3) N = fonte de nitrogênio (NH_4NO_3); (4) P = fonte de fósforo (KH_2PO_4); (5) U = umidade (%).

Na Figura 2 pode-se observar que um menor tempo de cultivo, simultaneamente com uma maior concentração da fonte de nitrogênio, pode gerar um aumento da atividade enzimática.

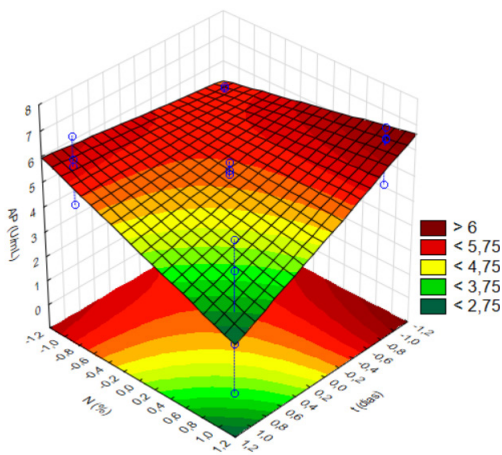


Figura 2 – Superfície de resposta para a atividade de poligalacturonase em função das variáveis “fonte de nitrogênio” e “tempo de cultivo”.

AP = atividade de poligalacturonase; N = fonte de nitrogênio (NH_4NO_3); t = tempo de cultivo.

Na interação entre as variáveis “fonte de nitrogênio” e “fonte de fósforo”, presente na Figura 3, pode-se observar que os maiores níveis de atividade enzimática estão presentes quando as concentrações de ambos os nutrientes estão mais altas, no entanto, é importante ressaltar que mesmo em regiões de menor concentração de nitrogênio, a atividade enzimática ainda se mantém relativamente alta.

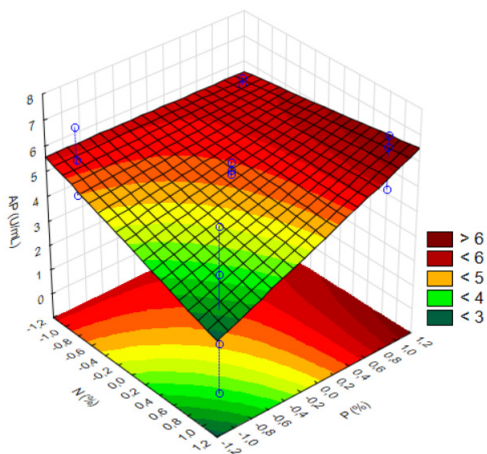


Figura 3 – Superfície de resposta para a atividade de poligalacturonase em função das variáveis “fonte de nitrogênio” e “fonte de fósforo”.

AP = atividade de poligalacturonase; N = fonte de nitrogênio (NH_4NO_3); P = fonte de fósforo (KH_2PO_4).

Na Figura 4 pode-se observar que os maiores níveis de atividade enzimática estão presentes quando se tem menores tempos de cultivo e maiores concentrações de suplementação de fósforo.

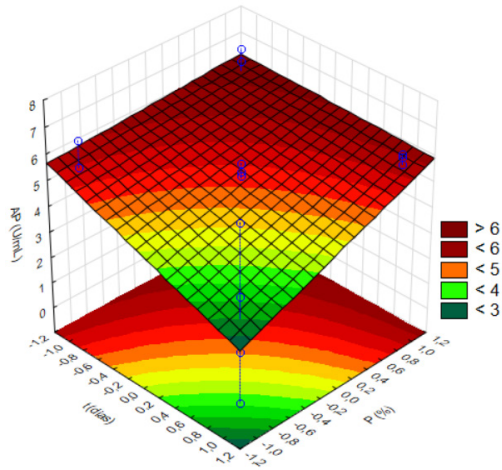


Figura 4 – Superfície de resposta para a atividade de poligalacturonase em função das variáveis “tempo de cultivo” e “fonte de fósforo”.

AP = atividade de poligalacturonase; t = tempo de cultivo; P = fonte de fósforo (KH_2PO_4).

Na interação entre umidade e temperatura, representada no gráfico de superfície de resposta na Figura 5, existem duas regiões de alta atividade enzimática, no entanto, esta se mostra levemente superior na região de alta temperatura e alta umidade.

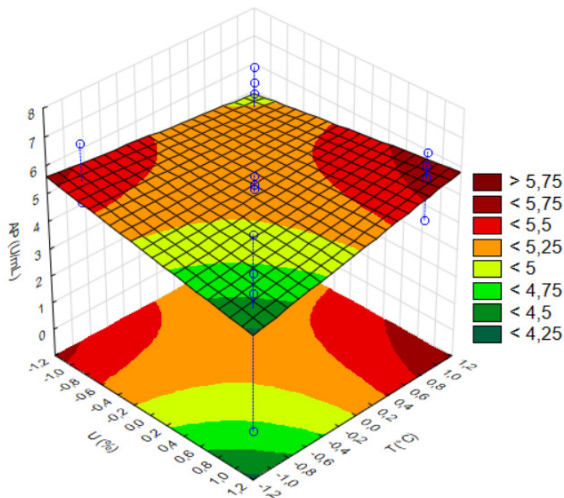


Figura 5 – Superfície de resposta para a atividade de poligalacturonase em função das variáveis “umidade” e “temperatura”.

AP = atividade de poligalacturonase; U = umidade; T = temperatura.

Na Figura 6, onde está sendo representada a interação entre temperatura e concentração de nitrogênio, pode-se observar que baixas concentrações de nitrogênio favorecem uma alta atividade enzimática, especialmente quando em interação com baixas temperaturas.

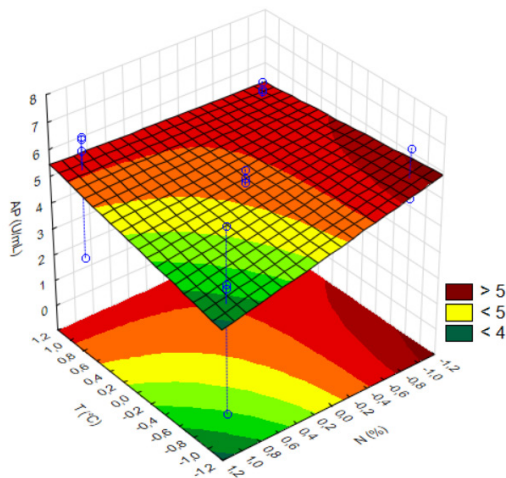


Figura 6 – Superfície de resposta para a atividade de poligalacturonase em função das variáveis “temperatura” e “fonte de nitrogênio”.

AP = atividade de poligalacturonase; T = temperatura; N = fonte de nitrogênio (NH_4NO_3).

Na interação entre a umidade e o tempo de cultivo, representada na Figura 7, pode-se observar que altos níveis de umidade e menores tempos de cultivo levam a uma maior atividade enzimática.

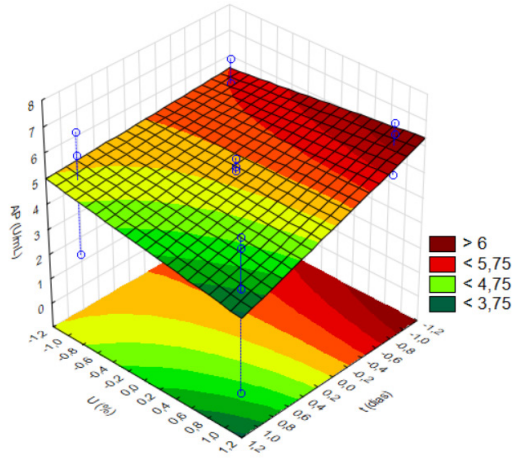


Figura 7 – Superfície de resposta para a atividade de poligalacturonase em função das variáveis “umidade” e “tempo de cultivo”.

AP = atividade de poligalacturonase; U = umidade; t = tempo de cultivo.

Na Figura 8, pode-se observar que altas concentrações de suplementação de fósforo e altos níveis de umidade levam a uma maior atividade enzimática.

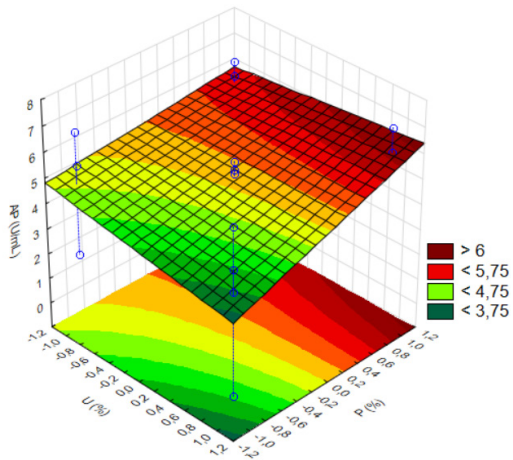


Figura 8 – Superfície de resposta para a atividade de poligalacturonase em função das variáveis “umidade” e “fonte de fósforo”.

AP = atividade de poligalacturonase; U = umidade; P = fonte de fósforo (KH_2PO_4).

El Enshasy e colaboradores (2018) também obtiveram como variáveis significativas as concentrações de nitrogênio e de fósforo, além da fonte de carbono. Os autores obtiveram uma atividade enzimática 2,8 vezes maior que a obtida inicialmente após o uso de planejamento experimental, corroborando a importância desta ferramenta para a otimização das condições de cultivo visando a produção de enzimas.

Por meio do diagrama de Pareto e dos gráficos de superfície de reposta pode-se observar que a variável concentração de fósforo deve ser aumentada em etapas posteriores da otimização, uma vez que este fator apresentou um efeito positivo isoladamente e em interações com outras variáveis, como na interação de concentração de fósforo e concentração de nitrogênio, além de concentração de fósforo e tempo de cultivo. Já as variáveis tempo de cultivo e concentração de nitrogênio tiveram um efeito negativo na produção de poligalacturonase, de forma que devem ser testados cultivos mais curtos e com uma menor suplementação de nitrogênio. Além disso, a temperatura e a umidade devem ser mantidas em seus níveis mais altos, como visto na interação entre ambas as variáveis e nas interações entre umidade e tempo de cultivo e entre umidade e concentração de fósforo.

CONCLUSÕES

A casca de cupuaçu se mostrou um resíduo adequado para a produção de poligalacturonase, sendo as variáveis mais significantes para o bioprocessamento a concentração de fósforo, o tempo de cultivo e a concentração de nitrogênio, sendo então necessária a otimização dessas condições para uma maior produção de poligalacturonase pelo fungo *A. brasiliensis*.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, FAPEAM e ao grupo de pesquisa Química Aplicada à Tecnologia da UEA.

REFERÊNCIAS

ANWAR, Z.; GULFRAZ, M.; IRSHAD, M. **Agro-industrial lignocellulosic biomass a key to unlock the future bio-energy: A brief review**. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, v. 7, p. 163-173, 2014.

ARAÚJO, D. J. C.; MACHADO, A. V.; VILARINHO, M. C. L. G. **Availability and suitability of agroindustrial residues as feedstock for cellulose-based materials: Brazil case study**. Waste and Biomass Valorization, v. 10, p. 2863-2878, 2019.

BARMAN, S.; SIT, N.; BADWAIK, L.S.; DEKA, S.C. **Pectinase production by *Aspergillus niger* using banana (*Musa balbisiana*) peel as substrate and its effect on clarification of banana juice**. Journal of Food Science and Technology, v. 52, n. 6, p. 3579-3589, 2015.

EL ENSHASY, H. A.; ELSAYED, E. A.; SUHAIMI, N.; MALEK, R. A.; ESAWY, M. **Bioprocess optimization for pectinase production using *Aspergillus niger* in a submerged cultivation system.** BMC Biotechnology, p. 18-71, 2018.

GUPTA, V. K.; KUBICEK, C. P.; BERRIN, J. G.; WILSON, D. W.; COUTURIER, M.; BERLIN, A.; FILHO, E. X. F.; EZEJI, T. **Fungal Enzymes for Bio-Products from Sustainable and Waste Biomass.** Trends in Biochemical Sciences, v. 41, p. 631-645. 2016.

HANSEN, G. H.; LÜBECK, M.; FRISVAD, J. C.; LÜBECK. **Production of cellulolytic enzymes from ascomycetes: Comparison of solid state and submerged fermentation.** Process Biochemistry, v. 50, p.1327-1341, 2015.

KAMALAMBIGSWARI, R.; YADAV, S. A.; SIVASWAMY, N.; USHANI, U. **Isolation, identification and optimization of pectinase producing soil fungi (*Aspergillus brasiliensis*).** International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences, v. 9, n. 3, p. 762-768, 2018.

KHATRI, B. P.; BHATTARAI, T.; SHRESTHA, S.; MAHARJAN, J. **Alkaline thermostable pectinase enzyme from *Aspergillus niger* strain MCAS2 isolated from Manaslu Conservation Area, Gorkha, Nepal.** SpringerPlus, v. 4, p. 488-496, 2015.

KETIPALLY, R.; RAM, M. R. **Optimization of Pectinase Production by *Aspergillus Oryzae* RR 103.** Current Agriculture Research Journal, v. 6, n. 1, p. 37-44, 2018.

MANAN, M. A.; WEBB, C. **Modern microbial solid state fermentation technology for future biorefineries for the production of added-value products.** Biofuel Research Journal, v. 16, p. 730-740, 2017.

MAURYA, D. P.; SINGH, D.; PRATAP, D.; MAURYA, J. P. **Optimization of solid state fermentation conditions for the production of cellulase by *Trichoderma reesei* NCIM 992.** Journal of Environmental Biology, v. 33, p. 3-8, 2012.

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar.** Analytical Chemistry, v. 31, p. 426-428, 1959.

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

PHUTELA, U.; DHUNA, V.; SANDHU, S.; CHADHA, B. S. **Pectinase and polygalacturonase production by a thermophilic *aspergillus fumigatus* isolated from decomposting orange peels.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 36, p. 63-69, 2005.

RAHARDJO, Y. S.; TRAMPER, J.; RINZEMA, A. **Modeling conversion and transport phenomena in solid-state fermentation: A review and perspectives.** Biotechnology Advances, v. 24, n. 2, p. 161-179, 2006.

SINGH, R.; KUMAR, M.; MITTAL, A.; MEHTA, P. K. **Microbial enzymes: industrial progress in 21st century.** 3 Biotech, v. 6, n. 174, p. 1-15, 2016.

SOCCOL, C. R.; DA COSTA, E. S. F.; LETTI, L. A. J.; KARP, S. G.; WOICIECHOWSKI, A.L.; VANDENBERGHE, L. P. S. **Recent developments and innovations in solid state fermentation.** Biotechnology Research & Innovation, v. 1, n. 1, p. 52-71, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Actinobactéria 1, 3, 4, 5, 6

Adsorção 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 101, 123

Amido 32, 34, 35, 36

Araucaria Angustifolia 32, 34, 38

Argila Organofílica 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76

Azul de Metileno 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 75, 76

B

Bagaço de Malte 1, 3, 4, 5, 42

Bioprocesso 7, 9, 10, 11, 19, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 62

Biorreator de Leito Empacotado 55

C

Cascas de Cupuaçu 9, 11

Celulases 1, 3, 6, 7, 8, 63

Cerâmica 76

Cervejaria 41, 50

Conhecimento 2, 22, 23, 26, 28, 29, 81

Corante 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 75, 76

Cosméticos 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96

Cristalização 78, 84, 85, 100, 105

D

Dimensionamento de Equipamentos 40, 41, 43, 44, 49, 50

E

Ensino e Aprendizagem 21, 22, 23

Experiência 22, 26, 28, 29, 30, 31

F

Fermentação 7, 35, 48, 49, 64

Fermentação em Estado Sólido 2, 7, 52, 53, 63, 64

M

Membranas Poliméricas 78, 80

Metodologias 22, 23, 27, 80, 81

Morfologia 78, 81, 82, 83, 84

N

Nanomateriais 101

O

Óxido de Grafeno 100, 101, 102, 103, 104, 106, 113, 114, 115, 130

P

Parâmetros Termodinâmicos 65, 74, 75, 82, 83

Pectinases 9, 11, 12, 63, 64

Pinhão 32, 34, 35, 36, 37, 38

Processo sol-gel 100

Projeto de Indústria 40, 41

Pseudoemita 100, 101, 102, 104, 109, 112, 125, 127, 129

R

Resíduo Agrícola 52

Resíduo de Abacaxi 1, 6

Resíduos Agroindustriais 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 52, 62, 64

Retorno sobre investimento 40, 43, 45, 50

Revisão de Literatura 22, 24, 91


Riscos 89, 92, 94, 96

V

Vodca 32, 34, 36, 37

X

Xenobióticos 89, 90, 91, 93, 96, 99





www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS