

Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde 2

Christiane Trevisan Slivinski
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2019

Christiane Trevisan Slivinski
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

134 Impactos das tecnologias nas ciências biológicas e da saúde 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Christiane Trevisan Slivinski. –
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das
Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-038-4

DOI 10.22533/at.ed.384191601

1. Ciências biológicas. 2. Saúde. 3. Tecnologia. I. Slivinski,
Christiane Trevisan.

CDD 620.8

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A tecnologia está ganhando cada dia mais espaço na vida das pessoas e em tudo que as cerca. Compreende-se por tecnologia todo o conhecimento técnico e científico e sua aplicação utilizando ferramentas, processos e materiais que foram criados e podem ser utilizados a partir deste conhecimento. Quando, para o desenvolvimento da tecnologia estão envolvidos sistemas biológicos, seres vivos ou seus metabólitos, passa-se a trabalhar em uma área fundamental da ciência, a Biotecnologia.

Toda produção de conhecimento em Biotecnologia envolve áreas como Biologia, Química, Engenharia, Bioquímica, Biologia Molecular, Engenharia Bioquímica, Química Industrial, entre outras, impactando diretamente no desenvolvimento das Ciências Biológicas e da Saúde. A aplicação dos resultados obtidos nos estudos em Biotecnologia está permitindo um aumento gradativo nos avanços relacionados a qualidade de vida da população, preservação da saúde e bem estar.

Neste ebook é possível identificar vários destes aspectos, onde a produção científica realizada por pesquisadores das grandes academias possuem a proposta de aplicações que podem contribuir para um melhor aproveitamento dos recursos que a natureza nos oferece, bem como encontrar novas soluções para problemas relacionados à manutenção da vida em equilíbrio.

No volume 2 são apresentados artigos relacionados a Bioquímica, Tecnologia em Saúde e as Engenharias. Inicialmente é discutida a produção e ação de biocompostos tais como ácido hialurônico, enzimas fúngicas, asparaginase, lipase, biossurfactantes, xilanase e eritritol. Em seguida são apresentados aspectos relacionados a análise do mobiliário hospitalar, uso de oxigenoterapia hospitalar, engenharia clínica, e novos equipamentos utilizados para diagnóstico. Também são apresentados artigos que trabalham com a tecnologia da informação no desenvolvimento de sistemas e equipamentos para o tratamento dos pacientes.

No volume 3 estão apresentados estudos relacionados a Biologia Molecular envolvendo a leptospirose e diabetes melitus. Também foram investigados alguns impactos da tecnologia no estudo da microcefalia, agregação plaquetária, bem como melhorias no atendimento nas clínicas e farmácias da atenção básica em saúde.

Em seguida discute-se a respeito da utilização de extratos vegetais e fúngicos na farmacologia e preservação do meio ambiente. Finalmente são questionados conceitos envolvendo Educação em Saúde, onde são propostos novos materiais didáticos para o ensino de Bioquímica, Biologia, polinização de plantas, prevenção em saúde e educação continuada.

Christiane Trevisan Slivinski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ÁCIDO HIALURÔNICO MICROBIANO: PRODUÇÃO E APLICAÇÕES	
Hanny Cristina Braga Pereira Duffeck Nicole Caldas Pan Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi	
DOI 10.22533/at.ed.3841916011	
CAPÍTULO 2	15
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS HIDROLÍTICAS DE FUNGOS ISOLADOS DE <i>EUTERPE PRECATORIA</i> MART.	
Bárbara Nunes Batista Rosiane Rodrigues Matias Ana Milena Gómez Sepúlveda Rafael Lopes e Oliveira Patrícia Melchionna Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.3841916012	
CAPÍTULO 3	26
DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS IDEAIS DE CULTIVO DE <i>STREPTOMYCES PARVULUS</i> UFPEDA 3408 PARA PRODUÇÃO DA ENZIMA L- ASPARAGINASE	
Glêzia Renata da Silva Lacerda Islan D'Eric Gonçalves da Silva Luiz Eduardo Felix de Albuquerque Wanda Juliana Lopes e Silva Suellen Emilliany Feitosa Machado Silene Carneiro do Nascimento Gláucia Manoella de Souza Lima	
DOI 10.22533/at.ed.3841916013	
CAPÍTULO 4	36
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASE DE <i>Botryosphaeria ribis</i> EC-01 EM RESÍDUO TÊXTIL	
Jéssica Borges de Oliveira Rafael Block Samulewski Josana Maria Messias Aline Thaís Bruni Aneli M. Barbosa-Dekker Robert F. H. Dekker Milena Martins Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.3841916014	
CAPÍTULO 5	42
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES EM ZEÓLITA A OBTIDAS A PARTIR DA CINZA DE BIOMASSA DA BANANEIRA	
Orlando Baron Eduardo Radovanovic Silvia Luciana Favaro Murilo Pereira Moisés Nadia Krieger Alessandra Machado Baron	
DOI 10.22533/at.ed.3841916015	

CAPÍTULO 6 48

PRODUÇÃO DE BIOSSURFACTANTES A PARTIR DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DA ESPÉCIE AMAZÔNICA *MYRCIA GUIANENSIS* E SUA TOLERÂNCIA AO ENDOSULFAN

Ana Milena Gómez Sepúlveda
Sergio Duvoisin Junior
Patrícia Melchionna Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.3841916016

CAPÍTULO 7 60

PRODUÇÃO E EXTRAÇÃO DE LIPASES DE *Penicillium corylophilum*

Lucas Marcondes Camargo
Ricardo de Sousa Rodrigues
Michael da Conceição de Castro
Josiane Geraldelo da Silva
Patrícia Salomão Garcia
Milena Martins Andrade
Alessandra Machado Baron

DOI 10.22533/at.ed.3841916017

CAPÍTULO 8 66

SELEÇÃO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DE *MYRCIA GUIANENSIS* PRODUTORES DE XILANASE

Rosiane Rodrigues Matias
Ana Milena Gómez Sepúlveda
Bárbara Nunes Batista
Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena
Patrícia Melchionna Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.3841916018

CAPÍTULO 9 75

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO MILHOCINA COMO FONTE DE VITAMINAS E NITROGÊNIO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO DE ERITRITOL POR *Yarrowia lipolytica*

Luana Vieira da Silva
Maria Alice Zarur Coelho
Priscilla Filomena Fonseca Amaral
Patrick Fickers

DOI 10.22533/at.ed.3841916019

CAPÍTULO 10 84

ANÁLISE DE MOBILIÁRIO HOSPITALAR COM INCIDÊNCIA EM EVENTOS ADVERSOS

Lígia Reis Nóbrega
Selma Terezinha Milagre

DOI 10.22533/at.ed.38419160110

CAPÍTULO 11 88

ANÁLISE DO PROCESSO TECNOLÓGICO EM SAÚDE NO SERVIÇO DE OXIGENOTERAPIA DOMICILIAR

Bruno Pires Bastos
Renato Garcia Ojeda

DOI 10.22533/at.ed.38419160111

CAPÍTULO 12	98
CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA RECENTE SOBRE A ODONTOLOGIA HOSPITALAR NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
Wagner Couto Assis Adriano Santos Sousa Oliveira Danilo Lyrio de Oliveira Ismar Eduardo Martins Filho Alba Benemerita Alves Vilela	
DOI 10.22533/at.ed.38419160112	
CAPÍTULO 13	111
CARACTERIZAÇÃO DE PACIENTES COM ÚLCERA DE PÉ DIABÉTICO ATENDIDOS EM HOSPITAIS DA REDE PÚBLICA DE SÃO LUÍS MARANHÃO	
Kezia Cristina Batista dos Santos Tamires Barradas Cavalcante Patrícia Amorim Danda Gabriela Sellen Campos Ribeiro Adrielly Haiany Coimbra Feitosa	
DOI 10.22533/at.ed.38419160113	
CAPÍTULO 14	123
APLICAÇÃO DE RTOS NA CRIAÇÃO DE DISPOSITIVO ELETROMÉDICO PARA AVALIAÇÃO DO BLOQUEIO NEUROMUSCULAR INTRAOPERATÓRIO	
Matheus Leitzke Pinto Gustavo Ott Mauricio Campelo Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.38419160114	
CAPÍTULO 15	138
ATUAÇÃO DO SETOR DE ENGENHARIA CLÍNICA: UM ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ONOFRE LOPES	
Camila Beatriz Souza de Medeiros Taline dos Santos Nóbrega Beatriz Stransky	
DOI 10.22533/at.ed.38419160115	
CAPÍTULO 16	147
AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA UMA CADEIRA DE RODAS	
Samuel Roberto Marcondes Aline Camile Stelf	
DOI 10.22533/at.ed.38419160116	
CAPÍTULO 17	154
CLASSIFICAÇÃO DE EEG COM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS UTILIZANDO ALGORITMOS DE TREINAMENTO DO TIPO <i>EXTREME LEARNING MACHINE E BACK-PROPAGATION</i>	
Tatiana Saldanha Tavares Francisco Assis de Oliveira Nascimento Cristiano Jacques Miosso	
DOI 10.22533/at.ed.38419160117	

CAPÍTULO 18	163
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB PARA GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES	
Antonio Domingues Neto José Felício da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.38419160118	
CAPÍTULO 19	172
DETECÇÃO DE ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL ISQUÊMICO AGUDO/SUBAGUDO BASEADA NA POSIÇÃO VENTRICULAR	
Cecília Burle de Aguiar Walisson da Silva Soares Severino Aires Araújo Neto Carlos Danilo Miranda Regis	
DOI 10.22533/at.ed.38419160119	
CAPÍTULO 20	185
DETECÇÃO DE MELANOMA UTILIZANDO DESCRITORES DE HARALICK	
Marília Gabriela Alves Rodrigues Santos Marina de Oliveira Alencar Walisson da Silva Soares Cecília Burle Aguiar Carlos Danilo Miranda Regis	
DOI 10.22533/at.ed.38419160120	
CAPÍTULO 21	194
HUMAN KNEE SIMULATION USING MULTILAYER PERCEPTRON ARTIFICIAL NEURAL NETWORK	
Ithallo Junior Alves Guimarães Roberto Aguiar Lima Vera Regina Fernandes da Silva Marães Lourdes Mattos Brasil	
DOI 10.22533/at.ed.38419160121	
CAPÍTULO 22	201
INFLUÊNCIA DO FILTRO DE <i>WIENER</i> NO REALCE DE CONTRASTE DE IMAGENS MAMOGRÁFICAS USANDO FUNÇÃO SIGMOID	
Michele Fúlvia Angelo Thalita Villaron Lima Talita Conte Granado Ana Claudia Patrocínio	
DOI 10.22533/at.ed.38419160122	
CAPÍTULO 23	212
MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE BANCO DE DADOS PARA O GERENCIAMENTO DE PROPOSTAS EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM SAÚDE	
Lígia Reis Nóbrega Adriano de Oliveira Andrade Selma Terezinha Milagre	
DOI 10.22533/at.ed.38419160123	

CAPÍTULO 24 219

DETECÇÃO DE RESPOSTAS AUDITIVAS EM REGIME PERMANENTE USANDO COERÊNCIA MÚLTIPLA: OBTENÇÃO DE CONJUNTO ÓTIMO DE ELETRODOS PARA APLICAÇÃO ONLINE

Felipe Antunes
Glaucia de Moraes Silva
Brenda Ferreira da Silva Eloi
Leonardo Bonato Felix

DOI 10.22533/at.ed.38419160124

CAPÍTULO 25 227

PRÓTESE DE MEMBRO INFERIOR EM FIBRA DE CARBONO PARA USO COTIDIANO E LEVES EXERCÍCIOS

César Nunes Giracca
Tiago Moreno Volkmer

DOI 10.22533/at.ed.38419160125

CAPÍTULO 26 238

RECONSTRUÇÃO DE IMAGEM DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE DE PRÓTONS, UTILIZANDO A TRANSFORMADA INVERSA DE RADON, BASEADA EM IMAGENS GERADAS POR SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Fabrcio Loreni da Silva Cerutti
Gabriela Hoff
Marcelo Victor Wüst Zibetti
Hugo Reuters Schelin
Valeriy Viktorovich Denyak
Sergei Anatolyevich Paschuk
Ivan Evseev
Leonardo Zanin
Ediney Milhoretto

DOI 10.22533/at.ed.38419160126

CAPÍTULO 27 246

REVITALIZAÇÃO DE PROCESSADORAS AUTOMÁTICAS KODAK M35 X-OMAT PROX PROCESSOR

Fabricio Loreni da Silva Cerutti
Jesiel Ricardo dos Reis
Oseas Santos Junior
Juliana do Carmo Badelli
Andressa Caron Brey
Jorge Luis Correia da Silva
Marcelo Zibetti

DOI 10.22533/at.ed.38419160127

CAPÍTULO 28 253

SIMULADOR MATERNO FETAL

Rodrigo Lopes Rezer
Marcelo Antunes Marciano
Anderson Alves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.38419160128

CAPÍTULO 29 262

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS (CAE) NA OTIMIZAÇÃO DE PRÓTESES DE MÃO.

Francisco Gilfran Alves Milfont

Luiz Arturo Gómez Malagón

DOI 10.22533/at.ed.38419160129

SOBRE A ORGANIZADORA..... 271

IMOBILIZAÇÃO DE LIPASE DE *Botryosphaeria ribis* EC-01 EM RESÍDUO TÊXTIL

Jéssica Borges de Oliveira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Licenciatura em Química
Apucarana – Paraná

Rafael Block Samulewski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Licenciatura em Química
Apucarana – Paraná

Josana Maria Messias

Universidade de São Paulo, FFCLRP,
Departamento de Química
Ribeirão Preto – São Paulo

Aline Thaís Bruni

Universidade de São Paulo, FFCLRP,
Departamento de Química
Ribeirão Preto – São Paulo

Aneli M. Barbosa-Dekker

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Química
Londrina – Paraná

Robert F. H. Dekker

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Programa de Pós Graduação em Engenharia
Ambiental
Londrina – Paraná

Milena Martins Andrade

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Licenciatura em Química
Apucarana – Paraná

RESUMO: Atualmente as lipases apresentam amplas aplicações em diversos setores industriais. Entretanto, a aplicação destas enzimas ainda tem sido desfavorecida devido ao seu custo elevado. Portanto, pesquisas estão em desenvolvimento objetivando-se viabilizar economicamente o emprego de lipases em diferentes processos. Este trabalho objetivou desenvolver um biocatalisador de baixo custo imobilizado em resíduo têxtil. A lipase foi produzida pelo fungo *Botryosphaeria ribis* EC-01, sob fermentação submersa, utilizando-se torta de soja em condição previamente otimizada. Em seguida, a lipase foi parcialmente purificada por precipitação com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (20 %, m/v), imobilizada em resíduo têxtil utilizando-se um planejamento fatorial 2^2 . A pré-purificação demonstrou ter sido eficiente visto que a atividade específica passou de 154 para 383 U/mg. A máxima atividade de lipase imobilizada obtida foi 46,8 U/g_{TE} quando as variáveis tempo e temperatura foram 90 min e 18 °C, respectivamente. O modelo utilizado, embora não tenha sido conclusivo, foi útil para direcionar futuros experimentos.

PALAVRAS-CHAVE: torta de soja; fermentação submersa; adsorção.

ABSTRACT: Currently lipases have wide applications in several industrial sectors. The application of these enzymes, however, has still

been disadvantaged due to their high costs. Therefore, research is under development aiming to make economically feasible the use of lipases in different processes. The objective of this work was to develop a low cost biocatalyst immobilized on textile waste. Lipase was produced by the fungus, *Botryosphaeria ribis* EC-01, by submerged fermentation using soybean cake under conditions previously optimized. Lipase was partially purified by precipitation with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (20%, w/v), and immobilized on textile waste using a statistical factorial design 2^2 . Partial purification was efficient as the specific activity increased from 154 to 383 U/mg, and this significantly increased the enzyme loaded onto the support. Maximum lipase activity obtained on immobilization was 46.8 U/g_{TE} with time (90 min) and temperature (18 °C), as the most important variables. The model used, although not conclusive, was useful to direct future experiments.

KEYWORDS: soybean cake; submerged fermentation; adsorption

1 | INTRODUÇÃO

As lipases (EC 3.1.1.3; triacilglicerol acilhidrolases) têm se destacado entre as enzimas mais utilizadas industrialmente. Possuem alta capacidade catalítica em reações de hidrólise, interesterificação, transesterificação, aminólises, entre outras. Estas hidrolases são sintetizadas por plantas, animais e micro-organismos e a principal aplicação comercial tem sido em detergentes. As lipases também têm sido aplicadas na produção de biodiesel, cosméticos, ingredientes alimentares e fármacos enantioméricos, entre outras (SHARMA et al., 2001; JAEGER; EGGERT, 2004).

A utilização das lipases como biocatalisadores em alguns processos ainda é desfavorecida pelo seu custo elevado. Portanto, estratégias para contornar este inconveniente, como o uso de resíduos agroindustriais como substratos indutores para a produção de lipases têm sido empregadas. A torta de soja, por exemplo, é uma excelente fonte de nutrientes para o cultivo de micro-organismos e produção de lipases, pois pode conter até 50% de proteína, juntamente com carboidratos e lipídeos residuais (BARBOSA et al., 2011; RAMACHANDRAN et al., 2007).

A otimização da produção de lipase pelo fungo ascomiceto *B. ribis* EC-01 foi descrita utilizando-se planejamento fatorial e análise por metodologia de superfície de resposta. Altos títulos de lipase foram obtidos na condição otimizada ($76,57 \pm 7,97$ U/mL) utilizando-se torta de soja como substrato e glicerol, em água destilada. O custo de produção baseando-se nos nutrientes utilizados foi de apenas US \$ 0,42 por litro de meio de cultivo (ANDRADE et al., 2013). Outra alternativa para diminuir o custo da aplicação de lipase é imobilizá-la em suportes baratos como resíduo têxtil. No Brasil, a geração destes resíduos é estimada em 175 mil toneladas/ano e somente 36 mil toneladas são reaproveitados na produção de barbantes, novas peças de roupas e fios (ALENCAR et al., 2015).

O método de imobilização mais usado é a adsorção, pela facilidade e baixo custo. A imobilização de enzimas possibilita a fácil separação dos produtos, muitas

vezes a manutenção da atividade e aumento da estabilidade, além de proporcionar a reutilização da enzima (DALLA-VECCHIA et al., 2004; CHANG et al., 2007; JEGANNATHAN et al., 2008). Portanto, este trabalho objetivou produzir lipase por *B. ribis* EC-01, sob fermentação submersa utilizando-se torta de soja como substrato e imobilizá-la em resíduo têxtil utilizando um planejamento fatorial 2^2 para futuro uso como um biocatalisador.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

A torta de soja foi doada pela IMCOPA Importação, Exportação e Indústria de Óleos S.A (Cambé-PR). Palmitato de *p*-nitrofenila (*p*-NPP) foi adquirido de Sigma-Aldrich (EUA). Os resíduos têxteis foram provenientes dos Laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento e de Produção do Vestuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana.

2.2 Produção do inóculo e obtenção das lipases

O micro-organismo utilizado foi o *Botryosphaeria ribis* EC-01 (GenBank Accession Number DQ852308) que foi mantido em BDA inclinado a 4 °C e repicado trimestralmente. *B. ribis* EC-01 foi transferido do meio de manutenção para placas de Petri contendo meio mínimo de Vogel (1956), glucose 1% (m/v) e ágar 2 % (m/v) que foram incubadas à 28 ± 2 °C por 5 dias. Esferas de 0,7 cm de diâmetro foram cortadas e inoculadas em frascos de Erlenmeyer de 125 mL com 25 mL de meio otimizado por Andrade et al. (2013) composto por 2,4 % (m/v) de torta de soja e 4,5 % (v/v) de glicerol PA. Os cultivos foram mantidos sob agitação, em agitador orbital do tipo “shaker” a 180 rpm por 5 dias a 28 °C. Os cultivos foram interrompidos por centrifugação a 5000 rpm durante 15 min. E os sobrenadantes foram filtrados e coletados em frascos em banho de gelo. Os extratos brutos, livres de células, foram parcialmente purificados por precipitação com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (20 %, m/v), dialisados e armazenados a 4 °C.

2.3 Imobilização de lipases

A imobilização da lipase produzida foi realizada em resíduos têxteis (TE) pelo método de adsorção. O suporte (50 mg) foi deixado em contato com 5 mL de solução enzimática em tampão fosfato (37 U/mL) a 150 rpm de acordo com planejamento fatorial 2^2 (7 experimentos), avaliando-se temperaturas, de 18 a 32 °C, e tempo de contato, de 90 a 300 min. Após este procedimento, o imobilizado foi lavado duas vezes com tampão fosfato pH 8,0 (0,2 M), e água destilada. A atividade enzimática foi determinada no derivado e no sobrenadante.

2.4 Determinação da atividade de lipase e determinação da concentração de proteínas

As atividades das lipases livres e imobilizadas foram determinadas espectrofotometricamente, utilizando-se *p*-NPP como substrato, em pH 8,0, 55 °C, 2 min e 410 nm (MESSIAS et al., 2009). A unidade de atividade de lipase foi definida como a quantidade de enzima em mL que libera de 1 μ mol de *p*-NPP por minuto nas condições de ensaio acima descritas. A concentração de proteínas extracelulares foi determinada pelo método de Bradford (1976).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de lipases por *Botryosphaeria ribis* EC-01

A produção de lipases foi desenvolvida nas condições previamente otimizadas e descritas por Andrade et al. (2013), ou seja, 2,4 % (m/v) de torta de soja e 4,5 % (v/v) de glicerol PA. A Tabela 1 mostra os resultados da atividade de lipase obtidas antes e após a purificação parcial com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e também após a diálise contra água deionizada.

Amostra	U/mL	U/mg
Lipase antes da purificação parcial	47,6 \pm 1,63	154 \pm 5,29
Lipase após a purificação parcial (20%, m/v $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)	85,0 \pm 4,66	231 \pm 12,7
Lipase após a purificação parcial e diálise contra água deionizada	133 \pm 0,05	383 \pm 4,31

Tabela 1 - Atividade enzimática antes e após a purificação parcial

Após a adição de 20 % (m/v) de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ a atividade enzimática passou de 47,6 para 85,0 U/mL, revelando que a lipase foi precipitada. Após a diálise, a atividade enzimática aumentou (133 U/mL), indicando a eliminação de compostos químicos que promoviam diminuição parcial da atividade enzimática. A eficiência do processo foi confirmada com a dosagem das proteínas extracelulares: a atividade específica passou de 154 U/mg no extrato bruto inicial para 383 U/mg ao final do processo, ou seja, seu valor quase triplicou pela eliminação de outras proteínas pela precipitação com o $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, bem como outros interferentes presentes antes da diálise. Uma solução desta enzima (37,5 U/mL) foi utilizada para posterior imobilização nos suportes produzidos.

3.2 Imobilização de lipases

A imobilização da lipase de *B. ribis* EC-01 em TE foi estudada utilizando-se um planejamento estatístico. A Tabela 2 apresenta os níveis e os ensaios experimentais

do delineamento fatorial (2^2) e a variável dependente avaliada, a atividade da enzima imobilizada (U/g_{suporte}).

Experimentos	Variáveis codificadas		Respostas
	X_1	X_2	U/g_{TE}
1	-1	-1	46,8
2	-1	1	40,3
3	1	-1	31,8
4	1	1	38,3
5	0	0	38,5
6	0	0	33,7
7	0	0	39,1

Fatores	Níveis reais		
	-1	0	1
X_1 (tempo, min)	90	195	300
X_2 (temperatura, °C)	18	25	32

Tabela 2 - Imobilização de lipases de *Botryosphaeria ribis* EC-01 em resíduo têxtil

Houve variação de 31,8 a 46,8 U/g_{TE} dependendo do tempo e da temperatura empregados. A atividade máxima (46,8 U/g_{TE}) foi alcançada quando os fatores tempo (X_1) e temperatura (X_2) foram de 90 minutos e 18 °C, respectivamente.

De acordo com o modelo linear ou de 1ª ordem, menores tempos de reação melhoram a atividade de lipase imobilizada em TE ($p \leq 0,1$). O valor de $R^2 = 0,82$ e $F_{cal} > F_{tab}$ ($22,44 > 4,06$) obtidos mostraram que o modelo é confiável e estatisticamente significativo ($p \leq 0,1$). A equação preditiva (1) é mostrada abaixo, onde os termos significativos estão em negrito:

$$U/g \text{ de suporte} = \mathbf{38,36} - \mathbf{4,26} x_1 + 0,01 x_2 + 3,24 x_1 \cdot x_2 \quad (1)$$

4 | CONCLUSÕES

A purificação parcial da lipase de *B. ribis* EC-01 com 20% (m/v) de sulfato de amônio foi eficiente visto que sua atividade específica passou de 154 para 383 U/mg . A imobilização de lipases em resíduo têxtil alcançou máximo de atividade em 46,8 U/g_{TE} quando o tempo e a temperatura foram de 90 min e 18 °C; porém, este modelo não é conclusivo, apenas indicativo para novos experimentos.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. L. S.; SIMONI, J. H.; FIORELLI, M. N.; LINK, P. P.; DE ANGELIS NETO, G. Os efeitos socioambientais causados pelos resíduos sólidos das indústrias de confecções do polo moda de Maringá – PR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, p. 478-504, 2015.

ANDRADE, M. M.; BARBOSA A. M.; BOFINGER, M. R.; DEKKER R. F. H.; MESSIAS, J. M.; GUEDES, C. L. B. et al.; Lipase production by *Botryosphaeria ribis* EC-01 on soybean and castorbean meals: optimization. Immobilization and application for biodiesel production. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 170, p. 1792-1806, 2013.

BARBOSA, A.M.; MESSIAS, J.M.; ANDRADE, M. M.; DEKKER, R.F.H.; VENKATESAGOWDA, B. Soybean oil and meal as substrates for lipase production by *Botryosphaeria ribis*, and soybean oil to enhance the production of Botryosphaeran by *Botryosphaeria rhodina*. In: **Soybean, Biochemistry, Chemistry and Physiology**. p. 101-118, Tzi Bun Ng, Intech, Rijeka, Croatia, 2011.

CHANG, S.-F.; CHANG, S.-W.; YEN, Y.-H.; SHIEH, C.-J. Optimum immobilization of *Candida rugosa* lipase on Celite by RSM. **Applied Clay Science**, v. 37, p. 67-73, 2007.

DALLA-VECCHIA, R.; NASCIMENTO, M. G.; SOLDI, V. Aplicações sintéticas de lipases imobilizadas em polímeros. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 623-630, 2004.

JAEGER, K.; EGGERT, T. Enantioselective biocatalysis optimized by directed evolution. **Current Opinion in Biotechnology**, v.15, p.305–313, 2014.

JEGANNATHAN, K. R.; ABANG, S.; PONCELET, D.; CHAN, E. S.; RAVINDRA, P. Production of Biodiesel Using Immobilized Lipase-A Critical Review. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 28, p. 253-264, 2008.

MESSIAS, J. M.; COSTA, B. Z.; LIMA, V. M. G; DEKKER, R .F. H.; REZENDE, M. I.; KRIEGER, N.; BARBOSA, A. M. Screening *Botryosphaeria* species for lipases: Production of lipase by *Botryosphaeria ribis* EC-01 grown on soybean oil and other carbon sources. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 45, p. 426-431, 2009.

RAMACHANDRAN, S.; SINGH, S.; LARROCHE, C.; SOCCOL, C.R.; PANDEY, A. Oil cakes and their biotechnological applications – A review. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 2000-2009, 2007.

SHARMA, R.; CHISTI, Y.; BANERJEE, U.C. Production, purification, characterization, and applications of lipases. **Biotechnology Advances**, v.19, p.627-662, 2001.

SOBRE A ORGANIZADORA

CHRISTIANE TREVISAN SLIVINSKI Possui Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2000), Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007) e Doutorado em Ciências - Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná (2012). Tem experiência na área de Bioquímica, com ênfase em Biotecnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: inibição enzimática; fermentação em estado sólido; produção, caracterização bioquímica e purificação de proteínas (enzimas); e uso de resíduo agroindustrial para produção de biomoléculas (biossurfactantes). É professora na Universidade Estadual de Ponta Grossa nas disciplinas de Bioquímica e Química Geral desde 2006, lecionando para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas, Farmácia, Educação Física, Enfermagem, Odontologia, Química, Zootecnia, Agronomia, Engenharia de Alimentos. Também leciona no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE desde 2012 para os cursos de Fisioterapia, Odontologia, Farmácia, Nutrição, Enfermagem e Agronomia, nas disciplinas de Bioquímica, Fisiologia, Biomorfologia, Genética, Metodologia Científica, Microbiologia de Alimentos, Nutrição Normal, Trabalho de Conclusão de Curso e Tecnologia de Produtos Agropecuários. Leciona nas Faculdades UNOPAR desde 2015 para o curso de Enfermagem nas disciplinas de Ciências Celulares e Moleculares, Microbiologia e Imunologia.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-038-4



9 788572 470384