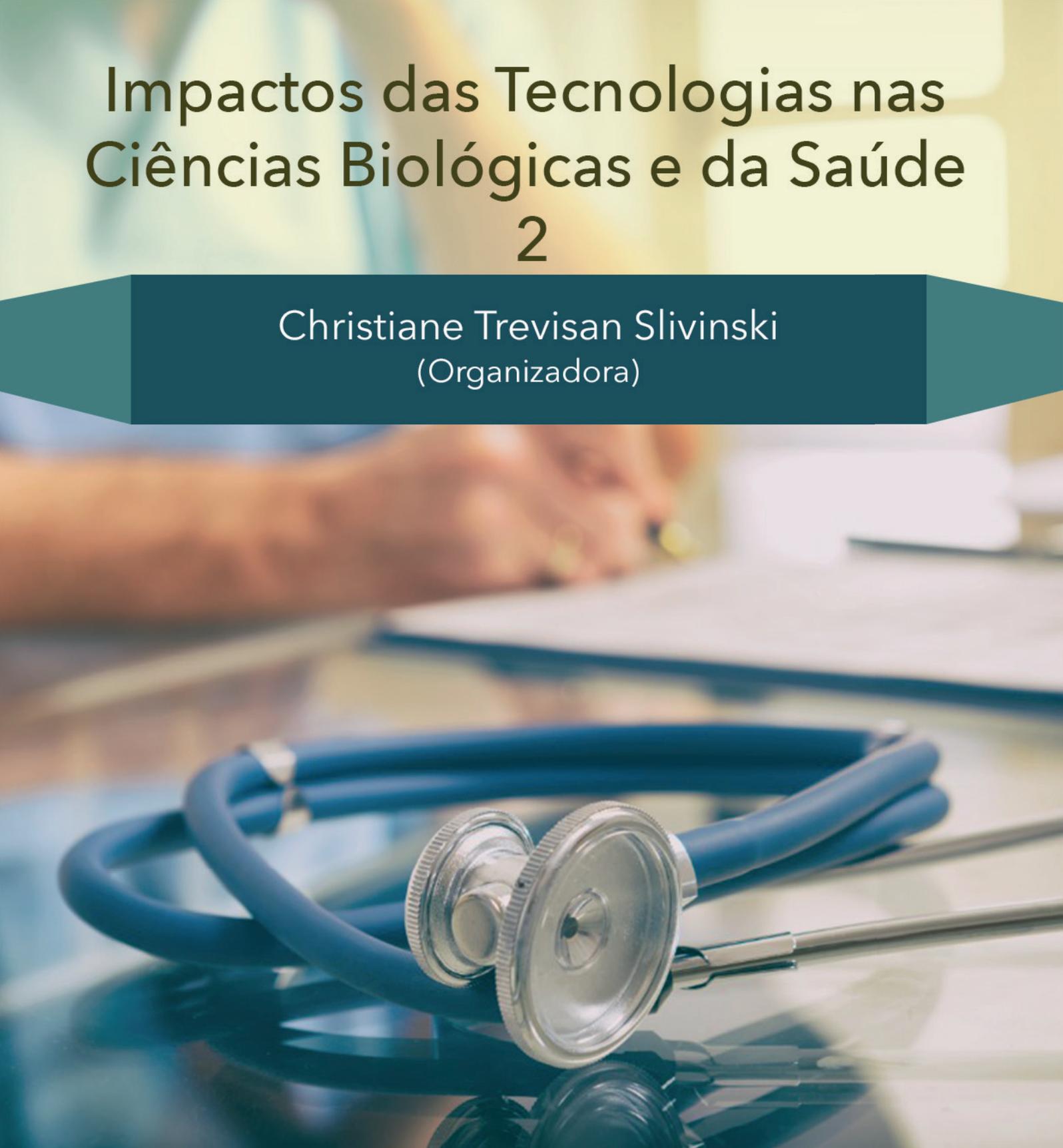


Impactos das Tecnologias nas Ciências Biológicas e da Saúde 2

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 *EXTREME LEARNING MACHINE E BACK-PROPAGATION*

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 LIPASES EM ZEÓLITA A OBTIDAS A PARTIR DA CINZA DE BIOMASSA DA BANANEIRA

Orlando Baron

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Licenciatura em Química

Apucarana – Paraná

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Química

Maringá – Paraná

Eduardo Radovanovic

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Química

Maringá – Paraná

Silvia Luciana Favaro

Universidade Estadual de Maringá, Departamento
de Engenharia Mecânica

Maringá – Paraná

Murilo Pereira Moisés

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Licenciatura em Química

Apucarana – Paraná

Nadia Krieger

Universidade Federal do Paraná, Departamento
de Química

Curitiba – Paraná

Alessandra Machado Baron

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Coordenação de Licenciatura em Química

Apucarana – Paraná

RESUMO: Lipases de *Burkholderia cepacia* LTEB11 foram imobilizadas em zeólita A

(Zeo) obtidas a partir de cinzas de folha de bananeira e aplicadas em reações de hidrólise e esterificação. Os resultados mostraram que a eficiência de imobilização (E) foi maior para a imobilização a pH 7 (79,6%). A enzima apresentou ativação após a imobilização (reações de hidrólise do pNPP) sendo maior para o pH 8 (R 317%) em relação ao pH 7 (R 184%). O rendimento em éster para a síntese do oleato de etila (em n-heptanol) em 6 horas foi de 95%; 54,5% e 25% para a enzima livre, enzima imobilizada em solução tampão fosfato pH 8 e pH 7, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: lipases, imobilização, zeólita A, biocatálise.

ABSTRACT: *Burkholderia cepacia* LTEB11 lipases were immobilized on zeolite A (Zeo) obtained from banana leaves ash and applied in hydrolysis and esterification reactions. The results showed that the immobilization efficiency (E) was higher for immobilization at pH 7 (79.6%). The enzyme showed activation after immobilization (hydrolysis reactions of pNPP) being higher for pH 8 (R 317%) than pH 7 (R 184%). The ester yield for the synthesis of ethyl oleate (in n-heptanol) in 6 hours was 95%; 54.5% and 25% for the free enzyme, immobilized enzyme in phosphate buffer pH 8 and pH 7, respectively.

KEYWORDS: lipases, immobilization, zeolite A,

biocatalysis.

1 | INTRODUÇÃO

Lipases (EC 3.1.1.3) têm grande aplicação porque são enzimas que catalisam inúmeras reações, entre as quais a hidrólise e síntese (*in vitro* e em um ambiente aquo-restrito) de ésteres, interesterificação e aminólise (DUARTE et al., 2016). O custo de produção e a manutenção da estabilidade estrutural do catalisador, durante uma reação química, limitam a utilização destes biocatalisadores. Dessa forma, a imobilização é uma alternativa para minimizar estes inconvenientes (DATTA; CHRISTENA; RAJARAM, 2013).

Diferentes suportes podem ser empregados para imobilização de enzimas, dentre eles as zeólitas (VASCONCELLOS et. al, 2012). Algumas vantagens na utilização de zeólitas como suporte para imobilização de enzimas são: grande área específica, interações eletrostáticas e troca de íons, alta resistência química e mecânica, facilidade de dispersão e recuperação (SCHERER, 2010).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi imobilizar lipases de *B. cepacia* LTEB11 em zeólita A obtidas a partir das cinzas de biomassa (folhas) de bananeira e utilizar a enzima imobilizada em reações de esterificação.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A lipase de *Burkholderia cepacia* LTEB11 (32 kDa, cedida pelo Laboratório de Tecnologia Enzimática e Biotatálise da UFPR) foi imobilizada por adsorção em zeólita A (obtida e caracterizada no LMSSEN, UEM), conforme o método proposto por Al-Duri e Yong (1999) adaptado.

A atividade enzimática foi medida através da hidrólise do palmitato de p-nitrofenila (pNPP) (WINKLER; STUCKMANN, 1979). A partir das Equações 1 e 2, foram calculados os parâmetros E (Eficiência da imobilização) e R (Retenção da atividade) (YADAV; JADHAV, 2005; BON et al., 1986):

$$E = \frac{(At_i - At_f).100}{At_i} \quad (1)$$

$$R = \frac{A_o.100}{A_r} \quad (2)$$

Sendo: At_i : atividade inicial total de hidrólise do pNPP, antes da imobilização (U);
 At_f : atividade final total de hidrólise do pNPP no sobrenadante após a imobilização (U);
 A_o : atividade observada (real) da enzima imobilizada (U g⁻¹ do suporte); A_r : atividade

teórica da enzima imobilizada ($U\ g^{-1}$ do suporte). U: unidades totais de atividade ($mmols$ do produto min^{-1}).

Estudou-se a esterificação do oleato de etila em dois sistemas reacionais: (1) n-heptano e (2) livre de solvente. Em (1) utilizou-se erlenmeyers de 25 mL com 5 mL de n-heptano, 116 μL de ácido oleico ($70\ mmol.L^{-1}$), 62 μL de etanol ($210\ mmol.L^{-1}$), 6 h em ultrassom (Cristófoli, 42 kHz, $50^{\circ}C$; ciclo com taxa de 80%). Para a síntese em sistema livre de solvente, utilizou-se 5 mL de etanol e as mesmas condições citadas anteriormente. Três preparações enzimáticas foram testadas: enzima livre (liofilizada), imobilizada a pH 7 e pH 8.

Para comparar a reação onde se empregou a enzima livre e imobilizada, adicionou-se certa quantidade da enzima, de forma que, a atividade enzimática para os dois tipos de amostras fosse equivalente ($30\ U.mL^{-1}$ do meio reacional). As reações foram acompanhadas retirando-se alíquotas de 200 mL em diferentes intervalos de tempo por 6 h. A determinação do rendimento em éster (%) foi feita pelo método de Lowry-Tinsley (1976). As reações foram feitas em duplicata.

Alguns controles foram realizados (reação de hidrólise e esterificação): (1) meio reacional sem enzima e (2) meio reacional com suporte sem a enzima. Os controles foram negativos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência da imobilização (E) foi maior quando a enzima foi imobilizada em pH 7 (79,6%). Entretanto, houve maior retenção de atividade (R) quando a enzima foi imobilizada em pH 8, e para as duas condições estudadas, R foi maior que 100% (pH 7 e 8), indicando ativação da enzima (Tabela 1).

O processo de imobilização por adsorção física depende do pH da solução enzimática, uma vez que a alteração do pH modifica as cargas da proteína: em geral, quando a carga líquida da proteína é pequena, a repulsão eletrostática entre as moléculas é minimizada e a eficiência da imobilização aumenta (CAI et al., 2016; ABDALLAH et al., 2014). Além disso, há a possibilidade de mudança conformacional da enzima em função do pH, que pode alterar a adsorção da enzima no suporte e sua atividade após a imobilização.

A maior retenção de atividade para a enzima imobilizada a pH 8 pode estar associada a menor quantidade de enzima depositada no suporte, ou seja, a adsorção ocorreria de forma mais ordenada, evitando a formação de agregados enzimáticos e minimizando os efeitos difusionais (KARIMPIL; MELO; SOUZA, 2012).

| Zeólita | E (%) ^a | A_t ($U.mg^{-1}$) | A_o ($U.mg^{-1}$) | R (%) ^b |
|---------|--------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| pH 7 | 79,6 | 0,56 | $1,03 \pm 0,05$ | 184 |
| pH 8 | 48,3 | 0,22 | $0,70 \pm 0,02$ | 318 |

Tabela 1. Eficiência da imobilização e retenção da atividade em meio aquoso da lipase de

A) Eficiência (E) (%) – Equação 1. Ensaios realizados em duplicata. b) Retenção (R) – Equação 2. c) Atividade determinada pelo método da hidrólise do pNPP em meio aquoso. Ensaios realizados em triplicata.

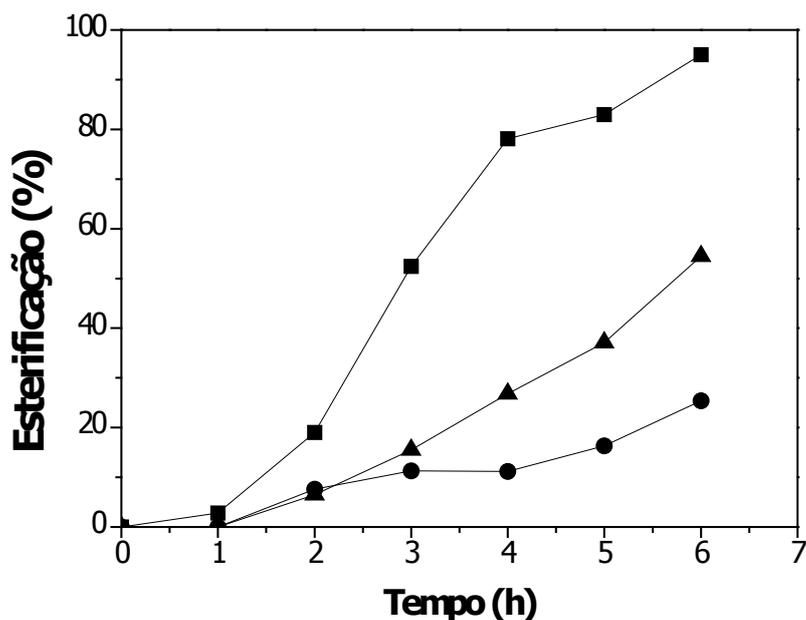


Figura 1. Síntese do oleato de etila (0,35 mmol ácido oleico) catalisada pela lipase de *Burkholderia cepacia* LTEB11 em reação assistida por ultrassom (40 kHz) a 50 °C. Condições: *n*-heptano (5 mL), 1,05 mmol de etanol, (RM 1:3); (■) enzima livre (125 mg); ZeoE em pH 8 (▲) (215 mg); em pH 7 (●) (145 mg). Reações em duplicata.

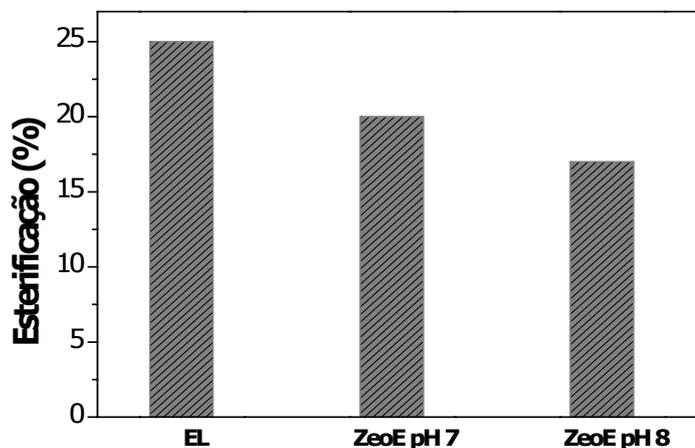


Figura 2. Síntese do oleato de etila (0,35 mmol ácido oleico) catalisada pela lipase de *Burkholderia cepacia* LTEB11 em reação assistida por ultrassom (40 kHz) a 50 °C. Condições: 5 mL de etanol (EL) enzima livre; (ZeoE) enzima imobilizada na zeólita em pH 7 e 8; 150 U em cada reação (atividade de hidrólise em pNPP aquoso). Reações em duplicata.

A eficiência catalítica da lipase de *B. cepacia* LTEB11 imobilizada na zeólita A para as reações de esterificação do oleato de etila contendo o *n*-heptano e etanol como meio reacional mostraram que, para o primeiro caso, (Figura 1), foi obtida uma conversão de 95% em éster (6 h) para a enzima livre, seguido da ZeoE a pH 8 (54,5%, 6h). Este resultado pode ser explicado por ocorrência de mudanças conformacionais

da enzima pela presença do solvente hidrofóbico (LIU et al., 2010).

Quando o co-solvente foi eliminado do meio reacional as conversões em éster foram de 25%, 20,2% e 17% (5 h de reação), para a EL, ZeoE pH 7 e ZeoE pH 8, respectivamente (Figura 2). A cinética foi acompanhada durante 6 h, porém, a produção de éster foi observada somente a partir de 5 h e manteve-se constante. A interação direta do solvente com a água essencial em torno da molécula da enzima é capaz de retirar a camada de hidratação da enzima, provocando a perda ou a diminuição das propriedades catalíticas por inativação ou desnaturação (VERDASCO-MARTÍN et al., 2016; SAMUKAWA et al., 2000).

4 | CONCLUSÕES

Este trabalho procurou contribuir com o gerenciamento eco-amigável de resíduos sólidos (cinzas das folhas da bananeira) agregando valor ao imobilizar lipases de *B.cepacia* em zeólita A. Os resultados mostraram que a retenção da atividade foi superior a 100% e apesar da enzima imobilizada ter apresentado eficiência catalítica em meio orgânico inferior à enzima livre, estudos de reutilização e estabilidade da enzima imobilizada podem justificar a utilização da Zeo A como um suporte para imobilização de lipases.

AGRADECIMENTOS

CNPq, UEM e UTFPR.

REFERÊNCIAS

ABDALLAH, N. H.; SCHLUMPBERGER, M.; GAFFNEY, D. A.; HANRAHAN, J. P.; TOBIN, J. M.; MAGNER, E. Comparison of mesoporous silicate supports for the immobilization and activity of cytochrome and lipase. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 108, p. 82-88, 2014.

AL-DURI, B.; YONG, Y. P. Lipase immobilisation: an equilibrium study on lipases immobilised on hydrophobic and hydrophilic/ hydrophobic supports. **Biochem. Eng. J.**, v. 4, p. 207-215, 1999.

CAI, C.; GAO, Y.; LIU, Y.; ZHONG, N.; LIU, N. Immobilization of *Candida antarctica* lipase B onto SBA-15 and their application in glycerolysis for diacylglycerols synthesis. **Food Chemistry**, v. 212, p. 205-212, 2016.

DATTA, S.; CHRISTENA, L. R.; RAJARAM, Y. R. S. Enzyme immobilization: an overview on techniques and support materials. **Biotech**, v. 3, p. 1–9, 2013.

DUARTE, J. G.; LEONE-IGNACIO, K.; DA SILVA, J. A. C.; FERNANDEZ-LAFUENTE, R. FREIRE, D. M. G. Rapid determination of the synthetic activity of lipases/esterases via transesterification and esterification zymography. **Fuel**, v. 177, p. 123–129, 2016.

KARIMPIL, J. J.; MELO, J. S.; SOUZA, S. F. Immobilization of lipase on cotton cloth using the layer-

by-layer self-assembly technique. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 50, p. 300-302, 2012.

LIU, Y.; ZHANG, X.; TAN, H.; YAN, Y.; HAMEED, B. H. Effect of pretreatment by different organic solvents on esterification activity and conformation of immobilized *Pseudomonas cepacia* lipase. **Process Biochemistry**, v. 45 p. 1176–1180, 2010.

LOWRY, R. R.; TINSLEY, J. I. Rapid colorimetric determination of free fatty acids. **J. Am. Oil Chem. Society**, v. 53, p. 470-472, 1976.

SAMUKAWA, T.; KAIEDA, M.; MATSUMOTO, T.; BAN, K.; KONDO, A.; SHIMADA, Y.; NODA, H.; FUKUDA, H. Pretreatment of immobilized *Candida antarctica* lipase for biodiesel fuel production from plant oil. **J. Biosci. Bioeng.**, v. 90, p. 180-183, 2000.

SCHERER, R.P. **Estudo da imobilização de lipase comercial de pâncreas suíno em diferentes suportes inorgânicos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, Brasil, 2010.

VASCONCELLOS, A.; PAULA, A. S.; FILHO, R. A. L.; FARIAS, L. A.; GOMES, E.; ARANDA, D. A. G.; NERY, J. G. Synergistic effect in the catalytic activity of lipase *Rhizomucor miehei* immobilized on zeolites for the production of biodiesel. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 163, p. 343-355, 2012.

VERDASCO-MARTÍNA, C.M.; VILLALBA, M.; SANTOS, J.C.S.; TOBAJAS, M.; FERNANDEZ-LAFUENTE, R.; OTEROA, C. Effect of chemical modification of Novozym 435 on its performance in the alcoholysis of camelina oil. **Biochemical Engineering Journal**, v. 111, p. 75-86, 2016.

WINKLER, U.K.; STUCKMANN, M. Glycogen, Hyaluronate, and some other polysaccharides greatly enhance the formation of exolipase by *Serratia marcescens*. **J. Bacteriol.**, v. 138, n. 3, p. 663-670, 1979.

YADAV G. D.; JADHAV, S. R. Synthesis of reusable lipases by immobilization on hexagonal mesoporous silica and encapsulation in calcium alginate: Transesterification in non-aqueous medium. **Microporous Mesoporous Mat.** v. 86, n. 1-3, p. 215-222, 2005.

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