

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

**Marcelo Máximo Purificação
Miriam Ines Marchi
Nélia Maria Pontes Amado
(Organizadores)**



Atena
Editora

Ano 2020

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

**Marcelo Máximo Purificação
Miriam Ines Marchi
Nélia Maria Pontes Amado
(Organizadores)**



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof^a Dr^a 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
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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. Lilian 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. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra exploração e qualificação de diferentes tecnologias / Organizadores Marcelo Máximo Purificação, Miriam Ines Marchi, Nélia Maria Pontes Amado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-085-8 DOI 10.22533/at.ed.858200306</p> <p>1. Ciências exatas e da terra. 2. Tecnologia. I. Purificação, Marcelo Máximo. II. Marchi, Miriam Ines. III. Amado, Nélia Maria Pontes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O contexto atual nos coloca diante da assertiva da importância da ciência na resolução de problemas de ordem diversas. A (r)evolução tecnológica têm dado visibilidade a ciência e de maneira especial as Ciências Exatas e da Terra, que vêm gerando conhecimentos em diferentes eixos temáticos e perspectivas. Nesse viés, apresentamos o e-book “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias”, organizado em 15 capítulos teóricos que trazem as interfaces de vários saberes.

Um dos objetivos do e-book é promover de forma pertinente a reflexão entre as múltiplas áreas do conhecimento que transitam no eixo central das Ciências Exatas e da Terra, em contextos formais e não formais de educação. A necessidade de diálogos nessa direção é tanto maior, quanto é reconhecida a sua escassez, e olhe, que as Ciências Exatas estão entre as mais antigas das Ciências.

Os textos apresentados neste e-book, são resultados de pesquisas científicas desenvolvidas em território brasileiro. Trazem marcas de seus autores, assim como de suas áreas de formação/atuação, mas, acima de tudo, trazem respostas as suas inquietudes e problemas. Problemas esses, que na sua maioria, visam melhorar os contextos sociais.

Esperamos, que este e-book publicado pela Atena Editora, possa explicitar particularidades de conceitos nas Ciências Exatas e da Terra, apontar utilização e descrever processos e qualificação desenvolvidos com uso de diferentes tecnologias.

Isto dito, desejamos a vocês leitores, uma boa leitura.

Dr. Marcelo Máximo Purificação

Dra. Miriam Ines Marchi

Dra. Nélia Maria Pontes Amado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CHARACTERISTIC ANALYSIS OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN LIQUID MEDIA IN PLASTIC INJECTION SERVICE BY CONFORMATION	
Vagner dos Anjos Costa	
Cochiran Pereira dos Santos	
Fábio Santos de Oliveira	
Leonardo Luiz Sousa Silveira	
Fabrício Oliveira da Silva	
Janice Gomes da Silva	
Jean Kelvin Menezes	
Daniel Cruz Santos	
Manoel Victor da Silva Sousa	
Vinícius José dos Santos	
Everton Viana Soares	
Mackson Flávio dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8582003061	
CAPÍTULO 2	13
COMPARAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CINCO MARCAS COMERCIAIS DE PRESERVATIVOS MASCULINOS	
Rômulo Queiroz Fratari	
Jorge Trota Filho	
Sérgio Pinheiro de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8582003062	
CAPÍTULO 3	22
CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTO DO RIBEIRÃO SAMAMBAIA EM CATALÃO (GO)	
Alynne Lara de Souza	
Antover Panazzolo Sarmento	
Maria Rita de Cassia Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8582003063	
CAPÍTULO 4	30
DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA COMPUTACIONAL EM MATLAB PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE CONDUÇÃO EM ALETAS	
Anelize Terroni Teixeira	
Santiago Del Rio Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8582003064	
CAPÍTULO 5	44
ESTUDO PRELIMINAR PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO MODELO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO, SANTARÉM-PA	
Alef Régis Lima	
Arthur Almeida Silva	
Poliana Felix de Souza	
Sérgio Gouvêa de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8582003065	

CAPÍTULO 6	49
DETERMINAÇÃO DE GLICEROL EM BIODIESEL A PARTIR DE UM MÉTODO ELETROQUÍMICO EM MICROEMULSÃO	
João Pedro Jenson de Oliveira	
Acelino Cardoso de Sá	
Miguel Sales Porto de Sousa	
Leonardo Lataro Paim	
DOI 10.22533/at.ed.8582003066	
CAPÍTULO 7	61
EVALUATION OF STEELS USED FOR HARDNESS STANDARD BLOCKS PRODUCTION	
Jorge Trota Filho	
Sérgio Pinheiro de Oliveira	
Rômulo Queiroz Fratari	
DOI 10.22533/at.ed.8582003067	
CAPÍTULO 8	68
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES MICROBIANAS EM SUORTES HIDROFÓBICOS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Maria Carolina Macário Cordeiro	
César Milton Baratto	
Cristian Antunes de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.8582003068	
CAPÍTULO 9	79
VALIDAÇÃO DO FATOR DA ANTENA BICONILOG	
Marcelo Sanches Dias	
Wagner de Souza Mello	
DOI 10.22533/at.ed.8582003069	
CAPÍTULO 10	85
UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE DE RADÔNIO COMO TÉCNICA PARA A LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM AQUÍFEROS FRATURADOS	
Paulo Henrique Prado Stefano	
Ari Roisenberg	
José Domingos Faraco Gallas	
Zildete Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.85820030610	
CAPÍTULO 11	99
METROLOGIA DIMENSIONAL DA FUSÃO E DA SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS	
Douglas Mamoru Yamanaka	
Manuel António Pires Castanho	
DOI 10.22533/at.ed.85820030611	
CAPÍTULO 12	110
MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE 1:25.000 E EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO SINCLINAL PIEDADE, NORDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, CAETÉ/MG	
Sabrine Conceição de Moraes	
Jhonny Nonato da Silva	
Ulisses Cyrino Penha	
DOI 10.22533/at.ed.85820030612	

CAPÍTULO 13 130

IMPLEMENTATION OF THE GAMMA MONITOR CALIBRATION LABORATORY (LABCAL) OF THE INSTITUTE OF CHEMICAL, BIOLOGICAL, RADIOLOGICAL AND NUCLEAR DEFENSE(IDQBRN) OF THE TECHNOLOGY CENTER OF THE BRAZILIAN ARMY (CTEX)

Mario Cesar Viegas Balthar
Aneuri Souza de Amorim
Avelino dos Santos
Paulo Ricardo Teles De Vilela
Luciano Santa Rita Oliveira
Paulo Eduardo Chagas de Oliveira Penha
Roberto Neves Gonzaga
Luiz Cesar Sales Fagundes
Thiago de Medeiros Silveira Silva
Fábio Gomes Vieira
Domingos D'Oliveira Cardoso
Ana Carolina dos Anjos da Cruz Izidório

DOI 10.22533/at.ed.85820030613

CAPÍTULO 14 136

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE DERIVADOS DE POLIFULERENOS

André Vítor Santos Simões
Lucas Kaique Martins Roncaselli
Hasina Harimino Ramanitra
Meera Stephen
Deuber Lincon da Silva Agostini
Roger Clive Hiorns
Clarissa de Almeida Olivati

DOI 10.22533/at.ed.85820030614

CAPÍTULO 15 144

UTILIZAÇÃO DA CENTRAL DE AJUDA PARA A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: ESTRATÉGIAS PARA AUXÍLIO AO USUÁRIO

Paulo Freire Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.85820030615

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 150

ÍNDICE REMISSIVO 151

IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES MICROBIANAS EM SUPORTES HIDROFÓBICOS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Data de aceite: 28/05/2020

Data de submissão: 12 /02/2020

Maria Carolina Macário Cordeiro

Universidade do Oeste de Santa Catarina,
Centro de Biotecnologia
Videira – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/0869355903611460>

César Milton Baratto

Universidade do Oeste de Santa Catarina,
Centro de Biotecnologia
Videira – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/8813365608541129>

Cristian Antunes de Almeida

Universidade do Oeste de Santa Catarina,
Centro de Biotecnologia
Videira – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/1644549083247797>

RESUMO: A imobilização de lipase em suportes hidrofóbicos vem sendo estudada visando sua utilização em processos industriais como a produção de biodiesel, devido às inúmeras vantagens que estes tipos de suportes propiciam durante as reações de transesterificação. O presente estudo teve o objetivo de desenvolver suportes hidrofóbicos, a imobilização de lipases e a utilização destes na produção de biodiesel. Dessa forma, foram sintetizados

suportes a base de polissiloxano e álcool polivinílico (POS-PVA) e polielitrolitos de quitosana e alginato de sódio (PQAS's) hidrofobizados com TNBS e TEOS ou modificados com diferentes compostos orgânicos de grupamentos aldeídos (N-Butiraldeído, 2-Furaldeído, Formaldeído, 4-Aldeído Anísico, Aldeído Benzoico, Dimetilamino Benzaldeído e Laurinaldeído). Estes suportes foram avaliados quanto ao grau de hidrofobicidade e de hidratação, e após foram utilizados para a imobilização de lipase comercial e substrato enzimático bruto. Os resultados indicam que houve um aumento na hidrofobicidade e diminuição na hidratação dos suportes PQASs modificados, indicando que grupos hidrófobos se ligaram no suporte, comparados com o suporte não modificado. Os suportes modificados com 4-Aldeído Anísico e Aldeído Benzoico foram mais eficientes na imobilização da enzima bruta, e todos os suportes testados imobilizaram a enzima comercial e foram capazes de produzir biodiesel. Conclui-se que as modificações dos suportes a base de PQAS's foram eficientes para sua hidrofobização e estes apresentam potencial para imobilização de lipase e para a produção de biodiesel.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento de suportes, imobilização, transesterificação.

IMMOBILIZATION OF MICROBIAL LIPASES ON HYDROPHOBIC SUPPORTS FOR BIODIESEL PRODUCTION

ABSTRACT: Lipase immobilization on hydrophobic supports is being studied aiming their use in industrial processes such as biodiesel production, because of the numerous advantages that these types of supports provide for the transesterification reactions. This study aimed to develop hydrophobic supports, to immobilize lipases and to use them for the biodiesel production. Supports were synthesized with polysiloxane and polyvinyl alcohol (POS-PVA) and polyelectrolyte complex (PEC) gel of chitosan (CS) and sodium alginate (SA) hydrophobized with TNBS and TEOS or modified with different organic compounds from aldehyde groups (N-Butiraldehyde, 2-Furaldehyde, Formaldehyde, 4-Anisic Aldehyde, Benzoic Aldehyde, Dimethylamino Benzaldehyde and Laurinaldehyde). These supports were evaluated for the hydrophobicity and hydration degree, and after were used for the immobilization of commercial lipase and crude enzyme substrate. The results indicate that there was an increase in hydrophobicity and decreased hydration of CS/SA PEC modified substrates, indicating that hydrophobic groups bound to the support, compared with the unmodified support. Substrates modified with 4-anisic aldehyde and benzoic aldehyde were more efficient in immobilizing the crude enzyme, and all the tested supports immobilized the commercial enzyme and were able to produce biodiesel. It was concluded that modifications on the CS/SA PEC supports were effective for their hydrophobization and they have the potential to lipase immobilization and, thus, for the production of biodiesel.

KEYWORDS: Supports development, immobilization, transesterification.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a utilização de enzimas imobilizadas tem assumido papel fundamental em importantes processos industriais nos quais é necessário um maior tempo de durabilidade da reação enzimática, atividade em condições mais amenas de pH e temperatura, reutilização do imobilizado em vários ciclos, além de propiciar a recuperação da mesma após o processo (GUISAN, 2006).

As enzimas demonstram grande eficiência em suas reações, porém apresentam desvantagem quanto à estabilidade operacional de armazenamento, por serem moléculas complexas, sensíveis, com estruturas tridimensionais únicas que são essenciais para suas atividades. A exposição a temperaturas extremas e solventes orgânicos, por exemplo, podem conduzir à desnaturação da atividade biocatalisadora da enzima (CARVALHO et al., 2015).

Esses biocatalizadores têm função principal de realizar reações químicas. As lipases podem ser produzidas por diversos microrganismos como *Candida rugosa*, *Candida antartica*, entre outras (HU et al., 2012). As lipases são consideradas muito importantes em processos industriais, devido às suas propriedades catalíticas e de hidrólise de triglicerídeos liberando ácidos graxos e glicerol em reações de esterificação, transesterificação, aminólise e lactonização (NARWAL; GUPTA, 2013).

Lipases são enzimas utilizadas em inúmeros processos biotecnológicos, como a produção de biodiesel, mas esta enzima diferentemente da maioria das outras hidrolases

apresenta algumas características peculiares dado ao fato de seu substrato ser uma molécula apolar, os triglicerídeos. Isto tem refletido na característica do suporte para a imobilização, onde observa-se uma preferência por suportes hidrofóbicos (PAULA et al., 2008). Entre os suportes utilizados estão copolímeros de estireno-divinilbenzeno (STY-DVB) (OLIVEIRA et al., 2000; AYBASTIER; DEMIR, 2010; CASTIGLIONI, 2009; BUSSAMARA et al., 2012), matriz híbrida constituída de polissiloxano-álcool polivinílico (POS-PVA) (PAULA et al., 2008) e matriz hidrofóbica obtida pela técnica Sol-Gel (CARVALHO, 2011). E recentemente tem-se utilizado suportes à base de quitosana modificada para hidrofobização (MENDES, 2009).

As esferas de quitosana e alginato de sódio são formadas pela síntese de coagulação utilizando o cloreto de cálcio (CaCl₂) como um agente de ativação para formação dos polímeros. Os íons do cálcio interagem cooperativamente formando pontes iônicas entre as diferentes cadeias, gerando géis fortes e termoestáveis (ANDRADE et al., 2008). O alginato de sódio tem função quelante no processo para as formações das esferas, formado por várias ligações covalentes a uma estrutura heterocíclica de compostos orgânicos como aminoácidos e polissacarídeos, que resulta na síntese orgânica, formando a estrutura dos polímeros (LI, 1992).

Muitos trabalhos científicos têm fornecido significativos avanços no desenvolvimento de métodos de imobilização enzimática em suportes altamente hidrofóbicos, ampliando o potencial desta enzima que exerce um papel fundamental em processos de química verde e sustentável, promovendo assim o aumento da sua estabilidade e possibilidade de reutilização ou utilização em processos contínuos (JESIONOWSKI et al., 2014).

Todo o processo de imobilização da enzima no suporte é feito através de ligações químicas por afinidade estrutural das cadeias dos grupos carbonila com grupamentos aminas. O objetivo desse trabalho é testar diferentes tratamentos de modificações no suporte com reagentes de soluções orgânicas para formar uma superfície com ligações de grupos parcialmente ou altamente hidrofóbicos, podendo adsorver fortemente a enzima imobilizando por camadas interfaces.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Para a preparação dos polielitrolitos, foram utilizados Quitosana 85,2% de desacetilação (Polymar S.A); Alginato de sódio (Vetec); N-Butiraldeído (Vetec Química Fina-LTDA); 2-Furaldeído (Sigma-Aldrich); 4-Aldeído Anísico (Vetec-Sigma); Formaldeído (Synth); Aldeído Benzôico (Vetec Química Nova-LTDA); Dimetilamino Benzaldeído (Vetec-Sigma); Álcool Polivinílico P.S (Vetec); Lauric Aldeyde (Sigma-Aldrich); Corante Rosa de Bengala (Sigma-Aldrich); Tetraethyl Orthosilicate (TEOS) (Aldrich-Sigma); Diaion HP-20 (SUPELCO); TNBS (Sigma-Aldrich); Goma Arábica (Synth). Para os ensaios enzimático foram utilizados

p-nitrofenolpalmitato (p-NPP; Sigma-Aldrich) e etanol absoluto 99,8% (Sigma-Aldrich).

Preparo do Suporte POS-PVA

Para o preparo do suporte POS-PVA (álcool de polivinilo e poli-siloxano) foram homogeneizados 5mL de TEOS (Tetraethyl orthosilicate), 5mL de etanol, 6mL de álcool polivinílico a 2% e 3 gotas de HCl concentrado. Em seguida, essa solução foi aquecida à 60°C por 40 minutos. Secado em temperatura ambiente até solidificar. Triturado em 80-100 mesh. Lavado com água destilada para neutralizar a acidez.

Preparo dos suportes a base de polímeros de quitosana/alginato

Foram produzidos complexo de polielitrolitos de quitosana com alginato a partir de alginato de sódio à 1% em solução tampão Tris-HCl 0,1M, pH 8,0, dissolvido com agitação à 50°C por trinta minutos, gotejados em quitosana à 0,5% em ácido acético (0,5%) e homogeneizado em solução de CaCl₂ (0,1M). As esferas produzidas foram mantidas O/N na geladeira para completa polimerização (JIANLONG; YI, 1999).

Modificação dos suportes de quitosana/alginato

Os suportes foram modificados para hidrofobização utilizando diferentes reagentes: compostos orgânicos apolares com um grupo aldeído, TNBS (ácido -trinitrobenzenossulfônico) e TEOS (Tetraethyl orthosilicate).

Tratamento com compostos orgânicos com grupos aldeídos: utilizou-se 2g do suporte em tampão Tris-HCl, pH 7,0, e os reagentes de modificação foram ajustados para uma concentração final de 0,5 M (Tabela 1). Cada mistura, foi homogeneizado em rotação por duas horas, à 25°C. Após esse tempo foram lavados abundantemente com água destilada.

Tratamento com TNBS: pesou-se 2g do suporte para 10,75mL tampão bicarbonato de sódio pH10 (0,1M), 100µl de solução de ácido 2,4,6 trinitrobenzenossulfônico (TNBS) a 5% e colocado por agitação por 2 horas (150rpm) à 25°C. Em seguida foi lavado com água destilada e armazenado sob refrigeração à 4°C (MENDES, 2009).

Tratamento com TEOS: pesou-se 1g de suporte para 3ml de TEOS e 2 de hexano. Foram mantidos sob refrigeração 4°C por 24 horas. Após esse período foram lavados com água destilada abundantemente para retirar todo o excesso dos reagentes (GÜLAY, 2009).

Reagente	Quantidade	Tampão (mL)
N-Butiraldeído	700 μ L	19,300
2-Furaldeído	960 μ L	18,040
4-Aldeído Anísico	1,360 mL	18,640
Formaldeído	100 μ L	18,900
Aldeído Benzoico	1,060 μ L	18,940
Dimetilamino Benzaldeído	7,5g em 10mL de etanol 96%	10,000
Laurinaldeído	1,843 mL	18,157

Tabela 1. Reagentes e quantidades utilizadas para modificação.

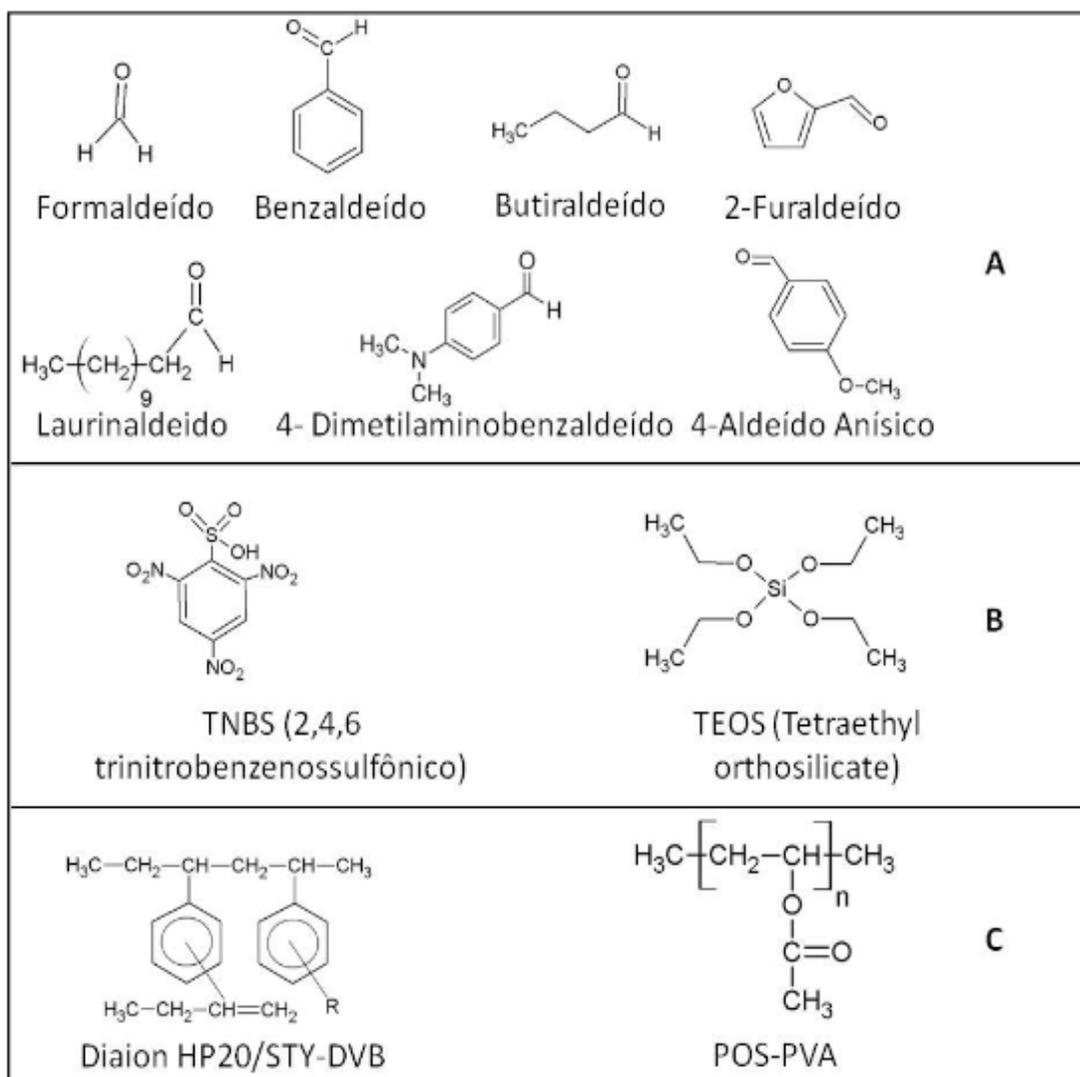


Figura 1. Estrutura dos suportes e dos reagentes utilizados nas modificações. A, compostos orgânicos com grupos aldeídos; B, compostos modificadores sem grupo aldeído; e C, tipos de suportes hidrofóbicos.

Caracterização dos suportes

Teste de hidrofobicidade com corante de rosa de bengala

Foram pesados 0,15g do suporte modificado (reagentes), para 20ml da solução de corante rosa de bengala, por uma hora em rotação 120 rpm à 25°C. Logo após este processo, foi feita a leitura do corante no suporte no espectro em 549nm.

Teste de hidratação

Foram pesados 0,15g de suporte em 20mL de tampão fosfato pH 7,0 (100mM) por duas horas em observação. Após este período tirou-se o excesso da água absorvida nas esferas e pesou-se em uma balança analítica para analisar a diferença.

Técnica de imobilização de lipase no suporte por adsorção

Pesou-se 0,5g do suporte para 500µl de tampão fosfato (0,5Mols) pH 7,0. Adicionou-se 250µl de PEG 1500 (5%) e 3 mL das enzimas, com agitação por duas horas a 100 rpm à 25°C. Foram realizados testes de imobilização com uma enzima produzida no laboratório de Biologia Molecular - UNOESC de acordo com Rossi (2014), utilizando o sobrenadante do cultivo e com 1 mg/mL da enzima comercial Lipolase 100 (Novozyme).

Reação enzimática

Foram feitas as reações do sobrenadante da solução enzimática e nas esferas após a imobilização. Foram utilizados para as reações 100µl da enzima em sobrenadante e 10mg das esferas em 500µl de tampão fosfato pH 7,0 e 500µl de substrato (0,025g de p-NPP para 10mL de etanol absoluto). Foram realizados um branco das reações e um branco das amostras. As reações foram colocadas em banho por 10 minutos à 37°C. Após a reação foi paralisada com a adição de uma solução de bicarbonato de sódio (NaCO₃). Logo após foi feita à leitura no espectrofotômetro 410nm. A atividade enzimática (UI) foi estabelecida como a capacidade da enzima em liberar 1 µmol de p-nitrofenol por minuto.

A determinações de proteínas foram utilizados 100µl da enzima filtrada, 300µl de solução de Bradford e 100µl de água destilada. Leitura feita em espectrofotômetro 660nm.

Teste de cromatografia (produção do biodiesel) em suportes imobilizados

As esferas com as lipases imobilizadas foram testadas na reação de transesterificação para produção de biodiesel. Utilizou-se óleo de soja bruto degomado (600µL) e etanol absoluto (300µL), e o catalisador usado foi o suporte com a enzima lipase do isolado EL4 imobilizada ou da lipase comercial (0,3g).

A verificação dos resultados das reações de transesterificação com a Lipase de EL4 ou comercial foi realizada por cromatografia em camada delgada, seguindo metodologia descrita por Guan et al. (2010). A técnica consiste na utilização de uma fase estacionária (placa cromatográfica) e uma fase móvel (eluente) que sobe através da placa por capilaridade,

levando consigo os componentes da amostra (LOPEZ et al., 2009). Na placa cromatográfica foram adicionados 2µL de em 20µL de hexano de cada reação. A placa foi colocada em um recipiente fechado com uma solução contendo 80mL de hexano, 15mL de éter etílico e 1mL de ácido fórmico como eluente, por aproximadamente uma hora. Após a revelação foi realizada com a utilização de iodo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os tratamentos para modificação dos suportes de polielitrolitos de quitosana e alginato de sódio (PQAS) utilizando compostos orgânicos com grupos aldeídos, foram realizados testes de caracterização e de hidratação desses produtos. Os resultados demonstraram que ocorreram as modificações nos PQAS's, possivelmente pela ligação entre os grupos aminos (quitosana) e carbonila (do grupo aldeído dos reagentes com grupos hidrofóbicos) gerando, portando, grupos com diferentes graus de hidrofobização (MENDES, 2009).

A efetivação da ligação e modificação dos suportes foi avaliada a partir da imobilização das enzimas. Os resultados dos polielitrolitos modificados com 4-Aldeído Anísico e Aldeído Benzoico foram mais eficientes na imobilização da enzima em sobrenadante, por outro lado, todos os suportes testados imobilizaram a enzima comercial e apresentaram potencial de imobilização (Tabela 2).

Os suportes mais citados para imobilização podem ser divididos em duas categorias: matrizes hidrofóbicas ou hidrofílicas, mas também podem ser classificados conforme sua morfologia e estrutura como materiais porosos, não porosos e de estrutura de gel (DALLA-VECCHIA et al., 2004). A imobilização de lipase tem demonstrado ser eficiente em vários suportes, entretanto os suportes hidrofóbicos são considerados os mais apropriados à imobilização (VILLENEUVE et al., 2000), pois a adsorção desta é favorecida em meios com baixa força iônica, além de gerar uma hiperativação da mesma (BASTIDA et al., 1998). Assim, um suporte hidrofóbico amplamente utilizado para imobilização por adsorção de lipases é o poliestireno-divinilbenzeno (BUSSAMARA et al., 2012) ou suportes modificados com laurinaldeído e TNBS (MENDES, 2009).

Copolímeros	E (eficiência de adsorção) ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Hidratação	EL4 (U/g)	Lipolase (U/g)
Controle	369	64	0,08	1,7
N-Butiraldeído	625	15	0,12	1,3
2-Furaldeído	375	14	0,08	1,9
4-Aldeído Anísico	510	16	0,12	1,1
Formaldeído	840	38	0,08	1,7
Dimetilaminobenzaldeído	915	14	0,11	1,8
Aldeído Benzoico	1030	17	0,13	1,9
TEOS	480	61	0,08	1,2
TNBS	490	-	0,09	1,2
Laurinaldeído	510	42	0,08	0,8
Pos-Pva (1%)	680	21	-	-
Pos-Pva (2%)	850	11	0,1	1,6
STY-DVB	950	17	0,09	1,8
Diaion	1400	20	0,16	2,8

Tabela 2. Características de hidrofobicidade e potencial de imobilização de lipases de suportes modificados.

Os imobilizados com as duas enzimas microbianas foram testados quanto à capacidade de produção de biodiesel. Os suportes com as enzimas brutas imobilizadas não foram capazes de produzir biodiesel, muito provavelmente devido à baixa quantidade de enzima imobilizada, sendo necessário uma maior concentração da enzima, já que ela é produzida em sobrenadante de forma diluída, entretanto é uma enzima capaz de produzir biodiesel (ROSSI, 2014).

Por outro lado, foi possível produzir biodiesel com a enzima comercial Lipolase 100L imobilizada nos diferentes suportes testados. Isso foi observado através da placa cromatográfica com as reações de transesterificação produção de biodiesel (Figura 2).

Ressalta-se que essas enzimas imobilizadas em suportes hidrofóbicos podem apresentar uma série de modificações conformacionais que podem favorecer sua interação com o próprio substrato, aumentando sua atividade. Isso, entretanto, depende do tipo de lipase, sua preferência por substratos e, especialmente, pelas características e grau de hidrofobicidade do suporte hidrofóbico. Dessa forma, o desenvolvimento de novos suportes obtidos a base de copolímeros e suas modificações para aumentar sua hidrofobicidade apresentam-se como estratégias interessantes, frente ao desafio de imobilizar novas enzimas microbianas, potencializando sua atividade, para posterior aplicação na produção de biodiesel (BUSSAMARA et al., 2012).

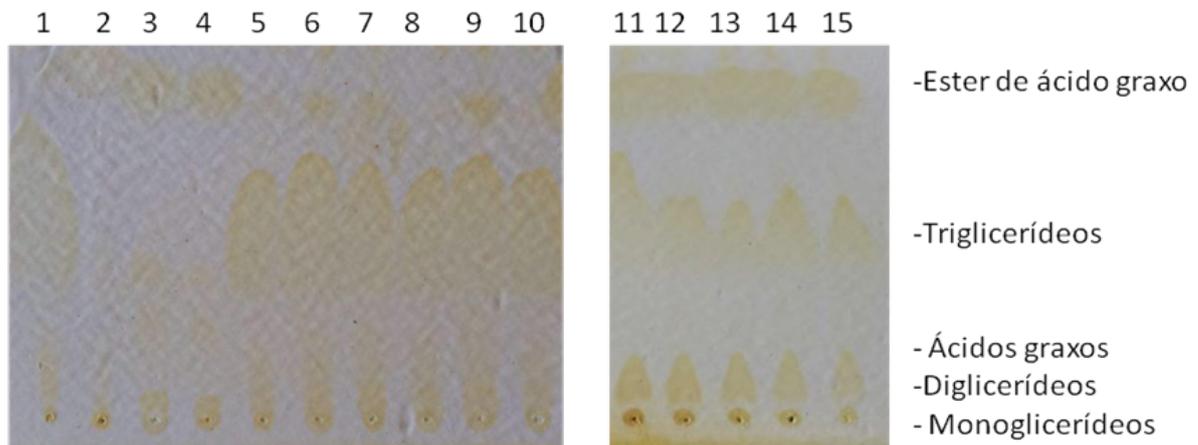


Figura 2. Placa cromatográfica da análise do biodiesel produzido com lipase imobilizada em suportes de polielitrolitos de quitosana e alginato de sódio (PQAS's) modificados. 1. Óleo, 2. Etilpalmitato, 3. C+(enzima), 4. Diaion, 5. Sty-DvB, 6. Pos-Pva, 7. Controle, 8. Laurinaldeído, 9. Teos, 10. 2-Furaldeído, 11. N-Butiraldeído, 12. 4-Aldeído Anísico, 13. Formaldeído, 14. Aldeído Benzoico, 15. Dimetilaminobenzaldeído.

Isso explica o fato de apesar de todos os suportes terem imobilizado enzima e produzido biodiesel, entretanto o que apresentou melhores resultados foi o Diaion, seguidos dos suportes modificados com 4-Aldeído Anísico, Formaldeído, Aldeído Benzoico e Dimetilaminobenzaldeído. Os demais suportes apresentaram uma menor atividade enzimática e sequente menor produção de biodiesel (Figura 2).

Por outro lado, diversos trabalhos enfatizam a utilização de lipases de microrganismos para o processo de produção de biodiesel. Essas lipases podem ser usadas na forma livre ou imobilizadas. Kaieda et al. (2001), investigaram a metanólise do óleo de soja através do uso de enzimas de microrganismos. Mendes (2009) investigou várias metodologias para imobilização de lipases de *Thermomyces lanuginosus*, *C. antártica*, *Bacillus thermocatenuatus* e *P. fluorescens* visando à produção de biodiesel. Iso et al. (2001) demonstraram que lipases de *Pseudomonas fluorescens* mostrou maior rendimento nesta reação quando imobilizada em comparação com seu uso na forma livre.

A imobilização de lipase é eficiente em vários suportes, entretanto os suportes hidrofóbicos são considerados os mais apropriados à imobilização (VILLENEUVE et al., 2000), pois a adsorção desta é favorecida em meios com baixa força iônica (BASTIDA et al., 1998). Assim, um suporte hidrofóbico amplamente utilizado para imobilização por adsorção de lipases é o poliestireno-divinilbenzeno com a possibilidade de imobilização sem a enzima estar completamente purificada (BUSSAMARA et al., 2012).

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que as modificações dos suportes a base de polielitrolitos de quitosana e alginato de sódio foram eficientes para sua hidrofobização e estes apresentam potencial para imobilização de lipase a partir de substrato bruto e os imobilizados obtidos com enzima comercial apresentou potencialidade de produção de biodiesel, sendo que os mais eficientes foram o suporte Diaion e os suportes produzidos com polielitrolitos de

quitosana e alginato modificados com 4-Aldeído Anísico, Formaldeído, Aldeído Benzoico e Dimetilaminobenzaldeído.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de pesquisa CNPq/PIBITI (processo 162779/2015-1), à primeira autora.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, S.A.C.; GUERRA, T.M.B.; RIBEIRO, M.A.; GUERRA, N.B. Emprego de revestimentos comestíveis de alginato e pectina de baixa metoxilação em alimentos: Revisão. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.26, n.1, p.41-50, 2008.
- AYBASTIER, Ö; DEMIR, C. Optimization of immobilization conditions of *Thermomyces lanuginosus* lipase on styrene–divinylbenzene copolymer using response surface methodology. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v.3, n.3-4, p.170-178, 2010.
- BASTIDA, A.; SABUQUILLO, P.; ARMISEN, P.; FERNÁNDEZ-LAFUENTE, R.; HUGUET, J.; GUISÁN, J. M. A. A single step purification, immobilization, and hyperactivation of lipases via interfacial adsorptions on strongly hydrophobic supports. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 58, n.5, p.486-493, 1998.
- BUSSAMARA, R.; DALL’AGNOL, L.; SCHRANK, A.; FERNANDES, K.F.; VAINSTEIN, M.H. Optimal conditions for continuous immobilization of *Pseudozyma hubeiensis* (Strain HB85A) lipase by adsorption in a packed-bed reactor by response surface methodology. **Enzyme Research**, 2012. Doi:10.1155/2012/329178.
- CARVALHO, N.B. **Produção de ésteres etílicos e emulsificantes utilizando lipase imobilizada em matrizes hidrofóbicas**. 2011. Universidade Tiradentes – Unit - Dissertação; Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Aracaju – Brasil, 2011.
- CARVALHO, N.B.; LIMA, A.S.; SOARES, C.M.F. Uso de sílicas modificadas para imobilização de lipases. **Química Nova**, v.38, n.3, p.399-409, 2015. dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140304
- CASTIGLIONI, G.L. Estudo da produção e utilização de lipase de *Burkholderia cepacia* na síntese enzimática de biodiesel. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Engenharia de Alimentos, 2009.
- GUAN, F.; PENG, P.; WANG, G.; YIN, T.; PENG, Q.; HUANG, J.; GUAN, G.; LI, Y. Combination of two lipases more efficiently catalyzes methanolysis of soybean oil for biodiesel production in aqueous medium. **Process Biochemistry**, v.45, p.1677–1682, 2010.
- DALLA-VECCHIA, R.; NASCIMENTO, G.M; SOLDI, V. Aplicações sintéticas de lipases imobilizadas em polímeros. **Química Nova**, v.27, n.4, p.623-630. 2004.
- GUISAN, J.M. **Methods in Biotechnology: Immobilization of Enzymes and Cells**. 2.ed. Madri: Humana Press, 2006.
- GÜLAY, S. Immobilization of thermophilic recombinant esterase enzyme by entrapment in coated calcium alginate beads. A Thesis Submitted to the Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology in Partial Fulfillment of the Requirements for the degree of master of science in chemistry, 2009.
- HU, Y.; TANG, S.; JIANG, L.; ZOU, B.; YANG, J.; HUANG, H. Immobilization of *Burkholderia cepacia* lipase on functionalized ionic liquids modified mesoporous silica SBA-15. **Process Biochemistry**, v.47, p.2291–2299, 2012.

ISO, M.; CHENB, B.; EGUCHI, M.; KUDO, T.; SUREKHA, S. Production of biodiesel fuel from triglycerides and alcohol using immobilized lipase. **Journal of Molecular Catalysis B Enzymatic**, v.16, n.1, p.53-58, 2001.

JIANLONG W., YI Q. Microbial degradation of 4-chlorophenol by microorganisms entrapped in carrageenan-chitosan gels. **Chemosphere**, v.38, p.3109–3117, 1999. 10.1016/S0045-6535(98)00516-5

JESIONOWSKI, T.; ZDARTA, J.; KRAJEWSKA, B. Enzyme immobilization by adsorption: a review. **Adsorption**, v.20, n.5, p.801-821, 2014.

KAIEDA, M.; SAMUKAWA, T.; KONDO, A.; FUKUDA, H. Effect of methanol and water contents on production of biodiesel fuel from plant oil catalysed by various lipases in a solvent-free system. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.91, n.1, p.12-15, 2001.

LI, Q.; DUNN, E.T.; GRANDMAISON, E.W.; GOOSEN, M.F.A. Applications and properties of chitosan. **Journal of Bioactive and Compatible Polymers**, v.7, n.4, p.370-397, 1992.

LOPEZ, A. F.; ZUCATELLI, F. H.; PEDRO.; BRITO, J.; M.; Rodrigues, T. Relatório de Transformações químicas – caracterização do biodiesel. 2009. 17 f. Trabalho apresentado como avaliação parcial da disciplina de Transformações químicas – Universidade Federal do ABC – Santo André / SP, 2009.

MENDES, A.A. **Seleção de suportes e protocolos de imobilização de lipases para a síntese enzimática de biodiesel**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

NARWAL S.K.; GUPTA R. Biodiesel production by transesterification using immobilized lipase. **Biotechnology Letters**, v.35, n.4, p.479-90, 2013. DOI: 10.1007/s10529-012-1116-z.

OLIVEIRA, P.C.; ALVES, G.M.; CASTRO, H.F.; MEI, L.N.I. Síntese do butirato de n-butila empregando lipase microbiana imobilizada em copolímero de estireno-divinilbenzeno. **Química Nova**, v.23, n.5, 2000.

PAULA, A. V.; MOREIRA, A. B. R.; BRAGA, L. P.; BRUNO, L. M.; CASTRO, H. F. Comparação do desempenho da lipase de *Candida rugosa* imobilizada em suporte híbrido de polissiloxano-polivinilálcool empregando diferentes metodologias. **Química Nova**, v.31, n.1, p.35-40, 2008.

ROSSI, E. **Isolamento de microrganismos produtores de lipase: imobilização e potencial aplicação na produção de biodiesel**. Trabalho de Conclusão de Curso (Biotecnologia Industrial) Universidade Oeste de Santa Catarina, Videira, 2014.

VILLENEUVE, P.; MUDERHWA, J.M.; GRAILLE J.; HAAS M.J. Customizing lipases for biocatalysis: a survey of chemical, physical and molecular biological approaches. **Journal of Molecular Catalysis B Enzymatic**, v.9, n.4-6, p.113-148, 2000.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aletas 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 40, 42, 43
Antena 11, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Aqüíferos fraturados 11, 85, 86, 87, 97
Aterro sanitário 44, 45, 46, 48

C

Condução 30, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 43
Condutividade 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 32, 36, 40, 137, 140, 141, 142

D

Desenvolvimento de suportes 68

E

Eletrodeposição 49, 52, 53, 54
Emissão radiada 79, 80, 81
Ensaio de tração 13

F

Fator 5, 11, 51, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 115
Filmes finos 12, 136, 137, 138, 141, 142
Fulereo 136, 137

G

Glicerol 49, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 69

I

Imobilização 68, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78

M

Medição dimensional 99
Metrologia 2, 4, 99, 100, 108, 131, 132, 135
Microemulsão 49, 57, 58, 59

P

Poluição 44, 46
Preservativos 10, 13, 21

Q

Quadrilátero Ferrífero 110, 111, 112, 114, 127, 128, 129
Qualidade 2, 3, 4, 5, 10, 11, 23, 47, 48, 51, 59, 80, 88, 98, 100, 103, 144, 145, 147, 148

R

Radônio 11, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Refrigeração industrial 2

Resistividade 5, 12, 85, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

S

Sedimento 22, 23, 24, 27

T

Textura cristalográfica 61

Transesterificação 49, 50, 60, 68, 69, 73, 75

V

Validação 10, 11, 79, 80, 82, 83

Visão computacional 108

 **Atena**
Editora

2 0 2 0