

A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

 **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: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

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

Profª Drª 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

Profª Drª 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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª 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

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª 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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
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)	
D618	<p>A diversidade de debates na pesquisa em química 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-036-0 DOI 10.22533/at.ed.360202105</p> <p>1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Pesquisa – Metodologia. I.Nardeli, Jéssica Verger.</p> <p style="text-align: right;">CDD 540.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A coleção “A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2” é uma obra que tem um conjunto fundamental de conhecimentos direcionados a industriais, pesquisadores, engenheiros, técnicos, acadêmicos e, é claro, estudantes. A coleção abordará de forma categorizada pesquisas que transitam nos vários caminhos da química de forma aplicada, inovadora, contextualizada e didática objetivando a divulgação científica por meio de trabalhos com diferentes funcionalidades que compõem seus capítulos.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos relacionados a revestimentos inteligentes – *smart coatings*; técnicas eletroquímicas; modificação de superfície; processo foto-Fenton; dessulfurização adsortiva de diesel; otimização de sensores; contaminantes orgânicos; degradação de compostos; nanotubos de carbono hidrofílicos; oxidação parcial do metano; produção de etanol; tratamento de efluente aquoso; produção de biogás; processo oxidativo avançado; partição de íons metálicos; ensino de polímeros; reutilização de óleo industrial; análise complexométrica de alumínio e modelagem molecular. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à caracterização, aplicação, otimização de procedimentos e metodologias, entre outras abordagens importantes na área de química, ensino e engenharia química. A diversidade de Debates na pesquisa em Química tem sido um fator importante para a contribuição em diferentes áreas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de química tecnológica, bacharel e licenciatura. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, aplicações de processos, caracterização com diferentes técnicas (eletroquímica, microscopia, espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier e raios-X) substanciais é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

Portanto, esta obra é oportuna e visa fornecer uma infinidade de estudos fundamentados nos resultados experimentais obtidos pelos diversos pesquisadores, professores e acadêmicos que desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática.

Jéssica Verger Nardeli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SMART COATING FOR CORROSION PROTECTION OF ALUMINIUM ALLOYS: GLOBAL AND LOCALIZED STUDY OF ANTI- CORROSION PERFORMANCE	
Jéssica Verger Nardeli Cecílio Sadao Fugivara Fátima Montemor Assis Vicente Benedetti	
DOI 10.22533/at.ed.3602021051	
CAPÍTULO 2	13
FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN APPLIED FOR OPTIMIZATION OF TARTRAZINE REMOVAL BY PHOTO-FENTON PROCESS USING Cu_2FeSn_4 CATALYST	
Julia da Silveira Salla Vitória Segabinazzi Foletto Jivago Schumacher de Oliveira Gabriela Carvalho Collazzo Evandro Stoffels Mallmann Edson Luiz Foletto	
DOI 10.22533/at.ed.3602021052	
CAPÍTULO 3	23
TRANSFORMACIÓN DE ÁCIDO FERÚLICO CON HONGOS AISLADOS DE BAGAZO DE CAÑA	
Miguel Ávila Jiménez Myriam Gisela Gutiérrez Rueda Julia Aguilar Pliego María del Rocío Cruz Colín María Teresa Castañeda Briones	
DOI 10.22533/at.ed.3602021053	
CAPÍTULO 4	32
APLICAÇÃO DE MATERIAIS MCM-41 E SBA-15 COMO SINTETIZADOS E MODIFICADOS COM ÍONS NÍQUEL E PRATA NA DESSULFURIZAÇÃO ADSORTIVA DE DIESEL	
Clenildo de Longe Rafael Viana Sales Anne Beatriz Figueira Câmara Adriano Santos de Sousa Leila Maria Aguilera Campos Maritza Montoya Urbina Tatiana de Campos Bicudo Luciene Santos de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.3602021054	
CAPÍTULO 5	43
AVALIAÇÃO DO SENSOR BASEADO GRAFENO E COBRE PARA DETECÇÃO DE GLIFOSATO E AMPA	
Sarah Setznagl Ivana Cesarino	
DOI 10.22533/at.ed.3602021055	

CAPÍTULO 6	57
COMPORTAMENTO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS EM SUBSUPERFÍCIE	
Vivian Maria de Arruda Magalhães	
Oswaldo Chiavone Filho	
Marilda Mendonça Guazzelli Ramos Vianna	
DOI 10.22533/at.ed.3602021056	
CAPÍTULO 7	76
INVESTIGAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO FENOL EM MEIO AQUOSO UTILIZANDO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E IRRADIAÇÃO SOLAR	
Julia da Silveira Salla	
Humberto Neves Maia de Oliveira	
André Luís Novais Mota	
Cláudio Augusto Oller do Nascimento	
Edson Luiz Foletto	
Oswaldo Chiavone-Filho	
DOI 10.22533/at.ed.3602021057	
CAPÍTULO 8	89
PRODUÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO HIDROFÍLICOS	
Leila Cottet	
Luís Otávio de Brito Benetoli	
Nito Angelo Debacher	
DOI 10.22533/at.ed.3602021058	
CAPÍTULO 9	98
ÓXIDOS DO TIPO PEROVSKITA $Nd_{0,95}FeO_3$ E $Nd_{0,95}CrO_3$ PARA PRODUÇÃO DE GÁS DE SÍNTESE ATRAVÉS DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO METANO	
Karina Tamião de Campos Roseno	
Rodrigo Brackmann	
Rita Maria de Brito Alves	
Reinaldo Giudici	
Martin Schmal	
DOI 10.22533/at.ed.3602021059	
CAPÍTULO 10	107
PRODUÇÃO DE ETANOL UTILIZANDO BAGAÇO DE SORGO BIOMASSA	
Cristian Jacques Bolner de Lima	
Charles Nunes de Lima	
Fernanda Maria da Silva Costa	
Érik Ramos da Silva de Oliveira	
Monique Virões Barbosa dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.36020210510	
CAPÍTULO 11	118
UTILIZAÇÃO DAS CINZAS PESADAS DE TERMOELÉTRICA COMO CATALISADOR EM REAÇÃO FOTO-FENTON PARA REMOÇÃO DE CORANTE TÊXTIL EM EFLUENTE AQUOSO	
Fernanda Caroline Drumm	
Patrícia Grassi	
Jivago Schumacher de Oliveira	
Julia da Silveira Salla	
Sérgio Luiz Jahn	
Edson Luiz Foletto	
DOI 10.22533/at.ed.36020210511	

CAPÍTULO 12 128

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DA SELEÇÃO DE UM CULTIVAR DE SORGO SACARINO NO ESTADO DE MATO GROSSO

Cristian Jacques Bolner de Lima
Fernanda Maria da Silva Costa
Érik Ramos da Silva de Oliveira
Francieli Fernandes
Charles Souza da Silva
Juniele Gonçalves Amador
Monique Virões Barbosa dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.36020210512

CAPÍTULO 13 141

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETE) DA UFRN

Oscar Eduardo Reyes Cavalcanti
Ana Beatriz de Gois Lima
Thalita Gomes Ferreira
Nathalia Souza Teixeira
Rosangela Dala Possa
Leila Maria Aguilera Campos
Maritza Montoya Urbina
Adriano Santos de Sousa
Luciene Santos de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.36020210513

CAPÍTULO 14 154

REMEDIAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO COM NAFTALENO: ESTUDO COMPARATIVO DA APLICAÇÃO DE PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS HOMOGÊNEO E HETEROGÊNEO

Vivian Maria de Arruda Magalhães
Gabriela Paupitz Mendes
Rayanne Macêdo Aranha
Oswaldo Chiavone Filho
Marilda Mendonça Guazzelli Ramos Vianna

DOI 10.22533/at.ed.36020210514

CAPÍTULO 15 170

SISTEMA AQUOSO BIFÁSICO: CONCEITOS, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES NA PARTIÇÃO DE ÍONS METÁLICOS

Ednilton Moreira Gama
Roberta Pereira Matos
Guilherme Dias Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.36020210515

CAPÍTULO 16 179

UTILIZAÇÃO DE ANALOGIAS E ATIVIDADES CONTEXTUALIZADAS: UMA PERSPECTIVA DE APRIMORAMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA O ENSINO DE POLÍMEROS

Amanda Rebelo de Azevedo
Vinicius Fernandes Moreira

DOI 10.22533/at.ed.36020210516

CAPÍTULO 17 201

PRODUÇÃO DE SABÃO UTILIZANDO ÓLEO RESIDUAL ORIUNDO DE PROCESSAMENTO DE MÁQUINAS DE FRANGO

Gisele Carvalho Conceição
Thayssa Sales Cardoso
Diego Ribeiro Nunes
Ronald Almeida dos Santos
Sérgio Vinicius Machado dos Santos
Emanoel Oliveira de Aviz
Arlesson Pereira da Silva
Ronald Vieira Garcia
Josiney Farias de Araújo
Simonny do Carmo Simões Rolo de Deus
Ricardo Jorge Amorim de Deus
Manolo Cleiton Costa de Freitas
Leandro Marques Correia

DOI 10.22533/at.ed.36020210517

CAPÍTULO 18 221

ANÁLISE COMPLEXOMÉTRICA DE ALUMÍNIO EM ARROZ COZIDO EM PANELAS DE ALUMÍNIO E/OU INOX, EM RESTAURANTES DE SÃO LUÍS – MA

Elis Cristina de Sousa Ferreira
Ricardo Santos Silva
Anna Karolyne Lages Leal
Raissa Soares Penha Ferreira
Maria do Socorro Nahuz Lourenço

DOI 10.22533/at.ed.36020210518

CAPÍTULO 19 231

A PRIMEIRA MODELAGEM MOLECULAR POR HOMOLOGIA DA PROTEÍNA VP4 DO VÍRUS CHANGUINOLA

Bruno Rafael Costa Guimarães
Raul Alexandre Maciel Campos
Jânio di Paula Cavalleiro de Macêdo dos Santos
Adriano Santos da Rocha
Alan Sena Pinheiro
Jorddy Neves Cruz
Sandro Patroca da Silva
Davi Henrique Trindade Amador
Miguel Braga
Renato Araújo da Costa
Elaine Cristina Medeiros da Rocha
João Augusto Pereira da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.36020210519

CAPÍTULO 20 249

POESIA COMO SIGNO ARTÍSTICO EM AULAS DE QUÍMICA

Elaine da Silva Ramos
Carlos Eduardo Laburú

DOI 10.22533/at.ed.36020210520

CAPÍTULO 21 261

ALBERTO MAGNO IN CHEMICAL TEACHING: THE COMICS AS A LEARNING METHOD

Ednalva Dantas Rodrigues da Silva Duarte
Ismael Montero Fernández

Cecilia Araujo

DOI 10.22533/at.ed.36020210521

CAPÍTULO 22 269

ESTUDO QUÍMICO DE PINTURAS RUPESTRES DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO TOCA DA BAIXA DO CAJUEIRO POR FRX PORTÁTIL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO

Maria Conceição Soares Meneses Lage

Wilkins Oliveira de Barros

Iasmin Maria Rodrigues de Sales Vieira

Anibal Gustavo Sousa Oliveira

Andressa Carvalho Lima

Benedito Batista Farias Filho

DOI 10.22533/at.ed.36020210522

SOBRE A ORGANIZADORA..... 281

ÍNDICE REMISSIVO 282

PRODUÇÃO DE ETANOL UTILIZANDO BAGAÇO DE SORGO BIOMASSA

Data de aceite: 04/05/2020

Cristian Jacques Bolner de Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT
Cáceres-MT

Charles Nunes de Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT
Cáceres-MT

Fernanda Maria da Silva Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT
Cáceres-MT

Érik Ramos da Silva de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT
Cáceres-MT

Monique Virões Barbosa dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IFMT
Cáceres-MT

RESUMO: A produção de bioetanol, a partir de materiais lignocelulósicos, envolve processos de elevada complexidade englobando diversas operações, entre as quais a hidrólise da celulose. Desta forma, o objetivo deste trabalho consistiu em avaliar a produção de etanol, a partir de sorgo biomassa [*Sorghum bicolor* (L.)

Moench] utilizando métodos de tratamentos hidrolítico da celulose. Neste trabalho, o sorgo foi submetido ao pré-tratamento ácido, básico e enzimático, sob altas temperaturas. Após análises experimentais, os maiores resultados encontrados, em biorreator, para a produção de etanol foi de 31 g/L, com um rendimento de ($Y_{P/S}$) de 0,36 g_{etanol}/g_{glicose} e produtividade volumétrica de 1,9 g/L.h, a partir do sorgo biomassa pré-tratado, utilizando a carga enzimática de 35 FPU/g. Diante dos resultados apresentados, conclui-se que o sorgo biomassa, aliado ao desenvolvimento de novas metodologias, mostra-se promissor podendo consistir em uma alternativa tecnológica com enorme potencial energético.

PALAVRAS-CHAVE: Bioetanol, biomassa, processos enzimáticos.

ETHANOL PRODUCTION USING BIOMASS SORGHUM BAGASSE

ABSTRACT: The production of bioethanol, from lignocellulose materials, involves processes of high complexity encompassing several operations, among them the hydrolysis of cellulose. This way, this composition aimed at evaluating ethanol production from sorghum biomass [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using hydrolytic cellulose treatment methods. In this

composition, the sorghum was submitted to acid, basic and enzymatic pre-treatment, under high temperatures. After experimental analysis, the greatest results found in bioreactor for ethanol production were 31 g/L, with a yield of ($Y_{P/S}$) of 0.36 $\text{g}_{\text{ethanol}}/\text{g}_{\text{glucose}}$ and a volumetric yield of 1.9 g/Lh, from the pretreated biomass sorghum using the enzyme loading of 35 FPU /g. It is concluded that biomass sorghum, combined with the development of new methodologies, is promising and may consist of a technological alternative with enormous energy potential.

KEYWORDS: Bioethanol, biomass, enzymatic processes.

1 | INTRODUÇÃO

A energia tem importância fundamental no planejamento estratégico, tático e operacional das nações, questões ligadas a política de desenvolvimento econômico, operacionalização da sociedade e segurança nacional são decididas também com base na capacidade energética de cada país.

Contudo, grande parte da energia consumida no mundo é oriunda de fontes não renováveis, como o petróleo e o carvão mineral. Essa conjuntura coloca grande parte dos países em situação de vulnerabilidade estratégica, devido a possibilidade de esgotamento desses recursos mesmo em longo prazo, além de ser um dos grandes responsáveis pelo aquecimento global e de seus desdobramentos.

Portanto é fundamental investir em pesquisa e novas tecnologias de produção de fontes alternativas de energia, como a produção de etanol de segunda geração.

A produção de etanol a partir de materiais lignocelulósicos, denominado etanol de segunda geração (E2G) é uma tecnologia desafiadora, pela necessidade de se dominar o conhecimento e os processos de transformação da biomassa em açúcares fermentescíveis, os quais precisam ser fermentados a custos compatíveis com o mercado (CHEN e FU, 2016).

Os materiais lignocelulósicos apresentam estrutura complexa e compacta sendo necessário submetê-los a pré-tratamentos físicos, químicos e enzimáticos antes da hidrólise. Este processo é um passo-chave na via da remoção/modificação da lignina e hemiceluloses, redução da cristalinidade da celulose e aumento da porosidade do material, tornando-o mais passível da hidrólise enzimática (LOSORDO et al., 2016).

Matérias-primas dedicadas à bioenergia produzidas para biomassa lignocelulósica pode melhorar a eficiência da produção de etanol porque seu maior teor de fibra pode ser hidrolisado em açúcares e prontamente convertidos em etanol (SOLOMON, BARNES e HALVORSEN, 2007). A obtenção de variedades com maior produção de biomassa tem sido uma meta de diversos programas de melhoramento genéticos (CARRILLO et al., 2014).

Entre as culturas anuais, o sorgo biomassa [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] apresenta-se como um grande potencial para produção de etanol de segunda geração devido a sua versatilidade como fonte de amido e fibras (DAVILA-GOMEZ et al., 2011; ZEGADA-LIZARAZU e MONTI, 2012).

Além disso, o sorgo biomassa, possui a particularidade de ser sensível à foto período, acarretando em um maior período vegetativo e conseqüentemente maior produção de massa verde e massa seca (ROONEY e AYDIN, 1999; VENUTO e KINDIGER, 2008; MURRAY et al., 2008; MAY, SILVA e SANTOS, 2013).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo realizar a produção de etanol de segunda geração em biorreator, a partir do bagaço do sorgo biomassa pré tratado.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material experimental

O sorgo biomassa utilizado na realização dos experimentos foi cedido, gentilmente, pela Universidade Estadual do Mato Grosso/campus Cáceres. A biomassa de composição lignocelulósica foi seca a 60°C em estufa por 12 horas. Em seguida, a mesma foi triturada em moinho de lâminas e acondicionada em sistemas herméticos para posterior uso.

2.2 Microrganismos

O processo de fermentação alcoólica foi realizado com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* não isolada, obtido de fermento biológico comercial (Fleischmann, Londres, Reino Unido).

2.3 Ativação e propagação celular

O cultivo do pré-inóculo foi realizado em Erlenmeyers de 500 mL, com 200 mL de meio líquido, pH inicial 5,0, agitação de 150 rpm, à 35°C, por 24 horas, nas seguintes concentrações em g/L: 4 de levedura desidratada, 20 de glicose, 2,5 de extrato de levedura, 1 de sulfato de amônia, 0,5 de fosfato de potássio 0,5 de sulfato de magnésio heptahidratado. Os meios de cultura para o pré-inóculo foram esterilizados em uma autoclave por 15 minutos, a temperatura de 121°C.

2.4 Pré-tratamento do sorgo biomassa

O pré-tratamento ácido foi realizado para desorganizar a matriz lignocelulósica e remover a fração hemicelulósica. Assim, para cada grama de biomassa seca adicionou-se 2,8 mL de H₂SO₄ 1,09% (v/v) a 121 °C, em autoclave, durante 30

minutos (BETANCUR; PEREIRA, 2010). A hemicelulose foi filtrada em funil de Büchner sendo a fase sólida denominada de celulignina. Após esta etapa, iniciou-se o pré-tratamento alcalino, assim, a celulignina foi submetida à deslignificação com uso de solução de NaOH a 4% (m/v), na relação sólido:líquido de 1:20 (VÁSQUEZ, 2007) e submetida novamente a tratamento térmico a 121 °C durante 30 minutos em autoclave. Logo depois, foram realizadas várias sequências de lavagens, com água destilada, para à remoção da alcalinidade e extração da lignina residual até que a água descartada apresentasse pH próximo da neutralidade. Posteriormente, realizou-se a secagem da biomassa obtida.

2.5 Hidrólise enzimática da celulose

Após os pré-tratamentos químicos com ácido e base diluídos foi realizada a etapa de hidrólise enzimática, na qual a celulose pôde ser convertida a açúcares fermentáveis. Dessa forma a celulignina foi submetida à hidrólise enzimática com uso de um preparado celulásico comercial (enzima celulase a partir de *Aspergillus Niger*, Sigma Aldrich, USA), que continha uma atividade de 40 FPU/mL. O experimento foi desenvolvido em Shaker utilizando uma concentração de sólido fixo a 6% (m/v), a partir de diferentes valores de cargas enzimáticas, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 FPU/g. A temperatura de hidrólise foi mantida em 50°C, durante 12 horas para o sorgo biomassa pré-tratado.

2.6 Fermentação

Decorridos 12 horas de pré-hidrólise enzimática do sorgo biomassa, a cinética do processo de fermentação foi realizada em um fermentador SL 137 (SOLAB, SP, BR) com capacidade para 8 litros, contendo 5 litros de volume de trabalho. A concentração do inoculo inserida no meio de produção foi de 10% (m/v). O meio fermentativo teve a mesma composição do meio do pré-inoculo, com exceção da adição de glicose, que foi substituída pelo pré-hidrolisado da celulose. Durante 24 horas de processo, foram mantidas constantes a temperatura e o pH em 35 °C e 5,0 respectivamente, sob agitação a 150 rpm. As amostras do caldo fermentado foram retiradas a cada 4 horas, sendo centrifugadas a 5.000 g durante 10 minutos, para a separação da biomassa, e o sobrenadante obtido foi analisado quanto à concentração do produto formado e consumo de substrato. Visando uma maior confiabilidade nos resultados obtidos, foi realizada uma tréplica do experimento.

2.7 Concentração de etanol e açúcares

Concentrações de glicose e etanol foram determinados utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Foi utilizado um sistema cromatográfico (Waters Co., Milford, MA, USA) composto por uma coluna Park I, operando a 60 °C com fluxo

de 0,4 mL/min de fase móvel (água MilliQ) e volume de injeção de 10 µL, bomba Waters 510 com detector de índice de refração Waters 2695. Antes de análise, as amostras foram filtradas em membrana de acetato de celulose 0,22 µm.

2.8 Quantificação de microrganismos

Para acompanhar o crescimento celular ao longo da fermentação, foi utilizado o método espectrofotométrico. O meio fermentativo foi diluído na proporção 1:100, no qual, leu-se a absorbância a 650 nm. O valor obtido foi comparado com uma curva padrão que relaciona absorbância com concentração celular em termos de massa seca em gramas por litro, previamente determinada.

2.9 Determinação da atividade enzimática

Para a enzima celulase, a atividade foi determinada como atividade de papel de filtro e expressa em FPU (Filter Paper Units) por volume de enzima original, como recomendado pela IUPAC (ADNEY e BAKER, 1996; GHOSE, 1987).

2.10 Rendimento

Os parâmetros cinéticos calculados nas fermentações foram o rendimento em grama de etanol por grama de glicose e a produtividade em grama de etanol por grama de glicose, determinados pelas equações 1 e 2, respectivamente.

$$Y_{P/AR} = \frac{EC_F}{(TS_1 - TS_F) \cdot 0,511} \cdot 100 \quad (1)$$

$$P_E = \frac{EC_F}{T} \cdot 100 \quad (2)$$

Em que:

$Y_{P/AR}$ = Rendimento de etanol formado em relação ao consumo do açúcar redutor (%);

E_{CF} = Concentração de etanol ao final da fermentação (g/L);

T_{SF} = Concentração de açúcar final (g/L);

T_{S1} = Concentração de açúcar inicial (g/L).

P_E = Produtividade de etanol;

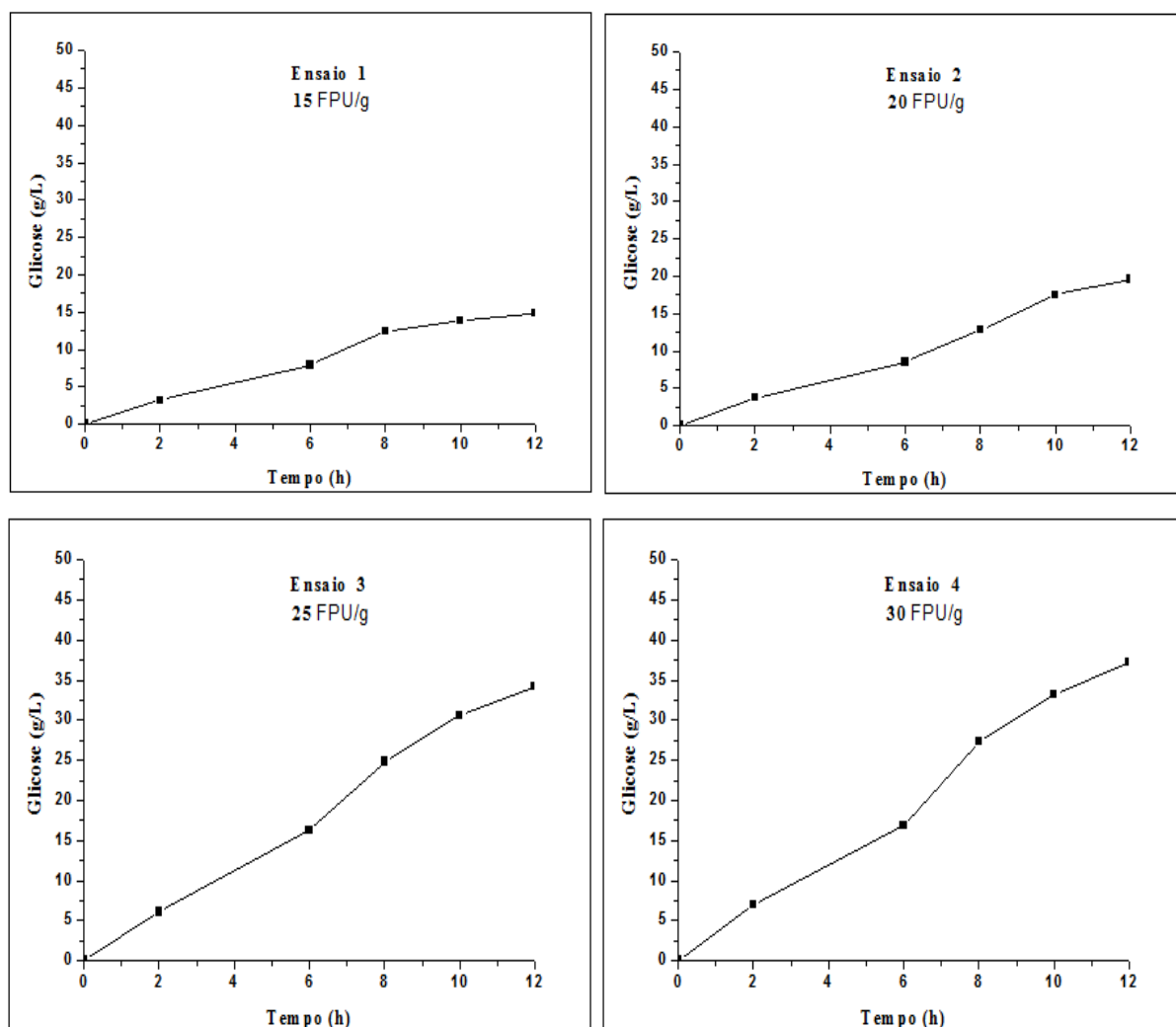
t = tempo de fermentação (h).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise hidrolítica da celulose em relação a variação da carga enzimática durante o pré-tratamento com celulase comercial

Visando definir a melhor condição que resultasse em elevadas concentrações de glicose a partir da celulose hidrolisada, variou-se a carga enzimática (celulase comercial de *Aspergillus Niger*) em 15, 20, 25, 30, 35 e 40 FPU/g. Os ensaios foram conduzidos em shaker com um tempo de pré-hidrólise enzimática de 12 h a 50 °C.

Para todos os ensaios (figura 1), o teor de carboidrato liberados em função do tempo de hidrólise foram analisadas, utilizando concentração de sólido fixo a 6% (m/v).



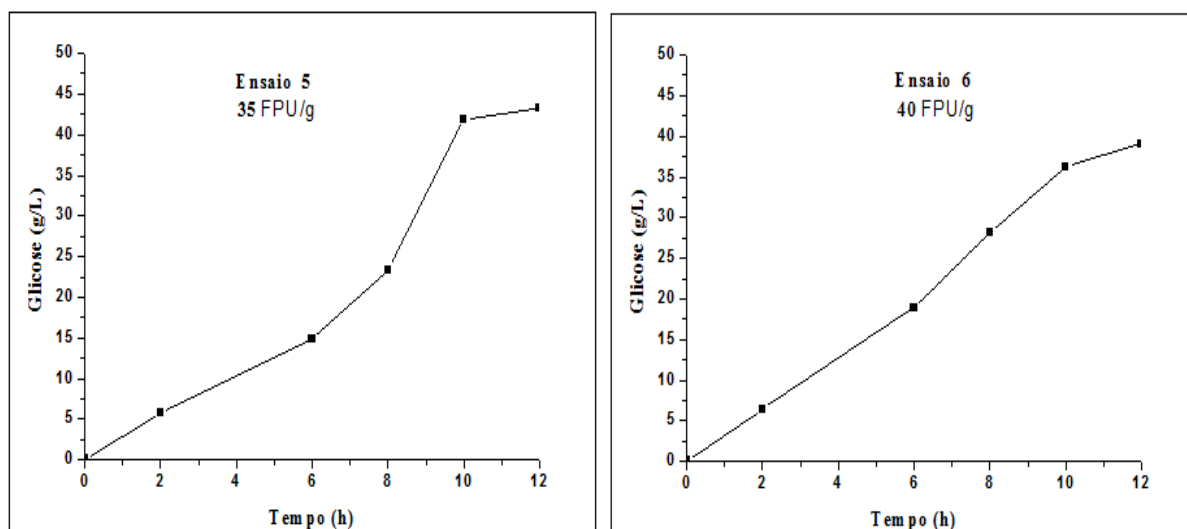


Figura 1 - Perfis de hidrólise para a variação de carga enzimática de celulose do sorgo biomassa pré-tratado com celulase comercial utilizando concentração de sólido fixo a 6% (m/v).

Analisando a Figura 1, dos ensaios de 1 ao 6, pode-se notar que a maior produção de glicose para o sorgo biomassa utilizando a carga enzimática de celulose comercial foi observada no ensaio 5, ou seja, 35 FPU/mL, atingindo cerca de 43,2 g/L de glicose. De acordo com Vásquez (2007), esse comportamento se justifica pelo fato do material (biomassa), provavelmente, apresentar uma composição química menos favorável ao processo hidrolítico, ou seja, maiores teores de lignina e hemicelulose, acarretou na utilização de maiores cargas enzimáticas no meio.

Entretanto, percebe-se, que utilizando 40 FPU/mL, a concentração de glicose diminuiu para 39,1 g/L de glicose. Este fato, provavelmente, ocorre devido ao aumento excessivo das cargas enzimáticas (concentração de celulase) no meio, desfavorecendo o processo de hidrólise.

3.2 Resultados dos processos fermentativos em biorreator

A partir do melhor resultado obtido da variação da carga enzimática para o pré-tratamento com celulase comercial, ensaio 5, realizou-se um perfil cinético do processo fermentativo em biorreator, sob condições controladas, visando analisar a influência do hidrolisado quanto ao crescimento celular, consumo do substrato e produção de etanol.

Assim, foi realizado fermentações utilizando a carga enzimática de 35 FPU/g durante 12 horas de pré-hidrólise enzimática, atingindo concentração inicial de glicose de 43 g/L (figura 2). Neste trabalho, a temperatura de fermentação, a agitação e o pH foram mantidos constantes a 35°C, 150 rpm e 5, respectivamente. O pH e a temperatura são alguns dos principais fatores que influenciam na produção de etanol nos processos fermentativos, pois a atividade catalítica das enzimas e a atividade metabólica dos microrganismos dependem do pH e da temperatura

extracelular (LIMA, et al. 2002).

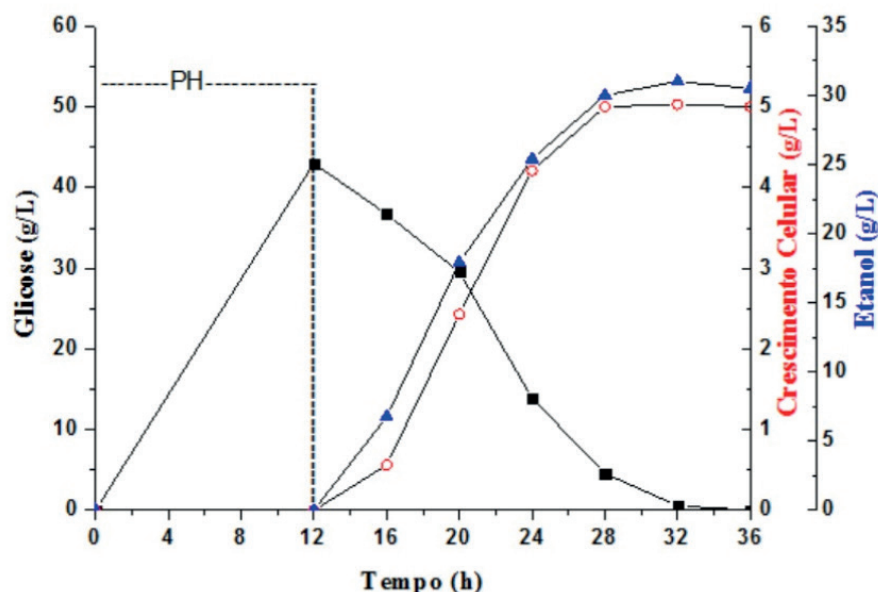


Figura 2 - Perfil cinético da produção de etanol, crescimento celular e consumo de substrato, em biorreator, a partir do sorgo biomassa pré-tratado enzimaticamente (PH) na concentração fixa de 6% (m/v) e carga enzimática de 35 FPU/g, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Na figura 2, observa-se um intenso crescimento celular até 16 horas de fermentação quando a fase estacionária é estabelecida, alcançando uma taxa de produção celular ($Y_{P/X}$) de $6,0 \text{ g}_{\text{etanol}}/\text{g}_{\text{células}}$.

Após 4 horas, a concentração de etanol aumentou rapidamente, produzindo 31 g/L em 20 horas de fermentação, atingindo uma produtividade volumétrica de 1,55 g/L.h e máxima produtividade volumétrica de 1,9 g/L.h durante 16 horas de processo, consumindo aproximadamente 90% da glicose constituída no meio. Com o consumo de todo o substrato do meio fermentativo, obteve-se um rendimento ($Y_{P/S}$) de $0,36 \text{ g}_{\text{etanol}}/\text{g}_{\text{glicose}}$ e eficiência de 72%. Vale ressaltar que o rendimento teórico de etanol por grama de glicose consumida é 0,511 gramas, sendo este valor considerado 100% quando o substrato for glicose (SANTOS et al. 2012). De acordo com Bosqueiro (2010) nas fermentações industriais brasileiras, o rendimento alcançado é em média 91%, isto corresponde a 0,465 gramas de etanol por grama de açúcar redutor total (ART) consumido.

Manoj (2016) em seus estudos, sacarificou 2000g de sorgo biomassa com ácido sulfúrico a 3% (v/v), durante 60 minutos a 180°C, obtendo 36,3% de açúcar, o que proporcionou um rendimento de 0,49 g de etanol/g de açúcar a partir do hidrolisado obtido. Rabelo et al. (2011), atingiu rendimentos de $0,87 \text{ g}_{\text{etanol}}/\text{g}_{\text{glicose}}$ a partir para o hidrolisado do bagaço de cana de açúcar pré-tratado com hidróxido de cálcio e de $0,88 \text{ g}_{\text{etanol}}/\text{g}_{\text{glicose}}$ para o hidrolisado do bagaço pré-tratado com peróxido

de hidrogênio alcalino. Além disso, obteve como resultado da concentração de açúcares liberados após hidrólise enzimática a 50°C, pH 4,8 e carga enzimática de 3,5 FPU/g biomassa seca pré-tratada o valor de 0,233 g/g bruta seca de glicose.

Vásquez (2007), atingiu 70 g/L de etanol a partir de processos de sacarificação e fermentação simultânea (SSF) a partir do bagaço de cana sob condições semelhantes, utilizando a levedura *Sacharomyces cerevisiae*. As maiores diferenças entre os resultados obtidos no presente estudo, quando comparados com Vásquez (2007), provavelmente, está associado ao tempo de hidrólise enzimática da biomassa pré-tratada, pois os ensaios conduzidos por Vasquez foram com um tempo de pré-hidrólise enzimática de 50 horas. Isso, provavelmente, possibilitou uma hidrólise mais eficiente no experimento. Já Souza (2014) verificou-se que o rendimento em etanol foi maior quando o bagaço foi submetido inicialmente a uma pré-hidrólise a 50°C por 72 horas.

Davila-Gomez et al. (2011), pesquisando cinco genótipos de sorgo sacarino, obtiveram eficiência fermentativa variando de 79,99 a 89,75%, enquanto que Ratnavathi et al. (2010), obtiveram valores de eficiência fermentativa na faixa de 86,5 a 94,7% para sorgo sacarino utilizando leveduras *Saccharomyces cerevisiae* CFTR 01.

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho, o material lignocelulósico derivado de sorgo biomassa foi utilizado como fonte de matéria-prima para a obtenção de bioetanol. A partir da conversão do material celulósico, empregando como melhor resultado a carga enzimática comercial de 35 FPU/g, atingiu-se uma concentração inicial de glicose de 43 g/L.

Após análises experimentais, o maior resultado encontrado, em biorreator, para a produção de etanol foi de 31 g/L, com um rendimento de ($Y_{P/S}$) de 0,36 g_{etanol}/g_{glicose} e produtividade volumétrica de 1,9 g/L.h, atingindo 72% de eficiência final do processo.

Tais resultados demonstraram que a utilização do sorgo biomassa da espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench, para a produção de álcool combustível pela rota enzimática pode ser uma opção bastante promissora, em virtude da possibilidade de atingir rendimentos glicosídicos próximos ao teórico.

AGRADECIMENTOS

À Pró-reitora de pesquisa do Instituto Federal do Mato Grosso (PROPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Mato Grosso (FAPEMAT) pelo

suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

ADNEY, B.; BAKER, J. Measurement of cellulase activities. Chemical analysis and testing task – laboratory analytical procedure. **National Renewable Energy Laboratory** (NREL), Colorado, 1996.

BETANCUR, G. J. V.; PEREIRA, Jr. N. Sugarcane bagasse as feedstock for second-generation ethanol production. Part I: Diluted acid pretreatment optimization. **Electronic Journal of Biotechnology**, Chile, v. 13, n. 3, p. 10-11, 2010.

BOSQUEIRO, A. **Composição química da aguardente de Cana-de-açúcar ao longo do processo de dupla destilação em alambique simples**. 2010. Disponível em: http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp_1_24103.pdf. Acesso em: 14 jul. 2018.

CARRILLO, M.A. et al. Washing sorghum biomass with water to improve its quality for combustion. **Fuel**, London, v.116, p. 427-431, 2014.

CHEN, H. FU, X. Industrial technologies for bioethanol production from lignocellulosic biomass. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, vol. 57, p.468-78, 2016.

DAVILA-GOMEZ, F. J. et al. Evaluation of bioethanol production from five different varieties of sweet and forage sorghums (*Sorghum bicolor* (L) Moench). **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 33, n. 3, p. 611-616, 2011.

GHOSE, T. K. Measurement of cellulase activities. **Pure & Applied Chemistry**, Oxford, v. 59, n. 2, p. 257-268, 1987.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos**. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

LOSORDO Z. et al. Cost competitive second generation ethanol production from hemicellulose in a Brazilian sugarcane biorefinery. Online Library. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, vol. 10, p. 589-602. 2016.

MANOJ, K. et al. Pretreatment optimization of Sorghum pioneer biomass for bioethanol production and its scale-up. **Bioresource Technology**, Gujarat, v. 199, p. 142-147, 2016.

MAY, A.; SILVA, D. D.; SANTOS, F. C. **Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica**. 1. ed. Sete Lagoas: EMBRAPA, p. 65, 2013.

MURRAY, S. C. et al. Genetic improvement of sorghum as a biofuel feedstock: II. QTL for system and leaf structural carbohydrates. **Crop Science**, v. 48, p. 2180–2193, 2008.

SOLOMON, B. D. BARNES, J.R., HALVORSEN, K.E. Grain and cellulosic ethanol: history, economics, and energy policy. **Biomass Energy**, Houghton, n. 6, v. 31, p. 416–425, 2007.

RABELO, S. C. et al. Ethanol production from enzymatic hydrolysis of sugarcane bagasse pretreated with lime and alkaline hydrogen peroxide. **Biomass & Bioenergy**, Campinas, v. 35, p. 2600-2607, 2011.

RATNAVATHI, C. V. et al. Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. **Biomass and Bioenergy**, Killington, v. 34, n. 7, p. 947-952, 2010.

ROONEY, W. L.; AYDIN, S. Genetic control of a photoperiod-sensitive response in *Sorghum bicolor* (L.)

Moench. **Crop Science**, Texas, v.39, p.397-400, 1999.

SANTOS, F. A. et al. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, Viçosa, n. 5, v.35, p. 1004, 2012.

SOUZA, R. F. R. **Produção de etanol a partir de hidrolisado enzimático do bagaço da cana-de-açúcar por leveduras isoladas do bioma amazônico**. 2014. 24 f. Dissertação (Mestre em Biotecnologia Industrial) – Faculdade de Biotecnologia Industrial, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

VÁSQUEZ, M. P. **Desenvolvimento de processo de hidrólise enzimática e fermentação simultâneas para a produção de etanol a partir de sorgo biomassa**. 2007. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências). Faculdade em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

VENUTO, B.; KINDIGER, B. Forage and biomass feedstock production from hybrid forage sorghum and sorghum–sudangrass hybrids. **Grassland science**, Oklahoma, v. 54, n. 4, p. 189–196, 2008.

ZEGADA-LIZARAZU, W.; MONTI, A. Are we ready to cultivate sweet sorghum as a bioenergy feedstock? A review on field management practices. **Biomass and Bioenergy**, Bologna, v. 40, p. 1-12, 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- AA2024 alloy 1, 6, 7
- Adsorção de compostos 32, 36
- Advanced Oxidation Processes 14, 87, 155
- Aluminum alloy 4, 8, 12
- Amplitude de pulso 50, 51, 52, 53, 54
- Anti-corrosion performance 4, 7

B

- Biocombustível 129
- Biodigestor 142, 143, 144
- Bioetanol 107, 115, 129, 139
- Biogás 141, 142, 143, 144, 145, 146, 150, 151, 152
- Biotransformation 24, 30

C

- Chemistry Teaching 250, 261, 262
- Cinza volante 118
- Combustíveis fósseis 33, 99, 143
- Complexometria 221, 222, 224
- Compostos sulfurados 32, 33, 36, 39
- Contaminantes orgânicos 57, 63, 69, 125, 157
- Corrosion protection 1, 2, 12

D

- Decolorization 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 87
- Diagrama de fase 172, 173, 174

E

- Electrochemical Impedance Spectroscopy 1, 5, 7, 8, 281
- Energias renováveis 129, 143
- Espectroscopia fotoeletrônica de raios X 32, 36, 41

F

- Ferulic acid 24, 30, 31

G

Geoquímica de Contaminantes 69

Glifosato 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56

Grafeno 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

H

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos 57, 60, 63, 154, 155, 156

I

Isotermas de adsorção-dessorção 32, 36, 38

L

Localized impedance 1, 2

M

Materiais mesoestruturados 37

Mecanismos de partição 57, 69

N

Nanotubos de carbono hidrofílicos 89, 96

Negro de carbono 89, 90

O

Óleo Residual 201, 202, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 219, 220

Open circuit potential 1, 5, 7

Oxidação parcial do metano 98

P

Perfil cinético 113, 114, 135, 136, 137

Perovskita 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105

Persulfato 154, 155, 157, 158, 159, 160, 164, 165

Photocatalytic efficacy 14

Photo-fenton process 13, 22

Polymer coating 3

Processo oxidativo avançado 155

Processos enzimáticos 107

R

Reaction 3, 9, 14, 16, 19, 77, 99, 106, 119, 126, 169, 202

Reator solar 76, 77

Reforma do metano 99

S

Saponificação 202, 203, 204, 207, 209, 215, 216, 217, 219

Scanning Electron Microscopy 4, 281

Self-healing mechanism 3

Semiologia 249, 251, 259

Sensor eletroquímico 43

Sistema Aquoso Bifásico 170, 172, 177

Smart coating 1, 2, 9, 281

T

Teaching strategies 261

Toxicidade 46, 57, 65, 154, 156, 176, 222

V

Voltametria 43, 46, 47, 49

 **Atena**
Editora

2 0 2 0