

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 PANEAS 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

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

Data de aceite: 04/05/2020

Cristian Jacques Bolner 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

Francieli Fernandes

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

Charles Souza da Silva

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

Juniele Gonçalves Amador

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: Não há dúvidas que a produção de etanol, a partir de cana, trata-se de um complexo produtivo impressionante, porém com a matriz energética centrada apenas em uma cultura, faz-se necessária a busca por outras fontes de matérias-primas para produção de etanol, visando à sustentabilidade e à consolidação do conceito de energia renovável. Assim, um especial destaque vem sendo dado ao sorgo sacarino, pois o caldo extraído de seus colmos é composto por sacarose, glicose, frutose e podem, portanto, ser facilmente fermentados para produção de etanol. Neste trabalho avaliou-se o comportamento das concentrações de açúcares e nutrientes no caldo do sorgo sacarino de um cultivar desenvolvido pela Embrapa Agrossilvipastoril (BRS 508). Os melhores resultados encontrados para as concentrações de etanol, utilizando o cultivar BRS 508, sem e com nutrientes, foram 81,8 e 83,7 g/L, respectivamente, em 8 horas de fermentação. Além disso, as máximas produtividades volumétricas alcançadas foram de 6,3, 6,6 e 6,7 g/L.h, alcançando rendimentos finais de 81,8, 83,7 e 83,9%, a partir do cultivar BRS 508 (sem e com nutrientes) e da cana-de-açúcar, respectivamente. Os resultados das fermentações encontradas para a concentração, rendimento, produtividade final de etanol

e viabilidade celular, a partir do caldo da cultivar BRS 508 sem suplementação de nutrientes, não apresentaram perdas significativas, quando comparadas aos resultados obtidos do caldo da cultivar BRS 508 (suplementado) e da cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Energias renováveis, Biocombustível, Fermentação.

EVALUATION OF ETHANOL PRODUCTION FROM THE SELECTION OF A SWEET SORGHUM CULTIVAR IN THE STATE OF MATO GROSSO

ABSTRACT: There is no doubt that the production of ethanol, from sugarcane, is an impressive production complex, but with the energy matrix centered only on one culture, is necessary to search for other sources of raw materials for the production of ethanol, aiming at sustainability and the consolidation of the renewable energy concept. Thus, a special emphasis has been given to sweet sorghum, since the juice extracted from its stalks is composed of sucrose, glucose, fructose and can therefore be easily fermented to produce ethanol. In this work, the behavior of the concentrations of sugars and nutrients in the sweet sorghum broth of a cultivar developed by Embrapa Agrossilvipastoril (BRS 508) was evaluated. The best results found for ethanol concentrations, using the cultivar BRS 508, without and with nutrients, were 81.8 and 83.7 g/L, respectively, in 8 hours of fermentation. In addition, the maximum volumetric yields achieved were 6.3, 6.6 and 6.7 g/Lh, reaching final yields of 81.8, 83.7 and 83.9%, from the cultivar BRS 508 (without and nutrients) and sugar cane, respectively. The results of the fermentations found for the concentration, yield, final productivity of ethanol and cell viability, from the broth of cultivar BRS 508 without supplementation of nutrients, did not present significant losses, when compared to the results obtained from the broth of cultivar BRS 508 (supplemented) and sugar cane.

KEYWORDS: Renewable energy, Biofuel, Fermentation.

1 | INTRODUÇÃO

As alterações climáticas constituem um dos maiores desafios com que a humanidade terá de se defrontar nos próximos anos, e juntamente com esta preocupação surge a necessidade de se alterar drasticamente a matriz energética mundial, reduzindo o consumo das energias fósseis, buscando a cada dia alternativas para se obter um combustível renovável, acessível, disponível, seguro e eficaz. Estes são desafios que a humanidade deve enfrentar.

O Brasil destaca-se como maior produtor mundial de bioetanol a partir da cana-de-açúcar. Entretanto, avaliando-se as perspectivas de expansão do mercado interno e externo, verifica-se que a produção de 29 bilhões de litros de etanol, na safra de 2015/2016, deverá ser ampliada para 65,3 bilhões de litros na safra de 2020/2021, representando 15% da matriz energética brasileira (MASSON et al.

2015).

Sob essa óptica, verifica-se a importância do conhecimento e do domínio de matrizes (espécies vegetais) energéticas que apresentem elevada eficiência e rendimento agroindustrial. Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos com culturas alternativas, que possam suprir o setor industrial com matérias-primas adequadas, inclusive ampliando o período de processamento industrial, com custos e eficiências compatíveis com o mercado (EMBRAPA, 2012).

E entre as diversas matérias-primas renováveis que estão sendo avaliadas atualmente para produção de etanol, especial destaque vem sendo dado ao sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L) Moench), pois o caldo extraído de seus colmos é composto por sacarose, glicose, frutose e pode, portanto, ser facilmente fermentado para produção de etanol (VIATOR; LU; ARAGON, 2015).

Diante do exposto, este trabalho teve como o objetivo avaliar um cultivar de sorgo sacarino desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizada na cidade de Sinop no Estado do Mato Grosso.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Microrganismos

O Microrganismo utilizado foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae* CPB1, isolada a partir do bagacilho de cana-de-açúcar obtidos na usina alcooleira COOPERB Novo Milênio localizada em Lambari D'Oeste/MT.

2.2 Sorgo sacarino

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado um cultivar de sorgo sacarino BRS 508, gentilmente, cedido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Agrossilvipastoril, situada na MT 220, no Município de Sinop em Mato Grosso.

2.3 Colheita do sorgo e determinação da produtividade

A colheita das parcelas de sorgo sacarino foi realizada com 90 dias após o plantio, ou seja, quando os genótipos atingiram a maturidade fisiológica dos grãos. Todas as avaliações foram realizadas a partir do caldo proveniente das extrações dos colmos da cultivar do sorgo sacarino BRS 508.

2.4 Extração do caldo

Para a obtenção do caldo para as análises, os colmos do sorgo sacarino da cultivar, sem folha e sem panícula, foi submetido a um processo de extração

utilizando um sistema de moenda simples que removeu o caldo por pressão por duas vezes consecutivas.

2.5 Caracterização química do caldo

As análises de nitrogênio foram realizadas utilizando o método de Kjeldahl e a determinação do teor de fósforo, empregou-se a metodologia da calorimetria do metavanadato de amônio, ambos pelo método de Malavolta e Vitti (1997). As determinações de cálcio e magnésio presentes no caldo do sorgo sacarino foram executadas utilizando o princípio de espectrofotometria de absorção atômica, segundo metodologia proposta por Malavolta e Vitti (1997). A dosagem de etanol foi realizada pelo método espectrofotométrico de dicromato de potássio (STECKELBERG, 2001). Os teores de açúcares redutores totais (ART) e açúcar redutor (AR) foram determinados pelo método do ácido dinitrossalicílico (DNS), descrito por Miller (1959). Na determinação de ART, foi hidrolisada uma alíquota do sobrenadante (contendo sacarose não consumida pelo microrganismo) com HCl 1,0 N, aquecida em banho de água em ebulição, por 15 minutos, resfriada e neutralizada com NaOH 1,0 N.

2.6 Manutenção, ativação e propagação celular de *Saccharomyces cerevisiae*

A levedura foi repicada em meio sólido, pH 5,0, a 30 °C por 24 horas e estocada sob refrigeração a 4 °C, nas seguintes concentrações em g/L: glicose (20); extrato de levedura (10) e agar (15). O cultivo do pré-inóculo foi realizado em frascos cônicos de 500 mL, com 200 mL de meio líquido, pH 5,0, a 32 °C e agitação de 150 rpm, nas seguintes concentrações em g/L: glicose (20); extrato de levedura (2,5), sulfato de amônia (1), fosfato de potássio (0,5) e sulfato de magnésio heptahidratado (0,5). Os meios de cultura para o pré-inóculo foram autoclavados por 15 minutos a temperatura de 120 °C.

2.7 Biorreator

Na fermentação foi utilizado um biorreator SL 137 (SOLAB, SP, BR) constituído por um vaso cilíndrico de 6,0 litros, dotado de controle automático de pH e agitação, com um sistema de refrigeração por camisa, com monitoramento e controle constante de temperatura utilizando água como fluido refrigerante. O volume de trabalho no fermentador foi de 4 litros.

2.8 Fermentação do caldo do sorgo *in natura* com e sem adição de nutrientes

Foram realizados ensaios para a avaliação da fermentabilidade com caldo de sorgo proveniente da cultivar BRS 508 (sem e com suplementação de nutrientes).

As concentrações adotadas dos nutrientes adicionados, quando suplementados, foram em g/L: KH_2PO_4 (3), $(\text{NH}_4)\text{Cl}$ (1), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,5) e Extrato de levedura (5,0).

A temperatura de fermentação foi de 32 °C, sob agitação de 150 rpm, por 10 horas e pH inicial do meio em 4,8. A concentração de células utilizada nas fermentações foi de 40 g / L. As alíquotas foram retiradas e centrifugadas a 6000 rpm por 10 minutos. Visando uma maior confiabilidade nos resultados obtidos, todos os ensaios foram conduzidos em triplicata. A contagem de células viáveis (CV) foi realizada empregando a câmara de Neubauer. Para efeito de comparação com o sorgo sacarino (BRS 508), também foram efetuadas fermentações com caldo de cana-de-açúcar *in natura*.

2.9 Cálculo de Rendimento

Os parâmetros cinéticos calculados foram o rendimento de etanol por grama de açúcar redutor totais (AT) ($Y_{P/AT}$) e a produtividade em grama de etanol por grama de açúcares redutores totais, conforme demonstrados nas 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 DISCUSSÕES

3.1 Qualidade do caldo fermentado

Os valores médios obtidos para Brix, pH, AR, ART e acidez total para o cultivar do sorgo sacarino BRS 508 e do caldo de cana-de-açúcar, estão apresentados na tabela 01.

Tratamento	Brix (%)	pH	AR (%)	ART (%)	Acidez (g/L H ₂ SO ₄)
Cultivar BRS 508	14,5	4,81	1,97	12,3	1,12
Cana-de-açúcar	15,3	5,26	0,94	14,1	1,97

Tabela 01. Valores das análises do brix, pH, AR, ART, acidez e amido do caldo extraído do sorgo sacarino BRS 508 e do caldo de cana-de-açúcar.

Para a produção de etanol foi utilizado o caldo obtido da extração do sorgo sacarino da cultivar BRS 508, além do caldo de cana *in natura*. O Brix do caldo do sorgo sacarino apresentou um teor inicial de 14,5 °Brix.

Parella (2011), explica que a concentração do mosto é determinada de acordo com a produção pretendida, a capacidade de produção e o modelo de fermentação utilizado. Contudo, geralmente esta concentração é entre 12 e 25 °Brix. Mostos com altos níveis de concentração ocasionam perdas de açúcares que não são fermentados, devido ao estresse osmótico causados nas leveduras.

Verificou-se que o pH do meio inicialmente era 4,81. Este valor é o mesmo relatado no trabalho de Masson et al (2015). Ribeiro Filho et al. (2008) caracterizando o caldo de sorgo relatou valores de pH superiores aos obtidos nesta pesquisa, sendo 5,3. Amorim (2005), relata que o pH entre 4,5 a 6,5 favorecem o crescimento e desenvolvimento das leveduras.

Comparando os resultados de brix e pH do sorgo sacarino (BRS 508) com o da cana-de-açúcar, verificou-se valores ligeiramente superiores na cana. O sorgo sacarino apresentou teor de açúcar redutor (AR) que pode ser considerado elevado, quando comparado ao valor obtido para a cana. Os resultados obtidos nesta pesquisa são inferiores aos relatados por Teixeira et al. (1997) e por Masson et al. (2015) que obtiveram valores entre 4,16 a 8,27 % e 3,34 % de AR em sorgo, respectivamente. Os açúcares redutores presentes no sorgo, de acordo com EMBRAPA (2012), podem ocorrer em ampla faixa de variação (entre 1 a 3 %), em função do genótipo e da fase de desenvolvimento da planta.

Estes são utilizados em várias reações metabólicas e também como fonte de energia. Durante os estágios de desenvolvimento de sorgo, há relatos de redução nos teores de açúcares redutores, quando a planta se encontra na fase de maturação fisiológica das sementes (CHANNAPPAGOUDAR et al., 2007).

De acordo com a tabela 01, o caldo de cana apresentou valor de 0,94% de açúcar redutor, sendo recomendado valor inferior a 0,8% para o processamento, indicando, provavelmente, que nesta época a cultivar não se encontrava com elevada maturação (AMORIM, 2005). Além disso, a cana-de-açúcar apresentou teor de açúcar redutor total (ART) maior que os do sorgo sacarino

ALMODARES e HADI (2009), em seus estudos, relataram resultados

semelhantes aos de sorgo sacarino com valores na faixa de 12 a 17 %, sendo que ALMODARES et al. (2008) obtiveram resultados entre 4,2 a 15,2 % de açúcares redutores totais.

Outro fator importante verificado foi a acidez total presente no caldo (0,5 g/L), pois é um dos indicativos do estado de maturação do vegetal, sendo que valores menores que 0,8 g/L de H_2SO_4 , representam teores ideais para a cana ser processada (RIPOLI; RIPOLI, 2009).

3.2 Determinação dos nutrientes e amido do sorgo sacarino da cultivar BRS 508

Os teores dos nutrientes e do amido, no caldo do sorgo sacarino, podem ser visualizados na tabela 02.

Tratamento	Fósforo (ppm)	Nitrogênio (ppm)	Cálcio (ppm)	Magnésio (ppm)	Amido (ppm)
Sorgo BRS 508	25	18	131	116	4,6

Tabela 02. Teores de fósforo e nitrogênio do cultivar BRS 508

De acordo com Amorim (1985), a determinação de fósforo no caldo do sorgo sacarino é muito importante, pois o fósforo absorvido pela levedura nos processos de fermentação tem sua principal função relacionada com a transferência de energia na célula de levedura. Este elemento é considerado indispensável à absorção do carboidrato e sua posterior conversão em etanol. Laopaiboon et al. (2009), em seus relatos, verificou que o caldo de sorgo sacarino da cultivar KKU 40, cultivado na Tailândia, apresentou um teor de 20 ppm de fósforo, 18,4 ppm de nitrogênio, 166 ppm de cálcio e 194 ppm de magnésio. Yu et al. (2009), encontraram 50 ppm de fósforo, 93 ppm de cálcio e 84 de magnésio, em seus trabalhos, utilizando o caldo do sorgo sacarino colhido em Pequim,

É fundamental frisar que a absorção de nutrientes obtidas pelas plantas é limitada por diversos fatores. De acordo com Franco et al. (2008) a cultivar, o clima, o ciclo da cultura, o tipo de solo e a quantidade de fertilizantes aplicados são fatores importantes que influenciam na composição mineral da planta.

Com relação ao teor de amido (Tabela 02), o valor máximo encontrado para o cultivar BRS 508 foi de 4,6 ppm. Segundo Magalhães e Durães (2003), na fase reprodutiva, quando os grãos começam a se formar (60 a 80 dias), eles se enchem de açúcar. Para Anyangwa et al. (1993), o amido é um polissacarídeo natural da cana-de-açúcar e sua concentração depende de diversos fatores como condições de crescimento, variedade da planta, solo de cultivo, método de colheita. Os estudos apontaram que o índice de maturação é considerado como o mais importante para a determinação dos fatores de qualidade.

3.3 Fermentações alcólicas do caldo do sorgo sacarino sem e com adição de nutrientes

Para efeito de comparação foram realizadas fermentações do caldo do sorgo BRS 508 (sem e com nutrientes) com o caldo da cana-de-açúcar.

A tabela 03, apresenta os valores iniciais e finais da concentração de açúcares totais (sacarose, glicose e frutose), concentração de células vivas/mL, concentração de etanol produzido, o rendimento e a produtividade para 8 horas de fermentação com e sem adição de nutrientes.

Cultivar	ART _i (g/L)	ART _f (g/L)	CV _i /mL	CV _f /mL	CE _f (g/L)	Y _{P/AT} (%)	P _{etanol} (g/L.h)
BRS 508 (sem nutrientes)	123,5 ±0,67	1,9 ± 0,21	1,6 x 10 ⁸	1,2 x 10 ⁹	50,1 ± 0,42	81,8 ± 0,28	6,3 ± 0,39
BRS 508 (com nutrientes)	123,5 ±0,67	0,3 ± 0,17	1,3 x 10 ⁸	1,7 x 10 ⁹	52,7 ± 0,31	83,7 ± 0,41	6,6 ± 0,22
Cana-de- açúcar	124,7 ±0,31	0,4 ± 0,24	1,4 x 10 ⁸	1,5 x 10 ⁹	53,4 ± 0,76	83,9 ± 0,15	6,7 ± 0,21

Tabela 03. Condições e resultados da fermentação alcoólica em relação à média da concentração inicial (ART_i) e final (ART_f) de açúcar redutor total, a concentração média inicial (CV_i) e final (CV_f) de células vivas/mL e a concentração média de etanol final (CE_f), rendimento (Y_{P/AT}) e produtividade (P_{etanol})

A partir da tabela 03, verifica-se que as máximas concentrações de etanol produzidas foram de 81,8 e 83,7 g/L utilizando o cultivar BRS 508 sem e com nutrientes, respectivamente, bem como, 83,93 g/L com a cana-de-açúcar, nas primeiras 8 horas de fermentação consumindo, praticamente, 100% do açúcar redutor total final. Além disso, nota-se que a diferença entre os rendimentos e as produtividades, para ambas fermentações, apresentaram valores bem semelhantes.

Observa-se nas Figuras 01, 02 e 03 o perfil cinético da concentração de açúcar total, produção de etanol e a concentração de células vivas durante as fermentações do caldo de sorgo sacarino da cultivar BRS 508 (sem e com nutrientes) e do caldo de cana.

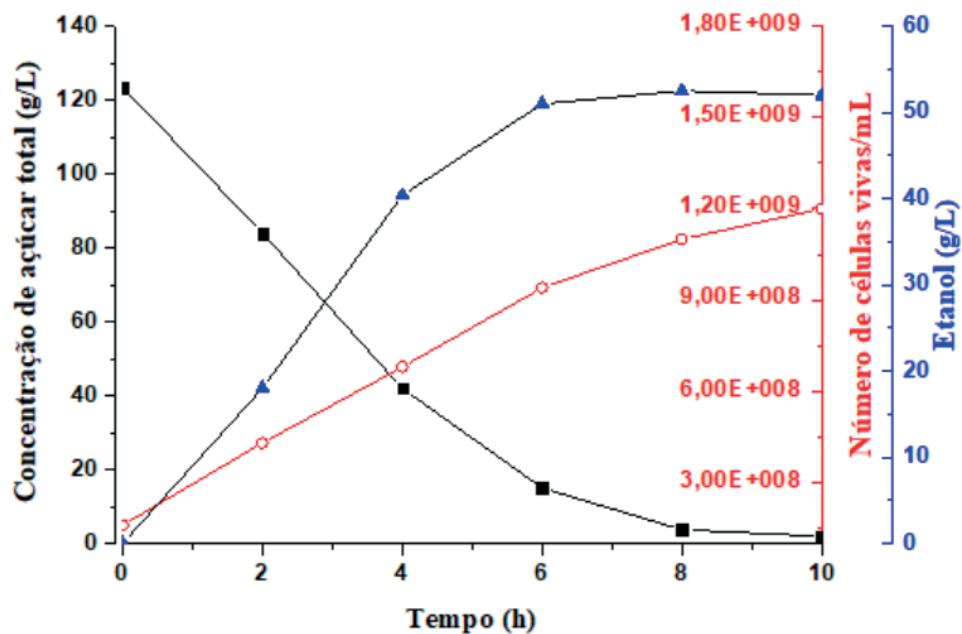


Figura 01. Perfil cinético da concentração de etanol (\blacktriangle), consumo de açúcares totais (\blacksquare) e crescimento celular (O) no caldo de sorgo sacarino da cultivar BRS 508 (sem nutrientes) em função do tempo de fermentação.

Fonte: (Autor, 2019)

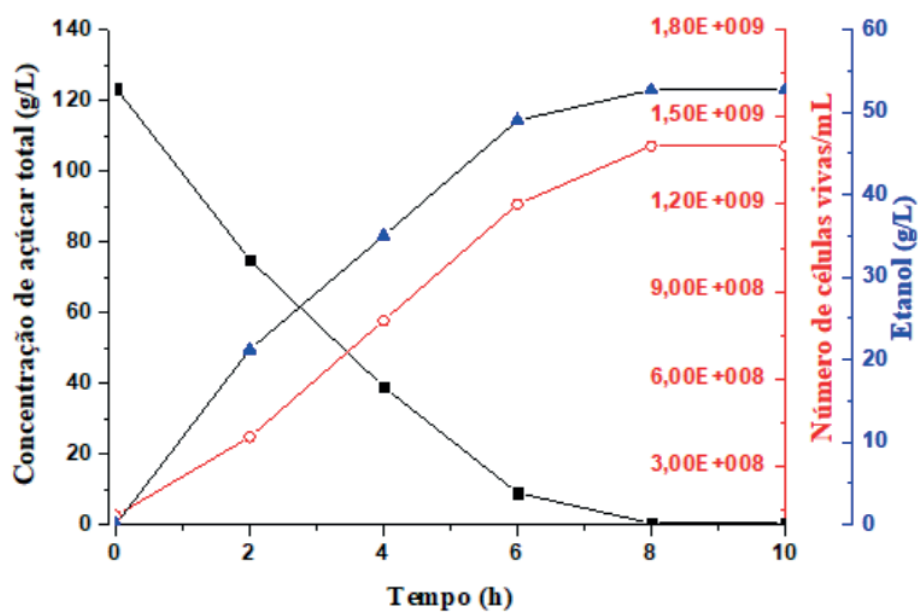


Figura 02. Perfil cinético da concentração de etanol (\blacktriangle), consumo de açúcares totais (\blacksquare) e crescimento celular (O) no caldo de sorgo sacarino da cultivar BRS 508 (com nutrientes) em função do tempo de fermentação.

Fonte: (Autor, 2019)

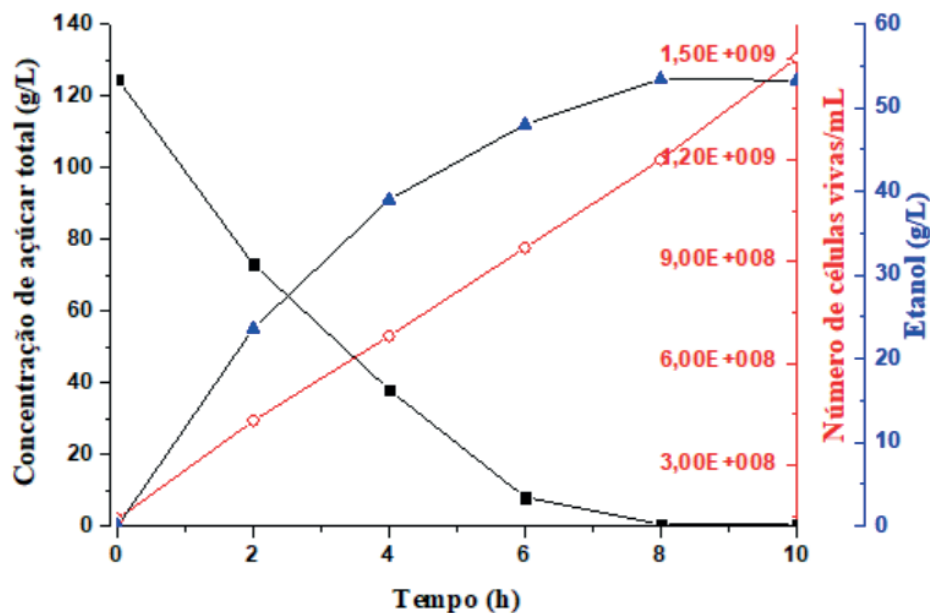


Figura 03. Perfil cinético da concentração de etanol (▲), consumo de açúcares totais (■) e crescimento celular (○) no caldo de caldo-de-cana em função do tempo de fermentação.

Fonte: (Autor, 2019)

Para todas as cultivares, observou-se um pequeno crescimento celular, nas duas primeiras horas de fermentação, devido à alta concentração inicial de leveduras, sendo que durante a fermentação a quantidade de célula foi da ordem de 10^8 células viáveis /mL.

De acordo com Roukas (1998), este fato ocorre, provavelmente devido à adaptação do microrganismo ao meio de cultivo, pois, existem, além da alta concentração de substrato no meio, alguns compostos inibitórios no caldo como, ácidos orgânicos, aldeídos, compostos fenólicos e alguns metais pesados.

É importante frisar que, em ambas fermentações (BRS 508 sem e com nutrientes, além da cana-de-açúcar), no final do processo, os valores da concentração de etanol, do rendimento e da produtividade foram semelhantes. Contudo, uma pequena diferença na concentração de açúcar redutor final foi observada na fermentação com o BRS 508 sem nutrientes, quando comparada as fermentações com a BRS 508 com nutrientes e com a cana-de-açúcar, na qual praticamente todo o ART_F foi consumido (Tabela 3).

Segundo Viegas (2003), em uma unidade de fermentação contínua convencional, geralmente opera com rendimento de 87% e produtividade de 7,9 g etanol/L.h., quando o caldo de cana-de-açúcar é utilizado como matéria-prima. Assim, em relação aos resultados obtidos (Tabela 3), para o cultivar estudado (sem nutriente e com nutriente), pode-se verificar que a produtividade e o rendimento foram um pouco abaixo dos obtidos em usinas.

Com relação aos rendimentos dos produtos em relação aos substratos ($Y_{P/S}$),

obteve-se 81,8%, 83,7% e 83,9% para a cultivar BRS 508 sem nutriente, com nutriente e cana-de-açúcar, respectivamente.

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

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 (RIBEIRO, 2010; ANDRIETTA; STECKELBERG; ANDRIETTA, 2008; LEE et al. 1995).

Verifica-se que acima de 6 horas de fermentação (Figuras 01. 02 e 03), o aumento na produção de etanol foi muito pequeno, uma vez que, o substrato foi praticamente todo consumido e o remanescente, provavelmente, foi sendo utilizados para o crescimento e manutenção celular. A redução na produtividade volumétrica, 0,25 g/L.h, 0,95 e 1,32 para a cultivar BRS 508 sem nutrientes, BRS 508 com nutrientes e cana-de-açúcar, respectivamente, com o aumento do tempo de fermentação, entre 6 a 10 horas, também, confirma esta hipótese

4 | CONCLUSÃO

- Os maiores resultados encontrados para as concentrações de etanol, utilizando o cultivar BRS 508 (sem e com nutrientes) e a cana-de-açúcar foram 81,8, 83,7 e 83,9, g/L, respectivamente, em 8 horas de fermentação;
- As máximas produtividades volumétricas obtidas foram de 6,3, 6,6 e 6,7 g/L.h alcançando rendimentos finais de 81,8, 83,7 e 83,9%, durante 8 horas de processo, a partir do cultivar BRS 508 (sem e com nutrientes) e da cana-de-açúcar, respectivamente;
- A suplementação de nutrientes na fermentação da cultivar BRS 508, não apresentou ganhos significativos com relação a concentração, rendimento e produtividade final de etanol, além da concentração final de células vivas, sendo, portanto, uma alternativa bastante promissora para o cultivo em regiões em que a cana-de-açúcar não tem adaptação.

AGRADECIMENTOS

Aos órgãos de fomento que contribuíram financeiramente para a realização deste projeto, como a Pró-reitora de pesquisa do Instituto Federal do Mato Grosso (PROPE), a Fundação de Amparo de Pesquisa do Estado do Mato Grosso (FAPEMAT), além do IFMT *Campus Cáceres*.

REFERÊNCIAS

- ANDRIETTA, S. R.; STECKELBERG, C.; ANDRIETTA, M. G. S. **Study of flocculent yeast performance in tower reactors for bioethanol production in a continuous fermentation process with no cell recycling**. *Bioresource Technology*, v. 99, p. 3002-3008, 2008.
- ALMODARES, A.; TAHERI, R.; ADELI, S. **Categorization of sweet sorghum cultivars and lines as sweet, dual purpose and grain sorghum**. *Journal Tropical Agriculture*. v.46, 62–63, 2008.
- ALMODARES, A.; HADI, M. R. **Production of bioethanol from sweet sorghum: A review**. *African Journal of Agricultural Research*. vol. 4, n.9, p. 772-780, 2009.
- AMORIM, H. V. **Nutrição mineral da levedura. Aspectos teóricos e práticos**. In: **Semana de Fermentação Alcoólica “Jaime Rocha De Almeida”, Piracicaba**. Anais Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1985, 1, 144-148.
- AMORIM, H. V. (Coord.) **Fermentação alcoólica, ciência & tecnologia**. Piracicaba: Fermentec, 2005. 448 p.
- ANYANGWA, E. M.; KAPSEU, C. E.; MUSONGE, P. **The effect and removal of starch the sugar refining industry**. *Institute Sugar Journal*. v.95, p.210-213.1993
- CHANNAPPAGOUDAR, B. B. et al. **Assessment of sweet sorghum genotypes for cane yield, juice characters and sugar levels**. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 20(2):294-296, 2007.
- DAVILA-GOMEZ, F. J.; CHUCK-HERNANDEZ, C.; PEREZ-CARRILLO, E.; ROONEY, W. L.; SERNA-SALDIVAR, S. O. **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.
- EMBRAPA - Milho e Sorgo. **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Documentos 139. 2012.
- FRANCO, H. C. L., et al. **Aproveitamento pela cana-de-açúcar da adubação nitrogenada de plantio**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p. 2763-277, 2008.
- LAOPAIBOON, L.; NUANPENG, S.; SRINOPHAKUN, P.; KLANRIT, P.; LAOPAIBOON, P. **Ethanol production from sweet sorghum juice using very high gravity technology: Effects of carbon and nitrogen supplementations**. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 4176-4182, 2009.
- LEE, Y. S.; LEE, W. G.; CHANG, Y. K. E CHANG, H. N. **Modelling of Ethanol Production by *Saccharomyces cerevisiae* from a Glucose and Maltose Mixture**. *Biotechnology Letters*, v. 32, p. 791-796, 1995.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Ecofisiologia da Produção de Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 4p. (Comunicado Técnico, 87), 2003.
- MALAVOLTA, E; VITTI, G. C. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 1997, 230p.
- MASSON, I. S. **Produção de bioetanol a partir da fermentação de caldo de sorgo sacarino e cana-de-açúcar**. *Ciência Rural*, V. 45, n. 8, p. 1695-1700, 2015.
- MILLER, G. L. **Use of de dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar**. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- RATNAVATHI, C.V.; SURESH, K.; VIJAY KUMAR, B. S.; PALLAVI, M.; KOMALA,V. V.; SEETHARAMA,

N. **Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice.** Biomass and Bioenergy, v. 34, p. 947-952, 2010.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORÊNCIO I. M.; ROCHA A. S; DANTAS J. P.; FLORENTINO E. R.; SILVA F. L. H. **Aproveitamento do caldo do sorgo sacarino para produção de aguardente.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 9-16, 2008.

RIBEIRO, E. J. **Fermentação Alcoólica.** Apostila - Módulo II. Processamento na Indústria Sucroalcooleira. Uberaba, FAZU, 2010.

RIPOLI, T. C.C., RIPOLI, M. L. C. **Biomassa da cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** 2 ed. Piracicaba: Os Autores, 333p., 2009.

ROUKAS, T. **Pretreatment of beet molasses to increase pullulan production.** Proc. Biochemistry, v.33, 805–810, 1998.

STECKELBERG, C. **Caracterização de Leveduras de processos de fermentação alcoólica utilizando atributos de composição celular e características cinéticas.** Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidades Estadual de Campinas, 215p. Campinas - SP, 2001.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; BEISMAN, D. A. **Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 17, p. 221- 229, 1997.

YU, J.; ZHANG, X.; TAN, T. **Optimization of media conditions for the production of etanol from sweet sorghum juice by immobilized *Saccharomyces cerevisiae*.** Biomass and Bioenergy, v. 33, p. 5210-526, 2009.

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