

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – 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
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
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 Pietrobom – 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. 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
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
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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 Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
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
Profª Drª 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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas ciências exatas e tecnologias [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Ricardo Vinicius Bubna Biscaia. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-798-7 DOI 10.22533/at.ed.987192611</p> <p>1. Ciências exatas – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Biscaia, Ricardo Vinicius Bubna.</p> <p style="text-align: right;">CDD 509</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, outros com métodos de desenvolvimento para o ensino de tecnologias, bem como um enfoque em energias renovais.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que buscam estar atualizados e alinhados com as novas tecnologias .

A obra Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias aborda os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

Outro ponto de grande destaque, são as novas ferramentas utilizadas em um compendio relacionado ao ensino-aprendizagem, como ferramentas tecnológicas que facilitem o entendimento e executem um link entre aluno-professor-conteúdo.

Desta forma temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Ricardo Vinicius Bubna Biscaia

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TECNOLOGIA E AS MUDANÇAS NO MERCADO DE TRABALHO	
Eduardo Bruno de Almeida Donato Amanda Moura Camilo	
DOI 10.22533/at.ed.9871926111	
CAPÍTULO 2	9
CIBERCULTURA: ESPAÇO DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA À LUZ DA TEORIA ATOR-REDE	
Diane Schlieck Martha Kaschny Borges	
DOI 10.22533/at.ed.9871926112	
CAPÍTULO 3	22
AUTORREGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	
Milena Beatriz Silva Loubach Pollylian Assis Madeira Marcos Antônio Pereira Coelho Lucas Borcard Cancela	
DOI 10.22533/at.ed.9871926113	
CAPÍTULO 4	30
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS METODOLOGIAS DE ENSINO PEER INSTRUCTION E LECTURING	
Felipe Barbosa Araújo Ramos Antonio Alexandre Moura Costa Ademar França de Sousa Neto Luiz Antonio Pereira Silva Dalton Cézane Gomes Valadares Andressa Bezerra Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.9871926114	
CAPÍTULO 5	44
SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS, TENDO EM CONTA A DIVERSIDADE DOS ESTUDANTES	
Valentina Tabares Morales Néstor Darío Duque Méndez Yorely Bryjeth Ceballos Marta Rosecler Bez Silvana Vanesa Aciar	
DOI 10.22533/at.ed.9871926115	
CAPÍTULO 6	60
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ASTRONOMIA AMADORA NA ERA DA CONVERGÊNCIA DE MÍDIAS DIGITAIS: UMA ABORDAGEM DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	
Victor Alexandre Ferreira Luiz Agner	
DOI 10.22533/at.ed.9871926116	

CAPÍTULO 7	74
FÍSICA DA ALFACE: A PROMOÇÃO DA INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA, INFORMÁTICA E FRUTICULTURA	
Lázaro Luis de Lima Sousa Sammya Kele Macena de Freitas Subênia Karine de Medeiros Neo	
DOI 10.22533/at.ed.9871926117	
CAPÍTULO 8	86
DOMÍNIOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA PROMOÇÃO E ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE	
Diego Armando de Oliveira Meneses Adicinéia Aparecida de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.9871926118	
CAPÍTULO 9	102
RASPBERRY PI COMO COMPUTADOR PARA USO ACADÊMICO NO IFRO <i>CAMPUS</i> PORTO VELHO ZONA NORTE	
Jhordano Malacarne Bravim Gabriel Augusto Fernandes Gonçalves Júlio Viana Filho Juliana Braz da Costa Ricardo Lopes Viera César	
DOI 10.22533/at.ed.9871926119	
CAPÍTULO 10	115
A PRIVACIDADE EM UM CENÁRIO <i>PANSENSITÍVEL</i> DE INTERNET DAS COISAS & CIDADES INTELIGENTES	
André Barbosa Ramiro Costa Maria Amália Oliveira de Arruda Câmara	
DOI 10.22533/at.ed.98719261110	
CAPÍTULO 11	129
ROBÔ AUTÔNOMO SEGUIDOR DE LINHA PARA AUXÍLIO RESIDENCIAL	
Gabriel Paiva Magalhães Wesley Miguel Dos Santos Peixoto	
DOI 10.22533/at.ed.98719261111	
CAPÍTULO 12	138
ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING APLICADOS NA IDENTIFICAÇÃO DE GÊNERO POR MEIO DE FREQUÊNCIA DE VOZ	
Maicon Facco Daíse dos Santos Vargas Marcos Antônio de Azevedo de Campos Cleber Bisognin	
DOI 10.22533/at.ed.98719261112	
CAPÍTULO 13	151
O QUE PODEM OS ALGORITMOS?	
Gabrielle Granadeiro da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.98719261113	

CAPÍTULO 14 163

RECUPERAÇÃO DO ESTANHO PRESENTE EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI'S)
VISANDO À PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Maria do Socorro Bezerra da Silva
Carlson Pereira Souza
André Luis Lopes Moriyama
Raffael Andrade Costa de Melo

DOI 10.22533/at.ed.98719261114

CAPÍTULO 15 175

INVESTIGAÇÃO DE MATERIAIS A BASE DE GRAFENO E HIDROTALCITA APLICADOS COMO
ADSORVENTES PARA REMOÇÃO BIFUNCIONAL DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA

Eliane Kujat Fischer
Cintia Hisano
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Rony Gonçalves Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.98719261115

CAPÍTULO 16 188

A VOLTA MAIS RÁPIDA PARA OBTER REDUÇÃO DE CUSTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
CONSIDERANDO O CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO

Ivan Luiz Portugal Basile
Eduardo Ioshimoto
André Luiz Gonçalves Scabbia

DOI 10.22533/at.ed.98719261116

CAPÍTULO 17 204

DESENVOLVIMENTO E VIDA ÚTIL DE FARINHA A PARTIR DOS RESÍDUOS GERADOS NO
PROCESSAMENTO DE MÍNIMO DE CENOURA

Rosa Maria de Deus de Sousa
Celso Luiz Moretti
Cristina Maria Monteiro Machado
Leonora Mansur Mattos

DOI 10.22533/at.ed.98719261117

CAPÍTULO 18 217

VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE MODELAGEM COMPUTACIONAL PARAMÉTRICA BIDIMENSIONAL
SOB CAMPO DE VENTO UNIFORME

Marcelo Marques
Fernando Oliveira de Andrade
Elaine Patrícia Arantes
Isabela Arantes Ferreira
Tobias Bleninger
Alexandre Kolodynskie Guetter

DOI 10.22533/at.ed.98719261118

CAPÍTULO 19	228
ANÁLISE MULTITEMPORAL DA MALHA VIÁRIA DO ESTADO DA PARAÍBA COM A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS DA CARTOGRAFIA DIGITAL E DO SENSORIAMENTO REMOTO	
Edmilson Roque da Silva Junior	
Emanoel Ferreira Cardoso	
Gilanildo Freires de Almeida	
Marcelo Laédson Morato Ferreira	
Renan Willer Pinto de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.98719261119	
CAPÍTULO 20	238
MAPEAMENTO LITO-ESTRUTURAL DA REGIÃO DE GURJÃO-PB	
Thayná Bel Pereira Guimarães	
Natanael Felipe Lorenzi de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.98719261120	
CAPÍTULO 21	245
STUDY OF LIGHTNING BIFURCATION AND EFFECT ON RADIATION	
Fernando Júnio de Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.98719261121	
CAPÍTULO 22	255
ESTIMATIVAS DO PODER EVAPORANTE DO AR PARA OS MUNICÍPIOS DE NOVO REPARTIMENTO E SANTANA DO ARAGUAIA NO ESTADO DO PARÁ	
Jocilene Teixeira do Nascimento	
Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros	
Valdeides Marques Lima	
Luane Laíse Oliveira Ribeiro	
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza	
Joaquim Alves de Lima Júnior	
Fabio Peixoto Duarte	
Helane Cristina Aguiar Santos	
Wellington Leal dos Santos	
Bianca Cavalcante da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.98719261122	
CAPÍTULO 23	266
UTILIZAÇÃO DO MODELO TOPMODEL PARA ANÁLISE TEMPORAL DO SISTEMA CHUVA-VAZÃO NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL	
Ciro Couto Bento	
Cristiano Christofaro Matosinhos	
Welberth Pereira Dias	
Thiago Martins da Costa	
Hernando Baggio	
DOI 10.22533/at.ed.98719261123	
CAPÍTULO 24	279
STRENGTH PREDICTION OF ADHESIVELY-BONDED JOINTS WITH COHESIVE LAWS ESTIMATED BY THE DIRECT METHOD	
Ulisses Tiago Ferreira Carvalho	
Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho	
DOI 10.22533/at.ed.98719261124	

CAPÍTULO 25 292

PRINCIPAIS MATERIAIS E TÉCNICAS UTILIZADOS NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL PARA USO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL: UMA REVISÃO

Isaide de Araujo Rodrigues
Ziel Dos Santos Cardoso
Deracilde Santana da Silva Viégas
Vinicius Tribuzi Rodrigues Pinheiro Gomes

DOI 10.22533/at.ed.98719261125

CAPÍTULO 26 305

USO DE LISTAS DINÂMICAS EM APLICATIVO MÓVEL PARA INTERPOLAÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA DO AR, VISANDO O CONFORTO TÉRMICO

Arlson José de Oliveira Júnior
Silvia Regina Lucas de Souza
Guilherme dos Santos Sousa
William Duarte Bailo
Daniel de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.98719261126

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 315

ÍNDICE REMISSIVO 316

PRINCIPAIS MATERIAIS E TÉCNICAS UTILIZADOS NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL PARA USO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL: UMA REVISÃO

Isaide de Araujo Rodrigues

Universidade Federal do Maranhão-UFMA,
Departamento de Química.

Campus Bacanga - Centro de Ciências Exatas e
Tecnologia

Av. dos Portugueses, s/n - CEP: 65085-580- São
Luís – MA

Ziel Dos Santos Cardoso

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Maranhão – IFMA, Campus São
Luís – Monte Castelo.

Av. Getúlio Vargas – Monte Castelo, São Luís –
MA, CEP: 65030-005

Deracilde Santana da Silva Viégas

Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Campus universitário do Bacanga - Av. dos
Portugueses, s/n - CEP: 65085-580 São Luís –
MA

Vinicius Tribuzi Rodrigues Pinheiro Gomes

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar,
Departamento de Física.

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Rodovia
Washington Luís, km 235 -SP- 310. São Carlos –
São Paulo. CEP: 13565-905.

RESUMO: Este capítulo aborda de forma didática e direta os principais métodos e materiais utilizados no processo de oxidação de álcool para uso em célula a combustível, em especial o etanol, álcool extremamente importante para a economia brasileira e mundial.

Diante do atual cenário, frente as pesquisas científicas pela busca dos melhores materiais e métodos que reduzam não somente os custos na síntese de catalisadores, mas que também aumentem o rendimento energético e produzam menos poluentes ao meio ambiente durante o processo de oxidação de álcool, trazemos uma revisão da literatura sobre os principais materiais e técnicas utilizados na oxidação de álcool para uso em célula a combustível.

PALAVRAS-CHAVE: Oxidação de álcool. Etanol. Célula a combustível.

MATERIALS AND TECHNIQUES USED IN ALCOHOL OXIDATION FOR USE IN FUEL CELLS: A REVIEW

ABSTRACT: This chapter discusses in a didactic and direct way the main methods and materials used in the oxidation process of alcohol for use in fuel cells, especially ethanol, alcohol extremely important for the Brazilian and world economy. Given the current scenario, in the face of scientific research for the best materials and methods that not only reduce the costs of catalyst synthesis, but also increase energy efficiency and produce less pollutants to the environment during the oxidation process of alcohol, we bring A literature review on the main materials and techniques used in the oxidation of alcohol for fuel cell.

KEYWORDS: Oxidation of alcohol. Ethanol.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos grandes problemas que afeta grande parte da sociedade mundial é a geração de energia. Quando o assunto abordado é energia, é normal pensar nas grandes usinas hidrelétricas, nas estações de distribuição de energia ou nas usinas nucleares. Entretanto, a energia elétrica produzida por pilhas ou baterias, usadas em equipamentos das mais variadas dimensões e funções, também tem a sua importância (VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R., 2002; FADZILLAH, D. M. et al., 2019).

Com o grande crescimento populacional e o desenvolvimento tecnológico observado nas últimas décadas, a demanda na produção de energia também cresceu e junto com ela surgiram diversos problemas, principalmente na esfera ambiental. Os gases gerados após a queima dos combustíveis de origem fóssil nos motores dos veículos automotivos e indústrias, o perigo da energia nuclear e as grandes devastações e inundações causadas pela construção das hidrelétricas têm causado sérios problemas a todos os seres vivos do planeta Terra (VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R., 2002).

Preocupados com os impactos ambientais causados pelo uso excessivo de combustíveis de origem fóssil, pesquisas científicas, que visam o desenvolvimento de novas tecnologias que gerem energia de forma mais limpa, têm sido realizadas em diversos países, inclusive no Brasil (ÇELEBI, Y.; AYDIN, H.; 2019; WANG, T. et al. 2019). As chamadas células a combustível, instrumentos que convertem energia química em energia elétrica sem trazer grandes impactos ao meio ambiente, tem chamado bastante a atenção de pesquisadores mundo a fora, uma vez que esses dispositivos são vistos como uma possível solução para a questão de geração de energia elétrica de forma limpa e sustentável (VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R., 2002; FADZILLAH, D. M. et al., 2019; ROCA-AYATS, M.; et al. 2018)

O álcool etílico, também conhecido como etanol, obtido a partir de diversas fontes naturais renováveis, pode ser oxidado diretamente a CO₂ no interior das células a combustível (ROCA-AYATS, M.; et al. 2018; ZHENG, Y.; et al. 2013). Entretanto, a oxidação do etanol passa diversas etapas que nem sempre leva a uma geração de energia máxima, o que leva a formação de subprodutos durante a reação, como ácidos carboxílicos e aldeídos (RIBEIRO, J. et al. 2007; MAKSIC, A.; et al. 2016). Dessa forma, esforços têm sido realizados visando o desenvolvimento de eletrocatalisadores que promovam a oxidação do etanol de forma mais rápida e completa.

Os eletrocatalisadores são capazes de acelerar uma reação química sem serem consumidos durante a reação e podem ser utilizados variadas vezes, não perdendo seu poder catalítico mesmo após o fim do processo (ROCA-AYATS, M.; et al. 2018; MAKSIC, A.; et al. 2016; JU, K. et al, 2019; LIMA, F. H. B.; GONZALEZ, E. R.; 2008).

Os eletrocatalisadores utilizados em oxidação de álcool são normalmente constituídos por platina, um metal nobre, e a ela combinado um ou mais metais, o que reduz os custos, formando ligas metálicas com elevados poderes catalíticos (MAKSIC, A.; et al. 2016; LIMA, F. H. B.; GONZALEZ, E. R.; 2008; GRANJA, D. S. S et al., 2015)

Antes de serem aplicados no processo de oxidação de álcool os eletrocatalisadores produzidos são caracterizados fisicamente através de uma variedade de técnicas como Difração de Raios X (DRX), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET) e Energia Dispersiva de Raios X (EDX). Após serem caracterizados fisicamente, os eletrocatalisadores são caracterizados eletroquimicamente através de técnicas como Voltametria Cíclica (VC), Stripping de CO, Cronoamperometria, Espectrometria Eletroquímica Diferencial on-line (DEMS), dentre outras técnicas capazes de fornecer informações muito importantes sobre os mecanismos que envolvem todo o processo oxidativo do álcool submetido a análise.

1.1 Oxidação de Etanol em Células a Combustível

Dentre os álcoois estudados para o aplicação direta em células a combustível (Tabela 1), o etanol é o que mais se destaca, principalmente por ser muito energético, pouco tóxico quando comparado ao metanol, além de poder ser produzido em grande quantidade por meio de fermentação de biomassa, o que permite maior sustentabilidade ambiental e econômica (FADZILLAH, D. M. et al., 2019; ÇELEBI, Y.; AYDIN, H. 2019; ROCA-AYATS, M.; et al. 2018; RIBEIRO, J. et al. 2007; MAKSIC, A.; et al. 2016; CASTAGNA, R. M. et al., 2019). Na Tabela 1, temos os diferentes tipos de células a combustível, classificadas conforme o eletrólito utilizado (WENDT, H.; GOTZ, M.; LINARDI, M., 2000)

Tipo (Espécie eletrolítica)	Faixa de temperatura °C	Vantagens	Desvantagens	Aplicações
Alcalina/AFC (OH^-)	60 - 0	✓ Alta eficiência	✓ Sensível a CO_2 ✓ Gases ultra puros	✓ Espaçonaves ✓ Aplicações militares
Membrana/PEMFC (H_3O^+)	80 - 90	✓ Alta densidade de corrente ✓ Flexível	✓ Custo da membrana ✓ Contaminação do catalisador com CO	✓ Veículos automotores ✓ Espaçonaves
Acida/PAFC (H^+)	160 - 200	✓ Mais tecnológica	✓ Sensibilidade a CO_2 ✓ Controle da porosidade do eletrodo	✓ Unidades estacionárias ✓ Cogeração de eletricidade/calor
Carbonatos fundido/MCFC (CO_3^{2-})	650 - 700	✓ Tolerante a CO/CO_2	✓ Problemas de materiais ✓ Interface trifásica	✓ Unidades estacionárias ✓ Cogeração de eletricidade/calor
Cerâmicas/SOFC (O^{2-})	800 - 900	✓ Alta eficiência	✓ Problema de materiais ✓ Expansão térmica	✓ Unidades estacionárias ✓ Cogeração de eletricidade/calor

Tabela 1: Tipos de células a combustível

Fonte: próprio autores (2019)

A oxidação do etanol ocorre a potenciais baixos, com espécies adsorvidas na

superfície do eletrodo de trabalho que levam a formação de acetaldeído e ácido acético como produtos principais (RIBEIRO, J. et al. 2007; MAKSIC, A.; et al. 2016). Mesmo com todas propriedades atrativas que o etanol possui, encontrar um eletrocatalisador que permita sua completa oxidação para a transferência de 12 elétrons por molécula de etanol é um grande desafio.

O processo de oxidação eletroquímica do etanol é muito lento (MAKSIC, A.; et al. 2016), por isso, estudos têm sido realizados buscando o desenvolvimento de eletrocatalisadores que possam ser usados na oxidação deste álcool, sendo os eletrocatalisadores a base de platina os mais estudados (ROCA-AYATS, M.; et al. 2018; MAKSIC, A.; et al. 2016; LIMA, F. H. B.; GONZALEZ, E. R.; 2008; GRANJA, D. S. S et al., 2015). A platina é um material que possui elevado poder catalítico, porém, não oxida a molécula de monóxido de carbono (CO) a dióxido de carbono (CO₂) em potenciais baixos, necessitando o uso de um segundo metal junto a ela, o que possibilita a oxidação do CO à CO₂ em potenciais menores. (MAKSIC, A.; et al. 2016; LIMA, F. H. B.; GONZALEZ, E. R.; 2008; GRANJA, D. S. S et al., 2015).

O uso de metais junto a platina como ródio, molibdênio, cobre, ouro, estanho, rutênio possibilita o aumento da adsorção de espécies oxigenadas pela a ativação das moléculas de água, o que permite a oxidação de CO à CO₂ em baixos potenciais, através do mecanismo bifuncional ou do efeito eletrônico (CASTAGNA, R. M., 2019; ZHOW, W. J. et al. 2005; ZHANG, J. et al. 2005).

Neste contexto, é de extrema relevância estudos que viabilizem o processo de oxidação de etanol, fazendo uso do desenvolvimento de eletrocatalisadores ativos em potenciais desejáveis tecnologicamente para células a combustível. Para tanto, a realização de uma revisão literária afim de avaliar o estado da arte é de extrema importância para conduzir o leitor aos aspectos mais importantes quando se fala em oxidação de etanol para uso em células a combustível.

2 | METODOLOGIA

Como procedimentos utilizou-se pesquisa bibliográfica, considerando o estudo de artigos científicos que tratam do tema, além de um levantamento realizado através de livros textos bases para fundamentação da pesquisa.

Para o levantamento dos artigos publicados nas Revistas revisadas por pares foi realizada uma pesquisa por publicações na base de dados na Plataforma Sucupira que está disponível no site da Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Selecionando publicações entre 2014 a 2019, após a etapa de seleção dos periódicos, procederemos uma busca minuciosa de artigos que contemplem as palavras-chaves “Oxidation of alcohol, Ethanol, Fuel cell”. A pesquisa foi realizada no mês de julho de 2019.

Os artigos selecionados foram analisados através de uma prévia leitura dos títulos e das palavras-chave nos materiais escolhidos e posteriormente dos resumos e

metodologias empregadas para averiguar se as temáticas abordadas eram pertinentes à elaboração dessa pesquisa. Realizou-se então, a categorização dos artigos por meio da análise interpretativa do conteúdo contido no percurso metodológico dos mesmos e serão apresentados nos resultados da pesquisa. Também foram utilizados livros textos base para discussão dos resultados apresentados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados resultados das buscas dos artigos por diferentes autores em trabalhos acadêmicos e científicos relacionados a linha de pesquisa aqui relacionada. A partir dos aspectos levantados pela revisão literária, analisamos e apresentamos os resultados das buscas, as quais serviram para conduzir a exposição e discussão dos resultados aqui apresentados.

Uma avaliação dos indicadores de produção acadêmico/científico no mundo e a contribuição do Brasil foi obtida pela busca de publicações na base de dados Portal periódico Capes. Esta é uma ferramenta online de avaliação de pesquisa personalizada que compila dados bibliográficos e de citações da Web of Science multidisciplinar. Foram utilizadas as palavras-chave “oxidation and Ethanol” e foram encontradas 3.744 publicações na modalidade “journal”. Refinou-se então a busca selecionando-se “electrochemistry and oxidation and Ethanol and fuel cell” e o número de artigos reduziu para 246 artigos. Foram considerados apenas artigos publicados entre 2014 a 2019. Observa-se o crescimento continuado e o interesse em pesquisas sobre oxidação eletroquímica de etanol (Figura 1), principalmente na área de química onde dos 246 artigos, 191 são especificamente abordados em fontes de química.

Após a análise dos artigos publicados constata-se a importante participação e um crescimento da produção científica do Brasil na área para as publicações em periódicos indexados em bases de dados consolidadas no período de 2014 a 2019 (Figura 1). O crescimento observado indica que o esforço da comunidade acadêmico/científica na produção e divulgação do conhecimento tem contribuído para o avanço da ciência, com reflexos no desenvolvimento econômico, social e cultural do país. A avaliação deste desempenho mostra que as atividades de pesquisa e tecnologia caminham concomitantemente com o fortalecimento do Sistema Nacional de Pós-graduação do Brasil.

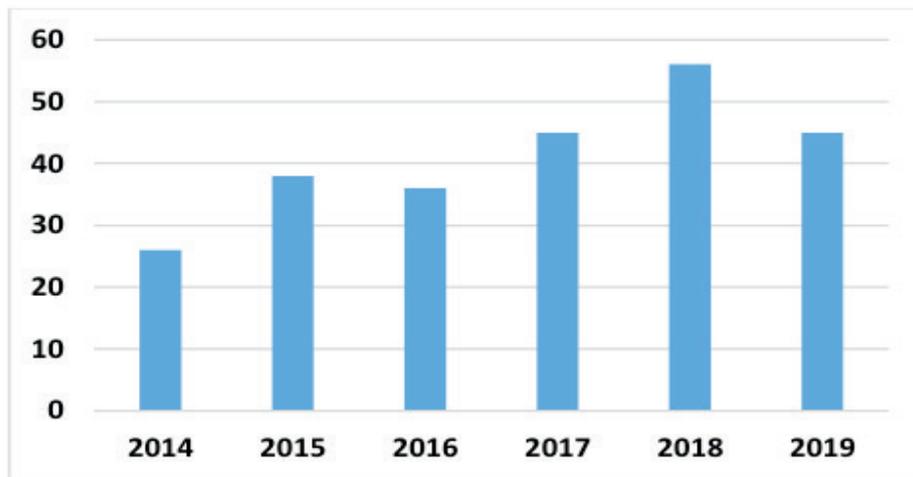


Figura 1: Relação de número de trabalhos publicados versus Ano

Fonte: Próprio autores (2019)

Observa-se ainda que a Eletroquímica tem desempenhado papel importante na resposta aos desafios do mundo contemporâneo. Sua grande contribuição no desenvolvimento de novos materiais, novas formas de energia, estudos de superfície e de reações, etc.. tem resultado em grandes avanços no mundo cotidiano na área de células a combustível. Além das contribuições ao estudo da termodinâmica e cinética de reações, conversão de energia, síntese e modificação de compostos químicos, ainda tem demonstrado grande aplicabilidade no desenvolvimento de novos métodos eletrocatalíticos.

Dessa forma, a seguir serão apresentados os principais materiais e técnicas utilizados na oxidação de álcool para uso em células a combustível citando alguns dos trabalhos que foram encontrados na pesquisa e que consideramos como sendo representativos, também pela quantidade de citações realizadas por pares quando analisados.

3.1 Métodos de preparo de eletrocatalisadores

3.1.1 Método de bonnemann

O método de Bonnemann, também conhecido como método coloidal, é empregado para a obtenção de eletrocatalisadores mistos, com três ou quatro metais suportados em carvão ativado. O método pode ser aplicado para a obtenção de nanopartículas a base de platina, formando ligas com outros metais como Sn, Rh, W, Ru, Ni, Mo e demais elementos de transição. Tal método consiste no preparo de um sistema coloidal em meio inerte e com condições controladas, além de uso de solventes e sais anidros, o que torna o método muito dispendioso. Estudos revelaram (FRANCO, E. G. et al, 2002) que as nanopartículas obtidas através do método de Bonnemann apresentavam-se bem distribuída sobre o carvão e possuíam dimensões de aproximadamente 2 nm, características esperadas para bons eletrocatalisadores (SPINACÉ, E. V. et al. 2004).

3.1.2 Método da deposição espontânea

O método da Deposição Espontânea é um método que visa a redução do uso de metais nobres como a platina, o que torna o método menos oneroso. O método de preparo de eletrocatalisadores consiste na deposição espontânea de platina sobre nanopartículas de rutênio ou outros metais, suportados em carbono, sem haver a necessidade de aplicação de um potencial externo. Inicialmente, as nanopartículas suportadas em carbono são tratadas em ambiente inerte e sobre condições controladas, em seguida, o sistema é resfriado e imerso em soluções contendo cloreto de platina. (SPINACÉ, E. V. et al. 2004).

Waszczuk, P. e colaboradores (2001) obtiveram bons resultados com os eletrocatalisadores produzidos pelo método da Deposição Espontânea, os mesmos mostraram-se duas vezes mais ativos quando comparados com eletrocatalisadores comerciais.

3.1.3 Método da decomposição de precursores moleculares

O método da Decomposição de Precursores Moleculares faz uso de clusters ou complexos bimetálicos como precursores das nanopartículas, o que viabiliza um controle mais rigoroso no tamanho, dispersão e composição das nanopartículas obtidas. Nashner, M. S. et al. (1997) obtiveram eletrocatalisadores, preparados a partir do cluster $\text{PtRu}_5\text{C}(\text{CO})_{16}$, com dimensões bastante reduzidas, variando entre 1,0 e 1,5 nm. Dickinson e colaboradores também obtiveram excelentes eletrocatalisadores preparados pelo método da Deposição de Precursores Moleculares (SPINACÉ, E. V. et al. 2004).

3.1.4 Método da redução por álcool

O método, desenvolvido por Toshima e Yonezawa (1998) consiste em um sistema em refluxo, de solução alcoólica incluindo o íon metálico na presença de uma agente estabilizante, o que forma as nanopartículas metálicas equivalentes. Este método apresenta muitas vantagens: como alta reprodutibilidade; baixo custo; as nanopartículas obtidas apresentam-se bem distribuídas; controle no tamanho das nanopartículas através escolha do álcool utilizado, temperatura de redução, concentração do íon metálico e variedade do agente estabilizante; as nanopartículas obtidas são bastante estáveis (SPINACÉ, E. V. et al. 2004). Cardoso, Z. S. (2018) obteve excelentes resultados em estudos de oxidação de etanol para uso em célula a combustível usando eletrocatalisadores a base de platina, produzidos pelo método de redução por álcool.

3.2 TÉCNICAS EMPREGADAS NA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ELETROQUÍMICA DE ELETROCATALISADORES

3.2.1 Caracterizações físico-químicas

Há uma grande variedade de técnicas que permitem a caracterização físico-química de nanopartículas, dentre elas, elencamos a Difração de Raios X (DRX), A Microscopia Eletrônica de Raios X (MEV), A Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET) e a Energia Dispersiva de Raios X (EDX) como aquelas mais aplicadas na caracterização de eletrocatalisadores. Ressaltamos que cada técnica é única e uma complementa a outra. Assim, aqui apontamos algumas das principais informações que essas técnicas podem fornecer.

Com os dados obtidos a partir do DRX é possível estimar os tamanhos dos cristalitos e parâmetros de rede dos eletrocatalisadores. O MET, devido a sua elevada resolução e poder de ampliação, permite examinar a morfologia e distribuição das nanopartículas de forma bem profunda e detalhada. Já o MEV por sua vez, permite analisar a morfologia da superfície dos eletrocatalisadores, e com o EDX é possível estimar as composições atômicas dos metais que compõem os eletrocatalisadores (JU, K. et al.2019; BRETT, A. M. O.; BRETT, C. M. A. 1996).

3.2.2 Caracterizações eletroquímicas

A Voltametria Cíclica constitui-se em uma técnica de polarização potenciodinâmica muito difundida em eletroquímica e eletroanalítica. Esta técnica consiste basicamente em variar o potencial do eletrodo de trabalho de forma linearmente, em uma faixa de potencial previamente definida e com velocidade de varredura constante. Assim, o voltamograma cíclico é obtido, uma curva de potencial em função da corrente, que possibilita analisar as reações de transferência de elétrons que ocorrem na superfície do eletrodo, bem como a identificação de espécies presentes em solução e para a análise semiquantitativa de velocidades de reação (BRETT, A. M. O.; BRETT, C. M. A. 1996; TICIANELLI, E. A.; GONZALEZ, E. R. 2005; BARD, A. J.; FAULKNER, L. R. 2000). A Figura 2 mostra um exemplo do perfil de voltamogramas cíclicos de eletrocatalisadores a base de Pt/C e Pt80Sn20/C.

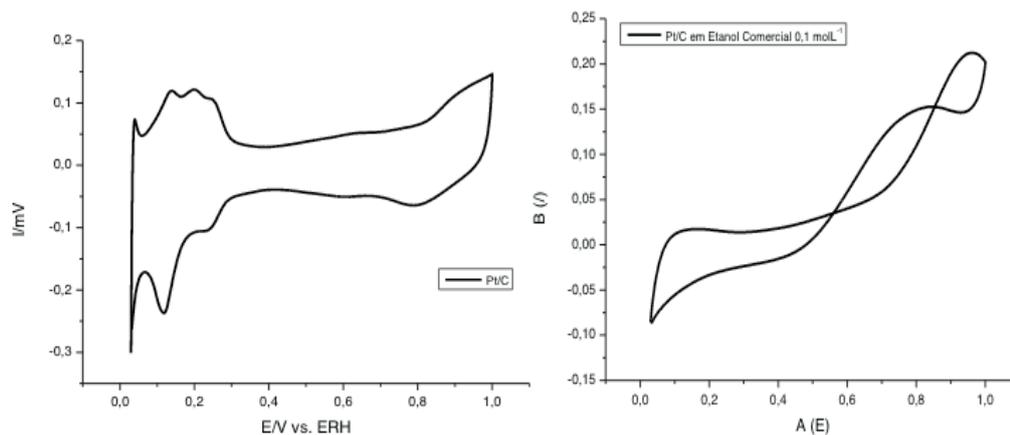


Figura 2. Perfil de Voltamogramas cíclicos para o electrocatalisador de Pt/C em meio a H₂SO₄, 0.5 molL⁻¹, com velocidade de varredura de 10 mVs⁻¹, (A) ausência de etanol (B) presença de etanol comercial a 0.1 molL⁻¹.

Fonte: Retirado de CARDOSO, Z. S. et al., 2018.

A Cronoamperometria é mais uma técnica eletroquímica muito utilizada em estudos eletroquímicos. Essa técnica objetiva analisar a estabilidade dos valores de corrente de um determinado eletrodo em função do tempo, seu princípio baseia-se em fazer uma transição de potencial no eletrodo, a começar de um potencial onde não haja circulação de corrente no sistema, transpassando rapidamente para um potencial em que se almeja verificar as reações, ou seja, no limite difusional, onde situa-se a corrente de redução (TICIANELLI, E. A.; GONZALEZ, E. R. 2005). Exemplos de como a técnica foi aplicada afim de avaliar a eficiência do eletrodo podem ser vistos em artigos como GRANJA, D. e colaboradores 2015, CASTAGNA, R. M. et al. 2019; ZHOW, W. J. et al 2005; dentre outros, como demonstrado na Figura 3.

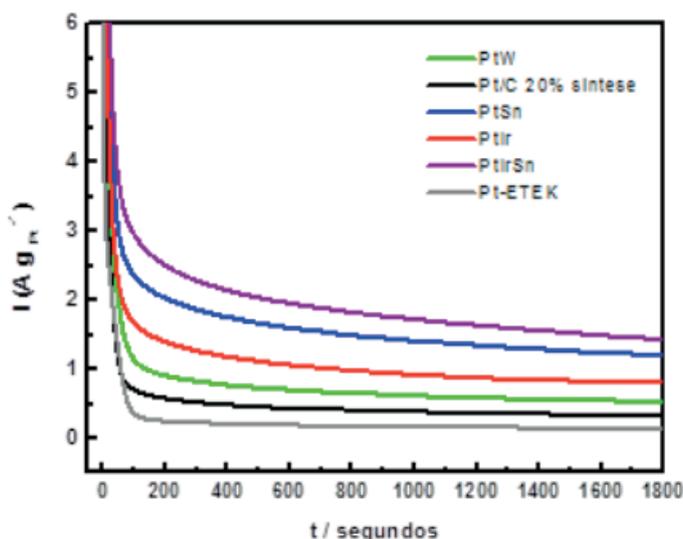


Figura 3: Curvas cronoamperométricas para eletro-oxidação de 0,5 mol L⁻¹ EtOH em 0,5 mol L⁻¹ H₂SO₄ sobre os eletrodos de Pt/C 20% E-TEK, Pt/C 20%, Pt80Ir20/C, Pt80W20/C, Pt80Sn20/C, Pt60Ir10Sn30/C em 0,4 V vs. ERH, deaeradas com N₂.

Fonte: Retirado de GRANJA, D. S. S.; SILVA, L. M.; RODRIGUES, I. A. 2015.

O Stripping de CO consiste na oxidação eletroquímica de uma monocamada de CO adsorvido na superfície do eletrodo durante uma voltametria de varredura cíclica (Figura 4A). Tal técnica permite o fornecimento de informações como a carga necessária para a oxidação do CO adsorvido sobre o eletrodo durante uma varredura no sentido anódico e estimativas acerca da área ativa dos eletrodos (NART, F. C.; VIELSTICH, W.2003).

A Espectrometria de Massas Eletroquímica Diferencial on-line ou simplesmente DEMS é uma técnica eletroquímica utilizada para a identificação de produtos voláteis oriundos de reações eletroquímicas de oxidação do álcool (SUN, S. et al. 2009; BALTRUSCHAT, H.2004; RODRIGUES, I. A.; BERGAMASKI, K.; NART, F. C. 2003). Além da identificação dos produtos formados através de moléculas marcadas, esta técnica fornece indícios de como funcionam os mecanismos de reação, por meio da identificação dos intermediários gerados. Os fragmentos formados são identificados por meio da razão entre a massa (m) e a carga (z), que são geradas em cada espécie por um espectrômetro de massas. Dessa forma, a partir da razão entre m/z , pode-se precisar quais as espécies decorrentes da oxidação e redução de diversas substâncias eletroanalíticas. Como pode-se observar na Figura 4B e 4C são exemplos do registro da técnica. O sistema DEMS fornece os chamados voltamogramas cíclicos de massas, que são os sinais de massa registrados concomitantemente com o voltamograma cíclico (SUN, S. et al. 2009; BALTRUSCHAT, H.2004; RODRIGUES, I. A.; BERGAMASKI, K.; NART, F. C. 2003).

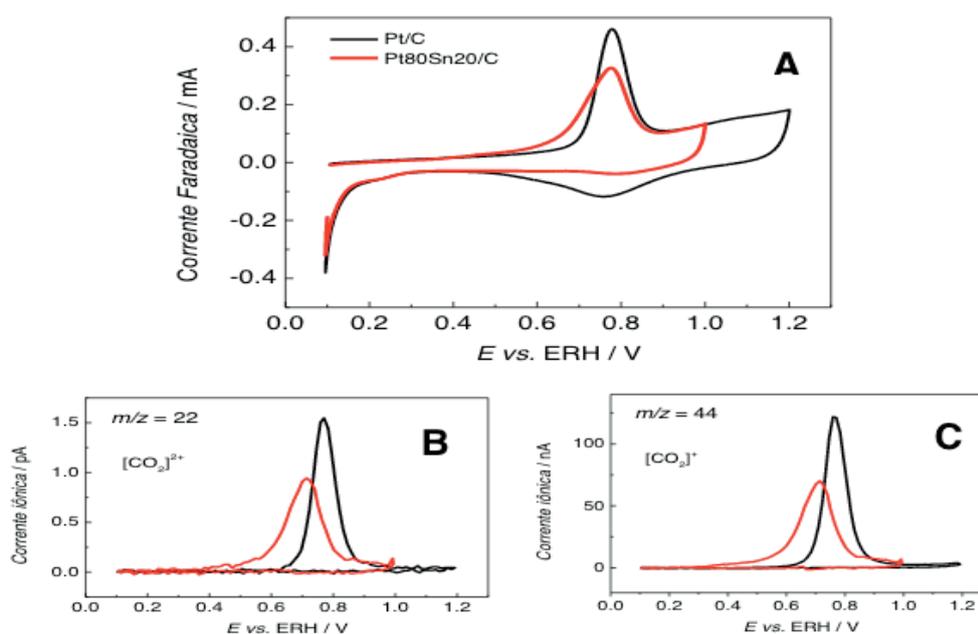


Figura 4. A) Correntes faradaicas do stripping de CO para eletrocatalisadores Pt/C (preto) e Pt80Sn20/C (vermelho) em meio H₂SO₄ 0,5 molL⁻¹ e B) e C) correntes iônicas para os sinais de ($m/z = 22$) e ($m/z = 44$), respectivamente.

Fonte: Retirado de CARDOSO, Z. S. et al., 2018.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo com esse breve capítulo foi chamar a atenção para a importância que a geração de energia elétrica proveniente de fontes alternativas e renováveis tem para nós seres humanos, tendo em vista que necessitamos de fontes de energia variáveis e sustentáveis. Assim, é evidente e de suma importância o desenvolvimento de novas tecnologias que possam aprimorar os atuais sistemas de células a combustível, levando-as a um rendimento máximo em termos de conversão de energia.

Dessa forma, o que pode ser observado através do estudo aqui realizado é que cientistas no mundo todo estão engajados em pesquisas que visam o aperfeiçoamento dos métodos de preparo e caracterização dos eletrocatalisadores aplicados nos processos de oxidação de álcool para uso em célula a combustível, isso demonstrado através dos resultados da busca de publicações de artigos revisados por pares que apresentaram um aumento anual em publicações sobre o tema relacionado.

Dessa forma, a pesquisa por novos métodos e materiais para a oxidação de glicerol mostra-se promissora e relevante para contribuição para o avanço da ciência, com reflexos no desenvolvimento econômico, social e cultural do país.

REFERÊNCIAS

BALTRUSCHAT, H. Differential electrochemical mass spectrometry. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, v. 15, n. 12, p. 1693-1706, 2004.

BARD, A. J.; FAULKNER, L. R. *Electrochemical methods: principles and applications*. New York: John Wiley, 2000, p. 226.

BRETT, A. M. O.; BRETT, C. M. A. *Electroquímica, princípios, métodos e aplicações*, reimpressão, Livraria Almedina, Coimbra, 1996.

CAMARA, G. A.; IWASITA, T. Parallel pathways of ethanol oxidation: the effect of ethanol concentration. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, v. 578, p. 315-321, 2005.

CARDOSO, Z. S. RODRIGUES, I. A.; MENDONÇA, C. J. S.; RODRIGUES, J. R. P.; RIBEIRO, W. R.A.; SILVA, W. O.; MACIEL, A. P.; Evaluating The Electrochemical Characteristics Of Babassu Coconut Mesocarp Ethanol Produced To Be Used In Fuel Cells. *J. Braz. Chem. Soc.*, V. 29, N. 8, P. 1732-1741, 2018.

CASTAGNA, R. M.; SIEBEN, J. M.; ALVAREZ, A. E.; DUARTE, M. M. E.; Electrooxidation of ethanol and glycerol on carbon supported PtCu nanoparticles. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 44, p. 5970-5982, 2019.

ÇELEBI, Y.; AYDIN, H.; An overview on the light alcohol fuels in diesel engines. *Fuel*, v. 236, p. 890-911, 2019.

FADZILLAH, D. M.; KAMARUDIN, S. K.; ZAINOODIN, M. A.; MASDAR, M.S.; Critical challenges in the system development of direct alcohol fuel cells as portable power supplies: An overview. *International Journal of Hydrogen Energy*. V. 44, p. 3031-3054, 2019.

FRANCO, E. G.; OLIVEIRA NETO, A.; LINARDI, M.; ARICO, E.; *J. Braz. Chem.Soc.* 2002, 13, 516.

GRANJA, D. S. S.; SILVA, L. M.; RODRIGUES, I. A. Nanomateriais aplicados como eletrocatalisadores na reação de oxidação de etanol. *Revista Virtual De Química*, v. 7, n. 5, p. 1635-1650, 2015.

GREELEY, J.; NØRSKOV, J. K.; MAVRIKAKIS, M. Electronic structure and catalysis on metal surfaces. *Annual Review of Physical Chemistry*, v. 53, p. 319-348, 2002.

JU, K.; PAK, S.; RI, C.; RYO, H.; KIM, K.; SO, S.; RI, C.; RI, S.; NAM, K.; PAK, K.; QU, Y.; Ethanol electro-oxidation on carbon-supported Pt₁Mn₃ catalyst investigated by pinhole on-line electrochemical mass spectrometry. *Chemical Physics letters*, v. 727, p. 78-84, 2019.

LIMA, F. H. B.; GONZALEZ, E. R.; ethanol electro-oxidation on carbon-supported Pt-Ru, Pt-Rh and Pt-Ru-Rh nanoparticles. *Electrochimica Acta*, v. 53, p. 2963-2971, 2008.

MAKSIC, A.; SMILJANIC, M.; MILJANIC, S.; RAKOCEVIC, Z.; STRBAC, S.; ethanol oxidation on Rh/Pd(poly) in alkaline solution. *Electrochimica Acta*, v. 209, p. 323-331, 2016.

NART, F. C.; VIELSTICH, W. *Handbook of fuel cells: Fundamentals, technology and Applications. Normalization of porous active surfaces*, ©John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, v.2, parte 3, p.302-315, 2003.

RIBEIRO, J.; DOS ANJOS, D. M.; KOKOH, K. B.; COUNTANCEAU, C.; LÉGER, J. M.; OLIVI, P.; DE ANDRADE, A. R.; TREMILIOSI-FILHO, G.; carbon-supported ternary PtSn catalysts for direct ethanol fuel cell. *Electrochimica Acta*, v. 52, p. 6999-7006, 2007.

ROCA-AYATS, M.; GUILLÉN-VILLAFUERTE, O.; GARCÍA, G.; SOLER-VICEDO, M.; PASTOR, E.; MARTÍNEZ-HUERTA, M. V.; PtSn nanoparticles supported on titanium carbonitride for the ethanol oxidation reaction. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 237, p. 382-391, 2018.

RODRIGUES, I. A.; BERGAMASKI, K.; NART, F. C. Probing n-Propanol Electrochemical Oxidation on Bimetallic PtRh Codeposited Electrodes. *Journal of the Electrochemical Society*, v. 150, n. 2, p. 89-94, 2003.

SOUZA, J. P. I.; QUEIROZ, S. L.; BERGAMASKI, K.; GONZALEZ, E. R.; NART, F. C. Electro-Oxidation of Ethanol on Pt, Rh, and PtRh Electrodes. A Study Using DEMS and in-Situ FTIR Techniques. *Journal Physical Chemistry B*, v. 106, n. 38, p. 9825-9830, 2002.

SPINACÉ, E. V.; NETO, A. O.; FRANCO, E. G.; LINARDI, M.; Métodos de Preparação de Nanopartículas suportadas em carbono de alta área superficial, com eletrocatalisadores em células a combustível como membranas trocadoras de prótons. *Química Nova*, v. 27, n. 4, p. 648-654, 2004.

SUN, S.; HALSEID, M. C.; HEINEN, M.; JUSYS, Z.; BEHM, R. J. Ethanol electrooxidation on a carbon-supported Pt catalyst at elevated temperature and pressure: A high-temperature/high-pressure DEMS study. *Journal of Power Sources*, v. 190, n. 1, p. 2-13, 2009.

TICIANELLI, E. A.; GONZALEZ, E. R. *Eletroquímica: princípios e aplicações*. São Paulo: EDUSP, 2005, p.118, 121.

VIGIER, F.; CONTANCEAN, C.; HAHN, F.; BELGSIR, E. M.; LAMY, C. On the mechanism of the ethanol electro-oxidation on Pt and PtSn catalysts: electrochemical and in situ IR reflectance spectroscopy studies. *Journal Of Electroanalytical Chemistry*, v. 563, n. 1, p. 81-89, 2004.

VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R.; Células a Combustível: Energia limpa a partir de fontes renováveis. *Química Nova da Escola*, n. 15, 2002.

WANG, T.; QIU, S.; QIN, Y.; MA, Y.; FANG, Y.; Hydrothermal conversion of biomass to higher alcohol fuels for compression ignition engine. *Energy Procedia*, v. 158, p. 249-253, 2019.

WASZCZUK, P.; SOLLA-GULLON, J.; KIM, H. S.; TONG, Y. Y.; MONTIE, V.; ALDAZ, A.; WIECKOWSKI, A.; J. Catal. 2001, 203, 1.

WENDT, H.; GOTZ, M.; LINARDI, M. Tecnologia de Células a Combustível. Química Nova, v. 23, n. 4, p. 538-546, 2000.

WU, J.; YUAN, X. Z.; WANG, H.; BLANCO, M.; MARTIN, J. J.; ZHANG, J. Diagnostic tools in PEM fuel cell research: Part I Electrochemical techniques. International Journal of Hydrogen Energy, v. 33, n. 6, p.1735-1746, 2008.

ZHANG, J; VUKMIROVIC, M. B.; XU, Y.; MAVIRIKAKIS, M.; ADZIC, R. Controlling the catalytic activity of platinum-monolayer electrocatalysts for oxygen reduction with different substrates. Angewandte Chemie International Edition, v. 44, n. 14, p. 2132-2135, 2005.

ZHENG, Y.; YU, C.; CHENG, Y.; LEE, C.; SIMMONS, C.; DOOLEY, T.; ZHANG, R.; JENKINS, R.; VANDER GHEYNS, J.; integrating sugar beet pulp storage, hydrolysis and fermentation for fuel ethanol production. Appl. Energy, v. 93, p. 168-175, 2013.

ZHOW, W. J.; SONG, S. Q.; LI, W. Z.; ZHOU, Z. H.; SUN, G. Q.; XIN, Q.; DOUVARTZIDES, S.; TSIKARAS, P.; Direct ethanol fuel cells based on PtSn anodes: the effect of Sn content on the fuel cell performance. Journal Of Power Sources, v. 140, n. 1, p. 50-58, 2005.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Henrique Ajuz Holzmann: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

João Dallamuta: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro de Telecomunicações pela UFPR. Especialista em Inteligência de Mercado pela FAE Business School. Mestre em Engenharia pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, Sistemas Eletrônicos e Gestão Institucional.

Ricardo Vinicius Bubna Biscaia: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR. Trabalha com os temas: análise microestrutural e de microdureza de ferramentas de usinagem, modelo de referência e processo de desenvolvimento de produto e gestão da manutenção.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alface 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Algoritmos 45, 46, 57, 119, 137, 138, 139, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 306, 311

Aprendizagem colaborativa 9, 12, 13, 14, 15, 18, 20

Arduino 85, 136

Arquitetura de informação 60, 63

Astrofotografia 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 73

Ativismo de dados 151, 159

Autorregulação 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29

B

Benchmark 102, 103, 109, 110

C

Cibercultura 9, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20

Ciclo de vida da edificação 188, 189, 190, 191, 192, 196, 197, 198, 199, 201

Cidades inteligentes 115, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 125

Comparação de metodologias de ensino 30

Comunicação digital 60

Construção civil 188, 189, 196, 201, 202

D

Dados 2, 6, 7, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 63, 67, 71, 74, 77, 79, 80, 81, 86, 90, 91, 92, 93, 97, 103, 109, 112, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 156, 158, 159, 160, 161, 179, 192, 198, 199, 200, 202, 207, 219, 221, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 236, 239, 241, 244, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266, 268, 270, 271, 272, 274, 275, 277, 295, 296, 299, 305, 306, 307, 311, 312, 313

Divulgação científica 60, 62, 65, 66, 71, 72

Domínios 18, 86, 93, 94, 95, 98, 118

E

EaD 22, 23, 24, 25, 27, 28

Eletrodeposição 163, 164, 165, 166, 169

Engenharia do valor 188, 189, 192, 193, 196, 197, 202

Ensino 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 65, 74, 75, 76, 80, 84, 85, 103

Estanho 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 295

F

Física 31, 33, 45, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 83, 84, 85, 103, 205, 216, 217, 218, 219, 225, 226, 268, 292

G

Gênero 138, 139, 147, 149

I

IFRO 102, 103, 104, 105, 106, 108, 110, 112, 113

Interdisciplinaridade 24, 65, 74, 75, 84, 85

Internet das coisas 6, 113, 115, 117

L

Lecturing 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

M

Machine Learning 129, 138, 139, 140, 142, 145, 147, 148, 149, 150, 153

Mudanças 1, 2, 5, 6, 7, 8, 14, 27, 91, 133, 146, 160, 190, 243, 267, 272

N

Necessidades educativas especiais 44

O

OpenCV 129, 130, 133, 137

P

Peer Instruction 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

Placas de circuito impresso 163, 164, 165, 166, 174

Privacidade 96, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 128, 160

Profissões 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Proteção de dados 115, 117, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 160

R

Raspberry Pi 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 131

Recursos educacionais digitais 44, 45, 47, 49, 52, 53

Redução de custo 188, 189, 192, 196, 198, 200, 201, 202

Remoção 96, 163, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 175, 177, 182, 184, 185, 191, 205, 309, 310

Repositórios 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 57

Robô autônomo 129, 130, 137

S

Saúde eletrônica 86

Seguidor de linha 129, 130, 131, 137

Sistema de recomendação 44, 52, 53, 54, 56

Sistemas 6, 12, 44, 45, 46, 65, 70, 72, 73, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 98, 100, 103, 107, 109, 130, 139, 149, 152, 154, 155, 157, 165, 190, 193, 217, 226, 230, 236, 277, 302, 314, 315

T

Tecnologia de Informação e Comunicação 86

Tecnologias digitais 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18

Telessaúde 86, 93, 99, 100

Teoria Ator-Rede 9, 10, 11, 20

Teste de Friedman 30

Teste de Wilcoxon 30

U

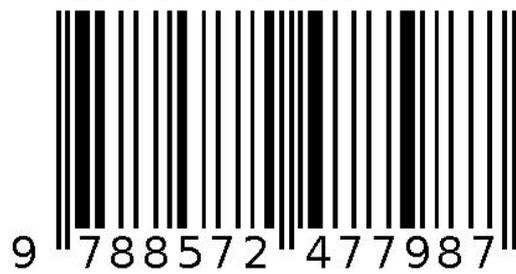
UX 60, 62

V

Vigilância 115, 118, 120, 153

Voz 4, 129, 138, 139, 149, 160

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-798-7



9 788572 477987