

# 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>32</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>43</b>
AVALIAÇÃO DO SENSOR BASEADO GRAFENO E COBRE PARA DETECÇÃO DE GLIFOSATO E AMPA	
Sarah Setznagl Ivana Cesarino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021055</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
COMPORTAMENTO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS EM SUBSUPERFÍCIE	
Vivian Maria de Arruda Magalhães	
Oswaldo Chiavone Filho	
Marilda Mendonça Guazzelli Ramos Vianna	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021056</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>76</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021057</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>89</b>
PRODUÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO HIDROFÍLICOS	
Leila Cottet	
Luís Otávio de Brito Benetoli	
Nito Angelo Debacher	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021058</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>98</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3602021059</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>107</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.36020210510</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>118</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.36020210511</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 128**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.36020210512**

**CAPÍTULO 13 ..... 141**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.36020210513**

**CAPÍTULO 14 ..... 154**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.36020210514**

**CAPÍTULO 15 ..... 170**

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

Ednilton Moreira Gama  
Roberta Pereira Matos  
Guilherme Dias Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.36020210515**

**CAPÍTULO 16 ..... 179**

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

Amanda Rebelo de Azevedo  
Vinicius Fernandes Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.36020210516**

**CAPÍTULO 17 ..... 201**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.36020210517**

**CAPÍTULO 18 ..... 221**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.36020210518**

**CAPÍTULO 19 ..... 231**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.36020210519**

**CAPÍTULO 20 ..... 249**

POESIA COMO SIGNO ARTÍSTICO EM AULAS DE QUÍMICA

Elaine da Silva Ramos  
Carlos Eduardo Laburú

**DOI 10.22533/at.ed.36020210520**

**CAPÍTULO 21 ..... 261**

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

Ednalva Dantas Rodrigues da Silva Duarte  
Ismael Montero Fernández

Cecilia Araujo

DOI 10.22533/at.ed.36020210521

**CAPÍTULO 22 ..... 269**

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

Maria Conceição Soares Meneses Lage

Wilkins Oliveira de Barros

Iasmin Maria Rodrigues de Sales Vieira

Anibal Gustavo Sousa Oliveira

Andressa Carvalho Lima

Benedito Batista Farias Filho

DOI 10.22533/at.ed.36020210522

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 281**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 282**

## PRODUÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO HIDROFÍLICOS

*Data de aceite: 04/05/2020*

*Data de submissão: 17/04/2020*

### Leila Cottet

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC -  
Departamento de Química.  
Florianópolis – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/7434501249236233>

### Luís Otávio de Brito Benetoli

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC -  
Departamento de Química.  
Florianópolis – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/0122388956231008>

### Nito Angelo Debacher

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC -  
Departamento de Química.  
Florianópolis – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/6587836674089838>

**RESUMO:** Neste trabalho foi desenvolvida uma técnica de produção de nanotubos de carbono hidrofílicos (CNTHs). Amostras de negro de carbono foram tratadas usando um reator de plasma frio e se reestruturaram em CNTHs. Análises de microscopia, espectroscopia Raman e Energia Dispersiva de raios-X foram utilizadas para confirmar que CNTHs foram produzidos. Este método de produção é considerado uma

tecnologia verde e tem algumas vantagens em relação aos métodos convencionais. Este trabalho é a base de uma patente nacional depositada pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2013.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nanotubos de carbono hidrofílicos, plasma frio, negro de carbono.

### PRODUCTION OF HYDROPHILIC CARBON NANOTUBES

**ABSTRACT:** In this work, a production technique for hydrophilic carbon nanotubes (CNTHs) was developed. Carbon black samples were treated using a cold plasma reactor and restructured into CNTHs. Microscopy, Raman spectroscopy and X-Ray dispersive Energy analyses were used to confirm that CNTHs were used. This production method is considered a green technology and has some advantages over the methods used. This work is the basis of a national patent filed by the Federal University of Santa Catarina in 2013.

**KEYWORDS:** hydrophilic carbon nanotubes, cold plasma, black carbon.

### 1 | INTRODUÇÃO

Nanotubos de carbono (CNTs)

apresentam propriedades únicas de resistência mecânica, condutividade térmica e condutividade elétrica (YING, et al, 2011), (JAURIS, et al, 2011), (HERRERA-HERRERA, et al, 2012), (KUMAR, et al, 2020). Existem três tipos básicos de CNTs, os de parede simples (SWCNT), os de parede dupla (DWCNT) e os de parede múltipla (MWCNT) (YING, et al, 2011), (JAURIS, et al, 2011).

Atualmente, os principais métodos de produção de CNTs são: descarga por arco, ablação a laser, deposição de vapor químico e jato de plasma (YING, et al, 2011), (JAURIS, et al, 2011), (HERRERA-HERRERA, et al, 2012), (KUMAR, et al, 2020). Estas técnicas têm algumas desvantagens quanto ao uso de catalisadores metálicos, desgaste de eletrodos e alto custo de energia, justificando a busca e o desenvolvimento de novos métodos de produção (YING, et al, 2011). O tratamento com plasma frio (NTP) pode ser uma alternativa, limpa e econômica aos processos químicos convencionais (BENETOLI, et al, 2012). As tecnologias NTP geram espécies químicas altamente reativas no meio de reação, como radicais livres, elétrons de alta energia, íons, átomos e moléculas excitadas, acompanhados de ondas de pressão e emissão de luz ultravioleta (BENETOLI, et al, 2012), (JIANG, et al, 2014), (KAHOUSH, et al, 2019).

Um exemplo de tratamento por NTP é o do negro de carbono (CB), que consiste em partículas de carbono amorfo (hidrofóbicas) que podem ser obtidas por decomposição térmica de hidrocarbonetos (COTTET, et al, 2014).

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma nova técnica para a produção de CNTHs a partir do CB por tratamento de NTP em meio aquoso. Características como morfologia, composição química e estrutura cristalina do produto obtido foram investigadas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

O CB utilizado foi obtido a partir de pirólise de metano (COTTET, et al, 2014). A figura 1 mostra o sistema de NTP utilizado neste trabalho (BENETOLI, et al, 2012).

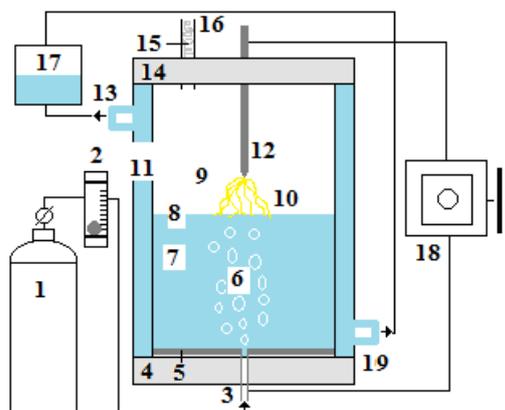


Figura 1. Desenho esquemático do sistema NTP: (1) Cilindro  $N_2$ ; (2) rotâmetro; (3) entrada de gás; (4) tampa de teflon; (5) eletrodo; (6) bolhas de gás; (7) meio aquoso; (8) superfície da água; (9) atmosfera gasosa; (10) descarga NTP; (11) jaqueta de água; (12) eletrodo; (13) saída de água; (14) tampa de teflon; (15) lâmina de vidro; (16) saída de gás; (17) banho térmico; (18) fonte de energia 220 V; (19) entrada de água (BENETOLI, et al, 2012).

## 2.2 Metodologia

As condições experimentais foram: meio aquoso (água deionizada); gás  $N_2$  ( $0,1 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ); potência aplicada de 60 W (RMS); tempo de tratamento de 2 h; temperatura de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ; a amostra de CB tratada em NTP foi filtrada e seca a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Os espectros de Raman (ER) das amostras de carbono foram obtidos por um equipamento Project WITec. As análises de Raman foram realizadas em três regiões diferentes da amostra de carbono não tratado e do tratado. Para a amostra do CB, as três regiões foram equivalentes e nos referimos a todas elas como CB. Cada região da amostra CNTH foi classificada como CP1, CP2 e CP3 porque representam diferentes regiões da mesma amostra heterogênea.

Um microscópio eletrônico de varredura por emissão de campo JEOL JSM-6701F (FE-SEM) acoplado a um Espectrômetro de raios-X com dispersão de energia (EDX) e um microscópio eletrônico de transmissão JEM-1011 (TEM) foram utilizados para estudar os materiais de carbono.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Espectroscopia Raman

O ER fornece um espectro característico para materiais com carbono. As principais bandas observadas são: banda D ( $\sim 1350 \text{ cm}^{-1}$ ) que é atribuída ao modo de respiração  $A_{1g}$  da hibridação  $sp^3$  do carbono, a banda G ( $\sim 1580 \text{ cm}^{-1}$ ) que é causada por  $E_{2g}$  tangencial e átomos de carbono com hibridização  $sp^2$ , a banda  $G1'$  ( $2700 \text{ cm}^{-1}$ ) causados por uma propagação de segunda ordem e sensível ao número de defeitos. Bandas encontradas em ( $280 \text{ cm}^{-1}$ ) são características de SWCNTs

(JAURIS, et al, 2011), (LOBO, et al, 2005). Os ER também fornecem informações sobre o grau de grafitação. A razão entre as intensidades da banda D e banda G (ID/IG) é usada para avaliar a qualidade dos CNTs, uma vez que os valores da relação mais baixa indicam uma melhoria na estrutura ordenada e, portanto, os CNTs de melhor qualidade (JAURIS, et al, 2011), ( LOBO, et al, 2005). A banda D fornece uma indicação do grau de defeito na estrutura dos CNTs, por exemplo, impurezas ou defeitos nas paredes dos tubos. A banda G fornece dados sobre a cristalinidade. A banda G indica a pureza dos CNTs, considerando que a intensidade da banda G diminui de acordo com a quantidade de impurezas na amostra (JAURIS, et al, 2011), ( LOBO, et al, 2005), (LING, et al, 2013). A figura 2 mostra o ER de CB. É possível observar que a banda D tem maior intensidade que a banda G (ID/IG=1,03), o que sugere que a estrutura é desorganizada, indicando a presença de impurezas de carbono grafíticas ou amorfas (JAURIS, et al, 2011), (DILEO, et al, 2007), (MONHAN, MANOJ, 2012). Também é interessante observar a baixa intensidade da banda G que confirma que a estrutura está desorganizada (JAURIS, et al, 2011), (DILEO, et al, 2007), (MONHAN, MANOJ, 2012). Kameya e Hanamura apresentaram resultados semelhantes de ER do CB obtido por decomposição de metano (KAMEYA, et al, 2011).

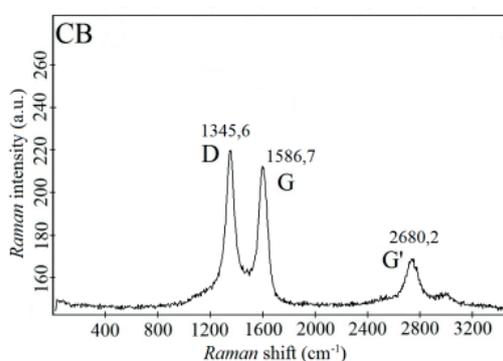


Figura 2. Espectro Raman do CB.

O ER de CBP1 (Figura 3) mostra uma proporção de ID/IG=1,03 e um espectro muito semelhante ao do CB (figura 2). Em ambos os ER pode-se observar as bandas e relações ID/IG semelhantes. Isto sugere que parte do CB não foi reestruturado durante o tratamento e permaneceu presente no produto final, porém o material apresenta características hidrofílicas.

O ER CBP2 (figura 3) é característico de CNTs e tem uma relação ID/IG=0,87. Isso indica uma estrutura cristalina mais organizada do que na amostra CB (JAURIS, et al, 2011), (SHAMSUDIN, et al, 2012). A intensidade da banda G na amostra CBP2 também indica uma menor quantidade de impurezas, confirmando que a estrutura está organizada e os CNTs são de boa qualidade. Resultados semelhantes foram

obtidos no trabalho de Dileo e Colls (DILEO, et al, 2007). O espectro CBP3 (figura 3) é característico de SWCNTs e tem uma relação ID/IG=0,97, indicando a presença de estrutura cristalina. No entanto, o valor da relação ID/IG é menor do que o CBP2, o que pode indicar que os SWCNTs formados não são tão perfeitos quanto os MWCNTs (RAI, et al, 2008). Essa diferença pode ser devido à presença de defeitos nas paredes dos SWCNTs. Os dois picos do Raman entre 200 e 300  $\text{cm}^{-1}$  estão relacionados aos modos de respiração radial (RBM) e distinguem os SWCNTs dos MWCNTs (JAURIS, et al, 2011), (HERRERA-HERRERA, et al, 2012). Para purificar CNTs por meio térmico, Sarkar e Das relataram espectros similares ao deste trabalho (SARKAR, DAS, 2013).

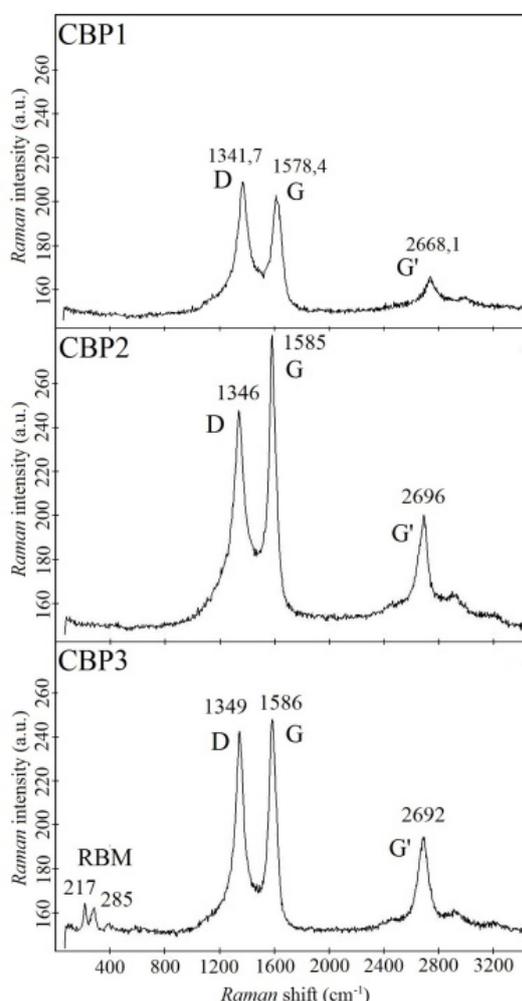


Figura 3. Espectro Raman de CBP (CBP2, CPB2, CBP3).

Os resultados dos ER sugerem que o tratamento com CB por NTP em meio aquoso é uma nova técnica para a produção de CNTHs e o produto obtido foi uma mistura de MWCNTs, SWCNTs e CB todos com características hidrofílicas (PATENTE INPI, 2013), (COTTET, 2015).

### 3.2 Microscopia FE-SEM e EDS

A figura 4 mostra uma imagem de FE-SEM da amostra de CB. Pode-se observar que a superfície do material é formada por agregados de 100 a 300 nm (COTTET, et al, 2014), (ABÁNADES, et al, 2012), (LONG, et al, 2013), (KHODABAKHSHI, FULVIO, ANDREOLI, 2020).

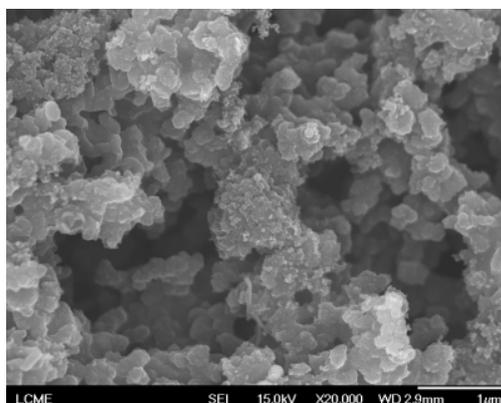


Figura 4. Microscopia FE-SEM de CB.

De acordo com a literatura, o CB apresenta um material formado por agregados na forma de esferas (COTTET, et al, 2014), (ABÁDANES, et al, 2012), (KHODABAKHSHI, FULVIO, ANDREOLI, 2020). Os resultados de EDS mostraram que o CB apresentou uma composição superficial elementar e 100% de carbono (alta pureza) (COTTET, et al, 2014), (LONG, et al, 2013). Assim, o CB pode ser considerado livre de catalisadores e substratos metálicos (COTTET, 2015).

A Figura 5 mostra a imagem de FE-SEM do CBP que indica modificações significativas na morfologia do CB após o tratamento por NTP (PATENTE INPI, 2013). A imagem mostra CNTs com larguras médias entre 20 e 40 nm e vestígios de CB. A imagem do CBP confirma os resultados observados por ER.



Figura 5. Microscopia FE-SEM do CBP.

Djokic e colaboradores relataram uma imagem semelhante constituída por MWCNTs/TiO<sub>2</sub> onde é possível observar agregados dispersos na amostra (DJOKIC, et al, 2014).

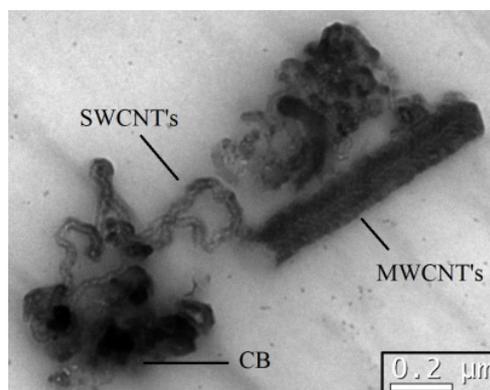


Figura 6. Microscopia TEM de CBP.

A figura 6 mostra a imagem de TEM do CBP que mostra a presença de CB, SWCNTs e MWCNTs o que confirma os resultados da ER e indica que o produto obtido é uma mistura de materiais (PATENTE INPI, 2013). A figura 6 apresenta aglomerados de CB (100 e 300 nm), SWCNTs (20 e 40 nm) e MWCNTs (40 e 60 nm) (COTTET, 2015). Acomb e colaboradores mostraram a produção de CNTs de alta qualidade mas com baixo rendimento (ACOUMB, et al, 2014).

Finalmente pode-se dizer que o método para a produção de CNTHs relatado aqui tem muitas aplicações potenciais em diferentes áreas, desde eletrônicos até ciências materiais (PATENTE INPI, 2013), (COTTET, 2015). Também devemos relatar que o rendimento da técnica ainda não foi verificado e permanece como o próximo passo para o desenvolvimento da pesquisa.

#### 4 | CONCLUSÕES

O método de produção de CNTHs descrito neste trabalho traz uma alternativa para produção de nanoestruturas de carbono e apresenta vantagens como: produção sem catalisadores metálicos ou substratos; síntese em meio aquoso, o que facilita a separação do material; possibilidade de utilizar matérias-primas de baixo custo como fonte de carbono; produção de CNTs hidrofílicos a partir de um método com apenas um passo; síntese de nanoestruturas de carbono à temperatura e pressão ambientes, o que torna a técnica viável industrialmente e agrega valor a um material reciclado.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Capes e do CNPq. Gostaríamos também de agradecer a UFPR pela Análise de Raman, e ao LCME da UFSC pelas análises de microscopia.

## REFERÊNCIAS

ABÁNADES, A. et al. **Technological challenges for industrial development of hydrogen production based on methane cracking.** Energy. v. 46, p. 359-362, 2012.

ACOUMB, J. C. et al. **Control of steam input to the pyrolysis-gasification of waste plastics for improved production of hydrogen or carbon nanotubes.** Applied Catalysis B: Environmental, v. 147, 571-584, 2014.

BENETOLI, L. O. de B. et al. **Pyrite-enhanced methylene blue degradation in non-thermal plasma water treatment reactor.** Journal of Hazardous Materials, p. 237-238:55-62, 2012.

COTTET, L. et al. **Produção de Hidrogênio e Negro de Carbono a partir da Degradação de Metano por Plasma Térmico.** Semina: Ciências exatas e tecnológicas, v. 35, p.103-114, 2014.

COTTET, L. **Produção de nanotubos de carbono hidrofílicos a partir d enegro de carbono tratado por plasma frio em meio líquido.** 2015. 186 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 2015.

DILEO, R. A. et al. **Purity assessment of multiwalled carbon nanotubes by Raman Spectroscopy.** Journal of Applied Physics, v. 101, p. 1-5, 2007.

DJOKIC, V. R. et al. **The dependence of the photocatalytic activity of TiO<sub>2</sub>/carbon nanotubes nanocomposites on the modification of the carbon nanotubes.** Ceramics International, v. 40, p. 4009-4018, 2014.

HERRERA-HERRERA, A. V. et al. **Carbon nanotubes applications in separation science: A review.** Analytica Chimica Acta, v. 734, p. 1-30, 2012.

PATENTE INPI, 2013: Processo de produção de nanotubos, nanofibras e nanoestruturas de carbono. 17/10/2013. Protocolo: BR 10 2013 026766 0.

JAURIS, I. et al. **Production of carbon nanotubes by chemical vapor deposition technique.** Revista Disciplinarum Scientia, v. 12, p. 125-137, 2011.

JIANG, B. et al. **Review on electrical discharge plasma technology for wastewater remediation.** Chemical Engineering Journal, v. 236, p. 348-368, 2014.

KAHOUSH, M.; et al. **Surface modification of carbon felt by cold remote plasma for glucose oxidase enzyme immobilization.** Applies Surface Science, v. 476, p.1016-1024, 2019.

KAMEYA, Y. et al. **Kinetic and Raman spectroscopic study on catalytic characteristics of carbon blacks in methane decomposition.** Chemical Engineering Journal, v. 173, p. 627-635, 2011.

KHODABAKHSHI, S.; FULVIO, P.F.; ANDREOLI, E. **Carbon black reborn: Structure and chemistry for renewable energy harnessing.** Carbon, v.162, p.604-449, 2020.

- KUMAR, S.D.; et al. **Processing and properties of carbon nanotube reinforced composites: A review.** Materials Today Proceedings. In press, Correct Proof. 2020.
- LING, X. et al. **The effect of different order of purification treatment on the purity of multiwalled carbon nanotubes.** Applied Surface Science, v. 276, p. 156-166, 2013.
- LOBO, A. O. et al. **Caracterização de materiais carbonosos por Espectroscopia Raman.** Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo, v. 24, p. 98-103, 2005.
- LONG, C. M. et al. **Carbon black vs. black carbon and other materials containing elemental carbon: Physical and Chemical distinctions.** Environmental Pollution, v. 181, p. 271-286, 2013.
- MONHAN, A. N.; MANOJ, B. **Synthesis and Characterization of Carbon Nanospheres from Hydrocarbon Soot.** International Journal Electrochemistry Science, v. 7, p. 9537-9549, 2012.
- RAI, P. et al. **Appearance of radial breathing modes in Raman spectra of multi-walled carbon nanotubes upon laser illumination.** Chemical Physics Letters, v. 455, p. 83-87, 2008.
- SHAMSUDIN, M.S. et al. **An Investigation on the Formation of Carbon Nanotubes by Two-Stage Chemical Vapor Deposition.** Journal of Nanomaterials, v. 1, p. 1-5, 2012.
- SARKAR, S; DAS, P.K. **Thermal and structural stability of single and multi-walled carbon nanotubes up to 1800°C in Argon studied by Raman spectroscopy and transmission electron microscopy.** Materials Research Bulletin, v.48, p.41-47, 2013.
- YING L. S. et al. **Continuous production of carbon nanotubes – A review.** Journal of Industrial and Engineering Chemistry, v. 17, p. 367-376, 2011.

## 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**