



**Cleberton Correia Santos**  
(Organizador)

---

**Estudos Interdisciplinares  
nas Ciências e da Terra  
e Engenharias**

---

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

# Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 1 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-621-8 DOI 10.22533/at.ed.218191109</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</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

O livro “**Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**” de publicação da Atena Editora apresenta em seu primeiro volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo então na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CHÁ DE BOLDO: O SABER POPULAR FAZENDO-SE SABER CIENTÍFICO NO ENSINO DE QUÍMICA	
Andressa da Silva Muniz	
Monique Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
A ESTRATÉGIA REGIONAL DE INOVAÇÃO DA UNIÃO EUROPEIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SRIs NA AMÉRICA LATINA	
Guilherme Paraol de Matos	
Clarissa Stefani Teixeira	
Paulo Cesar Leites Esteves	
Solange Maria da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
ENSINO DE TÉCNICAS LABORATORIAIS PELA ELABORAÇÃO DE SORVETE COM A FRUTA BERIBÁ/BIRIBÁ ( <i>Annona hypoglauca</i> )	
Minelly Azevedo da Silva	
Alice Menezes Gomes	
Amanda Carolilna Cândido Silva	
Iasmim Moreira Linhares	
João Vitor Hermenegildo Bastos	
Mel Naomi da Silva Borges	
Rebeca da Costa Rodrigues	
Nilton Fagner de Oliveira Araújo	
Elza Paula Silva Rocha	
Cleber do Amaral Barros	
Jamilé Mariano Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
A ETNOMATEMÁTICA COMO RECURSO METODOLÓGICO NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: UMA INVESTIGAÇÃO NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA UNICESUMAR	
Eliane da Rocha Rodrigues	
Ivna Gurniski de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>52</b>
USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA MAPEAMENTO EM ÁREAS AGRICULTÁVEIS	
Ana Paula Brasil Viana	
Railton Reis Arouche	
Pedro Henrique da Silva Sousa	
Edvan Carlos de Abreu	
Dheime Ribeiro de Miranda	
Lineardo Ferreira de Sampaio Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2181911095</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 58**

O USO DA CASCA DA BANANA COMO ADSORVENTE RENOVÁVEL DE ÍONS METÁLICOS TÓXICOS

Adriana O. Santos  
Danielle P. Freitas  
Fabiane A. Carvalho  
Fernando S. Melo  
Juliana F. C. Eller  
Stéphanie Calazans Domingues  
Boutros Sarrouh  
Willian A. Saliba

**DOI 10.22533/at.ed.2181911096**

**CAPÍTULO 7 ..... 76**

STATIC MAGNETIC TREATMENT OF IRRIGATION WATER ON DIFFERENTS PLANTS CULTURES IMPROVING DEVELOPMENT

Yilan Fung Boix  
Albys Ferrer Dubois  
Elizabeth Isaac Alemán  
Cristiane Pimentel Victório  
Rosani do Carmo de Oliveira Arruda  
Ann Cuyppers  
Natalie Beenaerts  
Jorge González Aguilera  
Alan Mario Zuffo

**DOI 10.22533/at.ed.2181911097**

**CAPÍTULO 8 ..... 85**

ANÁLISE DE ARQUITETURAS DE *DEEP LEARNING* APLICADO A UM BENCHMARK DE CLASSIFICAÇÃO

Henrique Matheus Ferreira da Silva  
Max Tatsuhiko Mitsuya  
Clayton André Maia dos Santos  
Anderson Alvarenga de Moura Meneses

**DOI 10.22533/at.ed.2181911098**

**CAPÍTULO 9 ..... 96**

ANÁLISE DE VITAMINA C USANDO TÉCNICAS DE FLUORIMETRIA, CROMATOGRAFIA E ELETROFORESE

Luana Gabriela Marmitt  
Sabrina Grando Cordeiro  
Verônica Vanessa Brandt  
Lucélia Hoehne

**DOI 10.22533/at.ed.2181911099**

**CAPÍTULO 10 ..... 106**

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE MATEMÁTICA NO CURSO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA DO IFC – *CAMPUS SANTA ROSA DO SUL*

Julian da Silva Lima  
Cassiano Scott Puhl  
Neiva Ignês Grando

**DOI 10.22533/at.ed.21819110910**

**CAPÍTULO 11 ..... 116**

A VISÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS DE ARAPIRACA-AL SOBRE O ENSINO DE ASTROBIOLOGIA

Janaína Kívia Alves Lima  
Elielma Lucindo da Silva  
Lilian Nunes Bezerra  
Janice Gomes Cavalcante  
Luis Carlos Soares da Silva  
José Edson Cavalcante da Silva  
Jhonatan David Santos das Neves  
Daniella de Souza Santos

**DOI 10.22533/at.ed.21819110911**

**CAPÍTULO 12 ..... 125**

APLICAÇÃO DA GESTÃO DO CONHECIMENTO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

André Felipe de Almeida Batista  
Ricardo André Cavalcante de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.21819110912**

**CAPÍTULO 13 ..... 138**

PRECIPITATION VARIABILITY ON THE STATE OF PARAÍBA IN ATMOSPHERIC CONDITIONS UNDER THE INFLUENCE OF UPPER LEVEL CYCLONIC VORTICES

André Gomes Penaforte  
Maria Marle Bandeira  
Magaly de Fatima Correia  
Tiago Rocha Almeida  
Flaviano Fernandes Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.21819110913**

**CAPÍTULO 14 ..... 148**

AS CONTRIBUIÇÕES DO PLANETÁRIO E CASA DA CIÊNCIA DE ARAPIRACA PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA E CIÊNCIAS NATURAIS

Luis Carlos Soares da Silva  
Janaína Kívia Alves Lima  
Janice Gomes Cavalcante  
Jhonatan David Santos das Neves  
Lilian Nunes Bezerra  
Daniella de Souza Santos  
José Edson Cavalcante da Silva  
Elielma Lucindo da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.21819110914**

**CAPÍTULO 15 ..... 157**

POLÍMERO SULFONADO UTILIZADO COMO CATALISADOR HETEROGÊNEO NA REAÇÃO DE ESTERIFICAÇÃO

Victória Maria Ribeiro Lima  
Rayanne Oliveira de Araújo  
Jamal da Silva Chaar  
Luiz Kleber Carvalho de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.21819110915**



**CAPÍTULO 16 ..... 167**

ATIVIDADE CRIATIVA (AC): UM MODO ALTERNATIVO PARA MINISTRAR O CONTEÚDO DE UMA DISCIPLINA DO CURSO NOTURNO DE FARMÁCIA DA UFRJ

Aline Guerra Manssour Fraga  
Viviane de Oliveira Freitas Lione

**DOI 10.22533/at.ed.21819110916**

**CAPÍTULO 17 ..... 180**

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS MULTIEXTUSADOS: SIMULAÇÃO DO REPROCESSAMENTO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD)

Fernando A. E Tremoço  
Ricardo S. Souza  
Valéria G. Costa

**DOI 10.22533/at.ed.21819110917**

**CAPÍTULO 18 ..... 186**

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE ARGILAS BENTONÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Carlos Ivan Ribeiro de Oliveira  
Nancy Isabel Alvarez Acevedo  
Marisa Cristina Guimarães Rocha  
Joaquim Teixeira de Assis  
Alexei Kuznetsov  
Luiz Carlos Bertolino

**DOI 10.22533/at.ed.21819110918**

**CAPÍTULO 19 ..... 197**

AVALIAÇÃO PELA MODA, MÉDIA OU MEDIANA?

Luiz Fernando Palin Droubi  
Norberto Hochheim  
Willian Zonato

**DOI 10.22533/at.ed.21819110919**

**CAPÍTULO 20 ..... 221**

COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DAS SOLUÇÕES FUNDAMENTAIS E O MÉTODO DOS VOLUMES FINITOS APLICADOS A UM PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE DIFUSÃO DE CALOR

Bruno Henrique Marques Margotto  
Carlos Eduardo Polatschek Kopperschmidt  
Wellington Betencurte da Silva  
Júlio Cesar Sampaio Dutra  
Luiz Alberto da Silva Abreu

**DOI 10.22533/at.ed.21819110920**

**CAPÍTULO 21 ..... 230**

SINERGISMO DE MISTURAS DE COMPLEXOS ENZIMÁTICOS UTILIZADAS NA HIDRÓLISE DA CELULOSE EXTRAÍDA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PRÉ-TRATADO COM  $H_2SO_4/H_2O_2$ , EM MEIO ALCALINO

Leila Maria Aguilera Campos  
Luciene Santos de Carvalho  
Luiz Antônio Magalhães Pontes  
Samira Maria Nonato de Assumpção  
Maria Luiza Andrade da Silva  
Heloise Oliveira Medeiros de Araújo Moura  
Anne Beatriz Figueira Câmara

**DOI 10.22533/at.ed.21819110921**

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>238</b>
CONCEPÇÕES DE LINGUAGEM E SUAS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA LINGUAGEM MATEMÁTICA	
Cíntia Maria Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110922</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>248</b>
DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE SOFTWARE INTERATIVO PARA PROJETOS CONCEITUAIS DE AERONAVES	
Carlos Antonio Vilela de Souza Filho	
Giuliano Gardolinski Venson	
Jefferson Gomes do Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110923</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>260</b>
ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO: UM OLHAR PARA O PROCESSO FORMATIVO POSSIBILITADO POR OBSERVAÇÕES DE AULA	
Mariele Josiane Fuchs	
Cláudia Maria Costa Nunes	
Elizangela Weber	
Lucilaine Goin Abitante	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110924</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>269</b>
OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS FINANCEIROS DE UMA MADEIREIRA UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR	
Brenno Souza de Oliveira	
Edson Patrício Barreto de Almeida	
Vitor Miranda Sousa Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110925</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>280</b>
ESTUDO ATUALIZADO E ABRANGENTE DAS APLICAÇÕES PRÁTICAS DE GEOPROSPECÇÃO ELÉTRICA	
Pedro Henrique Martins	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Kaiisson Teodoro de Souza	
Márcio Augusto Tamashiro	
Humberto Rodrigues Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110926</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>292</b>
FIQUE SABENDO: PLATAFORMA ACADÊMICA DE COMUNICAÇÃO	
Marco Antônio Castro Martins	
Lúcio Flávio de Jesus Silva	
George Miler Gomes Farias	
Diego Lisboa Pires	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110927</b>	

**CAPÍTULO 28 ..... 300**

INVESTIGAÇÃO ESTRUTURAL, MORFOLÓGICA E FOTOCATALÍTICA DE MICROCRISTAIS DE  $\beta$ -(Ag<sub>2-2x</sub>Zn<sub>x</sub>)MoO<sub>4</sub>

Fabiana de Sousa Cunha  
Francisco Henrique Pereira Lopes  
Amanda Carolina Soares Jucá  
Lara Kelly Ribeiro da Silva  
Keyla Raquel Batista da Silva Costa  
Júlio César Sczancoski  
Francisco Eroni Paz dos Santos  
Elson Longo  
Laécio Santos Cavalcante  
Gustavo Oliveira de Meira Gusmão

**DOI 10.22533/at.ed.21819110928**

**CAPÍTULO 29 ..... 325**

PRODUTOS QUÍMICOS PERIGOSOS: EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DA TEMÁTICA SANEANTES

Egle Katarinne Souza da Silva  
Luislândia Vieira de Figueredo  
Felícia Maria Fernandes de Oliveira  
Luiz Antonio Alves Fernandes  
Edilson Leite da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.21819110929**

**CAPÍTULO 30 ..... 339**

INFLUÊNCIA DO SnCl<sub>2</sub> NA COPOLIMERIZAÇÃO DE NORBORNENO E ÁCIDO 5-NORBORNENO-2-CARBOXÍLICO VIA ROMCP CATALISADO POR RuCl<sub>2</sub>(PCy<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHR

Sâmia Dantas Braga  
Aline Aparecida Carvalho França  
Vanessa Borges Vieira  
Talita Teixeira da Silva  
Aline Estefany Brandão Lima  
Ravane Costa e Silva  
Luís Fernando Guimarães Nolêto  
Nouga Cardoso Batista  
José Milton Elias de Matos  
Benedito dos Santos Lima Neto  
José Luiz Silva Sá  
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.21819110930**

**CAPÍTULO 31 ..... 347**

MONITORAMENTO DE DESEMPENHO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CAMPUS PAU DOS FERROS

José Henrique Maciel de Queiroz  
José Flávio Timoteo Júnior  
Rogério de Jesus Santos

**DOI 10.22533/at.ed.21819110931**

**CAPÍTULO 32 ..... 357**

REDE FEDERAL EM SANTA CATARINA: ORIGEM, TRAJETÓRIA E ASPECTOS GERENCIAIS

Sônia Regina Lamego Lino

**DOI 10.22533/at.ed.21819110932**

<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>371</b>
SISTEMA DE EDUCAÇÃO CORPORATIVA: EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS E CHINESAS PARA A INOVAÇÃO	
Regina Wundrack do Amaral Aires	
Cleunisse Aparecida Rauen De Luca Canto	
Patricia de Sá Freire	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>385</b>
VARIABILIDADE TEMPORAL DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM FOLHAS DE <i>Eucalyptus microcorys</i>	
Gilmara Aparecida Corrêa Fortes	
Pedro Henrique Ferri	
Suzana da Costa Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110934</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>397</b>
OXIDAÇÃO SELETIVA DO METANOL A FORMALDEÍDO ASSISTIDA POR N <sub>2</sub> O SOBRE CATALISADOR Co,Ce DERIVADOS DE HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES	
Oséas Silva Santos	
Giulyane Felix de Oliveira	
Artur José Santos Mascarenhas	
Heloyza Martins. Carvalho Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21819110935</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>408</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>409</b>

## POLÍMERO SULFONADO UTILIZADO COMO CATALISADOR HETEROGÊNEO NA REAÇÃO DE ESTERIFICAÇÃO

### **Victória Maria Ribeiro Lima**

Universidade Federal do Amazonas,  
Departamento de Química  
Manaus – Amazonas

### **Rayanne Oliveira de Araújo**

Universidade Federal do Amazonas,  
Departamento de Química  
Manaus – Amazonas

### **Jamal da Silva Chaar**

Universidade Federal do Amazonas,  
Departamento de Química  
Manaus – Amazonas

### **Luiz Kleber Carvalho de Souza**

Universidade Federal do Amazonas,  
Departamento de Química  
Manaus – Amazonas  
lkcsouza@gmail.com

**RESUMO:** Ácidos inorgânicos são amplamente utilizados como catalisadores homogêneos em reações de produção de biocombustíveis. Embora sejam altamente ativos e não onerosos, é necessário um processo especial de separação e purificação do produto final, o que resulta no grande volume de resíduos tóxicos e corrosivos, além das desvantagens como a corrosão de equipamentos e dificuldade no reciclo do catalisador. Desse modo, a catálise heterogênea surge com a proposta de desenvolver processos mais limpos, mais

seguros e economicamente viáveis. Já é comum o uso resina polimérica como matéria-prima para a produção de catalisadores com elevada área superficial e concentrações de sítios ativos ajustáveis. Neste trabalho, o catalisador ácido sólido foi sintetizado a partir do método soft-template, utilizando resorcinol e formaldeído como fonte de carbono, pluronic F127 como agente direcionador de estrutura e o ácido 4-hidroxibenzenosulfônico, como fonte de grupo sulfônico. A eficiência catalítica do material foi testada na reação modelo de esterificação, sob as condições de reação: razão molar ácido oleico/metanol 1:12, carregamento de catalisador 5%, temperatura de 100°C por 1h. Obteve-se uma conversão em ésteres metílicos de 91% com o uso do catalisador sintetizado com 60% de ácido em relação ao resorcinol, enquanto que a reação sem catalisador apresentou apenas 12% de conversão. Esse estudo mostra resultados promissores para a obtenção de catalisadores heterogêneos sulfonados a partir de resinas poliméricas e vem com a principal novidade de preparar um catalisador a partir da funcionalização com ácido 4-hidroxibenzenosulfônico via síntese direta.

**PALAVRAS-CHAVE:** catalisador ácido sólido, resina polimérica, soft-template e esterificação.

## SULFONATED POLYMER AS HETEROGENEOUS CATALYST FOR ESTERIFICATION REACTION

**ABSTRACT:** Liquid inorganic acids are widely used as homogeneous catalysts for biofuel production. Although highly active and low cost, it is imperative a tedious process for separation and purification of the product. Besides the large volume of toxic and corrosive waste produced, there is also the drawback such as corrosion of equipment and difficulty for recycling the catalyst. Thereby, heterogeneous catalysis is a pathway to cleaner, safer and economically viable processes to produce chemicals. Moreover, it is worldwide the use of polymer resin as raw materials for the production of catalysts with high surface areas and adjustable active sites. Herein, solid acid catalyst was synthesized from the soft-template method using resorcinol and formaldehyde as carbon precursor, pluronic F127 as structure directing agent and 4-hydroxybenzenesulfonic acid as source of the sulfonic group. The catalytic activity was tested in the esterification reaction under the reaction conditions: molar ratio of 1:12, 5% of catalyst, and reaction temperature of 100°C for 1h. A conversion to 91% methyl esters was achieved using the catalyst synthesized with 60% of acid, while the reaction without catalyst showed only 12% conversion. In summary, this study shows promising results for obtaining heterogeneous sulfonated catalysts from polymer resins and comes with the main novelty of preparing a catalyst from the functionalization with 4-hydroxybenzenesulfonic acid via one-pot synthesis.

**KEYWORDS:** solid acid catalyst, polymer resin, soft-template, esterification.

### 1 | INTRODUÇÃO

A busca por novas fontes de energia sustentável está ganhando atenção do setor acadêmico e do industrial. Isso se deve em primeiro lugar ao esgotamento prematuro de recursos petrolíferos, a flutuação do preço do petróleo, e por fim a preocupação ambiental relacionada ao consumo exacerbado de combustíveis fósseis. Nesse contexto, o biocombustível surge como um caminho para substituição total ou parcial de combustíveis derivados do petróleo. Não há dúvida que isso possa levar à diversificação da matriz energética brasileira colocando à disposição mais uma fonte de energia. Espera-se ainda um impacto na diminuição das emissões de gases de efeito estufa (FARABI *et al.*, 2019; XINCHENG e SHENGLI, 2019).

O biodiesel é um biocombustível renovável, que pode diminuir o consumo de diesel. Ambos têm as propriedades semelhantes como, por exemplo, viscosidade, ponto de fulgor e número de cetano. Por isso este biocombustível é um promissor recurso energético. Ele é composto de ésteres alquílicos de ácidos graxos, e vem sendo produzido a partir de óleo vegetal e gordura animal. Atualmente é fabricado industrialmente pelas reações de transesterificação ou esterificação na presença de um catalisador homogêneo ou heterogêneo (LI *et al.*, 2014; LIU *et al.*, 2016).

Os catalisadores ácidos inorgânicos de Brønsted-Lowry — tais como  $H_2SO_4$ ,

HF,  $H_3PO_4$  e HCl — são catalisadores muito usados para a produção do biodiesel. No entanto, a transesterificação com os catalisadores ácidos normalmente exige temperaturas de reação elevadas, acima de  $150^\circ C$ , que inclusive encarecem o processo. Embora os ácidos homogêneos, como o ácido sulfúrico, sejam catalisadores relativamente de baixo custo e altamente ativos, não são ambientalmente benignos, e acabam por requerer um tratamento elaborado do produto alvo. Isto resulta no grande volume de resíduos tóxicos e corrosivos (NAKAJIMA e HARA, 2012; SANDOUQA *et al.*, 2019).

Nesse contexto, nos últimos anos, a necessidade de reduzir os custos de produção de biodiesel e minimizar seus problemas ambientais, levaram as indústrias e a academia a criar novos procedimentos de síntese de catalisadores. De fato, isso é um grande desafio para a química moderna: a fabricação de um catalisador que agrupe as vantagens dos catalisadores homogêneos e os avanços dos catalisadores heterogêneos (PISCOPO, 2015).

A catálise heterogênea é sem dúvida uma ferramenta poderosa para alcançar a sustentabilidade plena dos processos químicos. Os avanços promovidos pela catálise heterogênea são a facilidade de separação do produto da reação, a obtenção de produtos com alto grau de pureza, a facilidade de regeneração e a possibilidade de reutilização do sólido em outros ciclos reacionais. Além disso, não são corrosivos e não exigem uma etapa de lavagem do produto, apresentam tolerância a água e são estáveis a temperaturas elevadas. Isso tudo faz com sejam classificados como materiais ambientalmente corretos e economicamente viáveis, capazes de desenvolver processos mais limpos e seguros (ZHAO *et al.*, 2017; LIU *et al.*, 2018).

O uso de resina polimérica sulfonada como catalisador ácido sólido surge como uma proposta para substituir os catalisadores líquidos, pois o material pode apresentar alta estabilidade térmica, elevada área superficial, concentrações de sítios ativos ajustáveis, excelente hidrofobicidade e oleofilicidade, é reciclável e resistente ao ataque de ácidos fortes na etapa de funcionalização (LIU *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2018).

A principal via de obtenção dessas resinas poliméricas é pelo método *soft-template*, utilizando resorcinol como fonte de resina fenólica, formaldeído como fonte de carbono, pluronic F127 como agente direcionador de estrutura e o ácido 4-hidroxibenzenosulfônico (HBS) como fonte de grupo sulfônico. Este é ancorado a estrutura do polímero via síntese direta (GÓRKA *et al.*, 2010).

Diante do cenário promissor da aplicação de catalisadores heterogêneos sintetizados a partir de resinas poliméricas para eliminar problemas encontrados na catálise homogênea, este trabalho estudou a utilização do catalisador ácido de polímero sulfonado via síntese direta e o testou na reação modelo de esterificação. Os resultados foram promissores, atingindo a conversão em ésteres metílicos de 93%, com o uso do catalisador sintetizado com 60% de ácido em relação ao resorcinol, enquanto que a reação sem catalisador apresentou apenas 12% de conversão. Tais

reações ocorreram sob as condições de reação: razão molar ácido oleico/metanol 1:12, 5% de catalisador, temperatura de 100°C por 1h.

## 2 | EXPERIMENTAL

### 2.1 Preparação do catalisador

A resina polimérica foi sintetizada pelo método *soft-template*, descrito no trabalho de GÓRKA *et al.*, 2010. O primeiro passo foi o preparo de uma solução de etanol e água destilada em um recipiente fechado. Neste, adicionou-se Pluronic F127 e posteriormente resorcinol, sob forte agitação por alguns minutos. Em seguida adicionou-se HCl e agitou-se por mais alguns minutos. O ácido 4-hidroxibenzenosulfônico (HBS) foi adicionado à mistura em diferentes proporções 30, 60 e 80% em relação a quantidade em mol de resorcinol. Por fim, adicionou-se o formaldeído 37% v/v à solução, que permanecerá sob agitação até surgimento de um precipitado. A mistura foi transferida para um autoclave e colocada em estufa a 100 °C por 24 h. Após esse tempo, a solução resultante é filtrada e lavada com água destilada até atingir pH neutro. As amostras foram nomeadas como PMHX, onde PM é o polímero, H refere-se a presença do grupo sulfônico e X é a porcentagem de ácido 4-hidroxibenzenosulfônico utilizado.

### 2.2 Caracterização do catalisador

O perfil térmico das amostras foi investigado por um analisador termogravimétrico TG/DTG da TA Instrument, modelo SDT Q600. As amostras foram submetidas a aquecimento numa faixa de 25 a 600°C, sob fluxo de gás nitrogênio de 30 mL/min e taxa de aquecimento 10°C/min.

Os grupos funcionais presentes na estrutura do catalisador foram verificados por espectroscopia na região do infravermelho, em um espectrofotômetro da Cary 630 acoplado a acessório de reflexão total atenuada (ATR) de ZnSe (Agilent) na faixa de 4000 a 650  $\text{cm}^{-1}$ .

A densidade dos grupos presentes na superfície do catalisador foi determinada pelo método de titulação Boehm (BOEHM, 2002), onde 0,5g do catalisador foi adicionado a (a) 17 mL da solução de NaOH 0,05M e (b) 20 mL da solução de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1,0 M. As soluções contendo os catalisadores foram agitadas por 24 horas e filtradas para remover o sólido. Então, uma alíquota de 5 mL da solução (a) foi extraída e acidificada com HCl 0,05 M. O total de grupos presentes na superfície do catalisador e o total de sítios sulfônicos foram determinados por titulação, usando NaOH 0,05 M e fenolftaleína como indicador.



## 2.3 Estudo catalítico

O catalisador foi seco a 100°C por uma noite e utilizado na reação modelo de esterificação do ácido oleico e metanol em um reator de alta pressão da Parr Instrument Company, modelo 5500 Compact mini bench top com controlador 4848. Para o teste catalítico, 5% de catalisador foi adicionado a razão molar de 1:12 de ácido oleico:metanol, na temperatura de 100°C por 1 h. Ao término da reação o catalisador foi separado do meio reacional por filtração a vácuo e o excesso de metanol e água foram evaporados em uma manta aquecedora (WANG *et. al.*, 2014). A eficiência do catalisador foi avaliada com base no rendimento de ésteres (%E), obtidos a partir da titulação, conforme mostra a equação abaixo:

$$\%E = \frac{(A_{ao} - A_{om})}{A_{ao}} \times 100\%$$

Onde  $A_{ao}$  e  $A_{om}$  são os valores da acidez do ácido oleico e oleato de metila respectivamente.

## 3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização dos catalisadores

A Figura 1 mostra a curva TG obtida em atmosfera de nitrogênio para a amostra PM, a qual apresenta dois eventos de perda de massa. O primeiro evento encontra-se entre 220°C e 320°C e está relacionado a liberação de monômeros que não reagiram, como os anéis fenólicos e o formaldeído. O segundo evento encontra-se entre 310°C e 410°C e indica a perda da molécula do pluronic F127 (YU *et. al.*, 2014). Enquanto que a curva TG para a amostra PMH60 apresentou três eventos de perda de massa. Da temperatura inicial até 140°C é atribuído a dessorção de moléculas de água ou solvente. Entre 150°C e 340°C indica a decomposição dos grupos sulfônicos. Nota-se que este segundo evento não é observado neste intervalo de temperatura e nem com a perda de massa elevada para a amostra PM, por isso que ela é atribuída à eliminação dos grupos sulfônicos contidos no catalisador. O terceiro evento vai de 370°C a 450°C e refere-se a perda de massa do pluronic F127 (LIU *et al.*, 2013). Resultados semelhantes são relatados por LI *et al.*, 2017 que encontraram para resinas poliméricas sulfonadas perdas de massa em temperaturas acima de 150°C e as atribuíram a decomposição térmica dos sítios ácidos fortes presente na estrutura, tal como encontrado neste trabalho. Levando a concluir que a estabilidade térmica dos grupos sulfônicos se encontra em torno de 140°C, portanto, sugerindo que eles não podem ser submetidos a temperaturas acima da temperatura limite para não comprometer a estabilidade dos sítios ácidos fortes, mantendo seu resultados satisfatórios em reações de produção de éster abaixo desta temperatura.

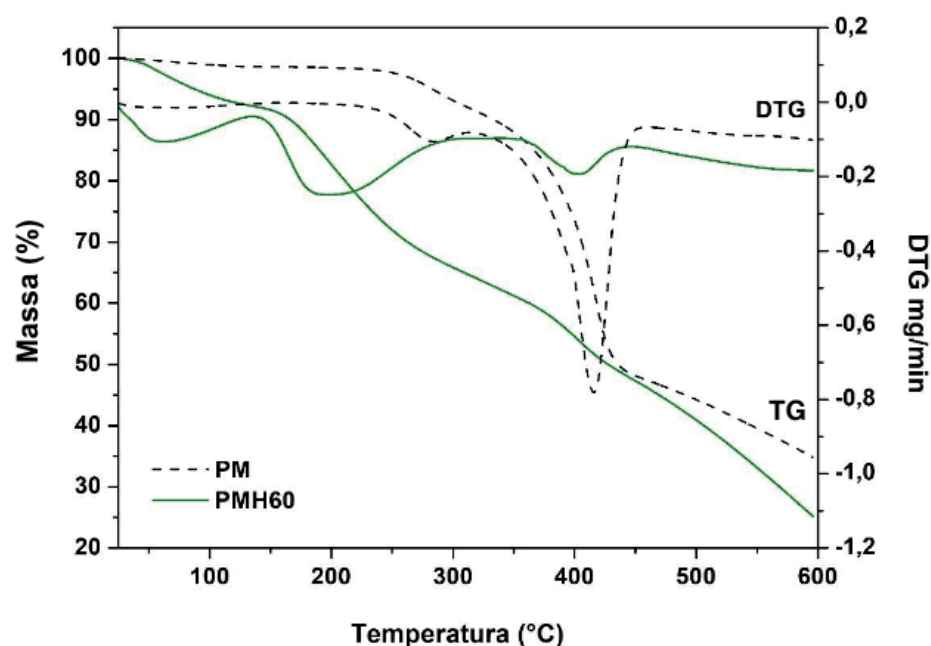


Figura 1. Curvas TG-DTG para as amostras PM e PMH60.

O espectro de FT-IR da amostra PMH60 (Figura 2) exibe uma banda larga em  $3187\text{ cm}^{-1}$  atribuída ao estiramento da ligação O-H, formada a partir da adsorção de umidade e encontrada em grupos carboxílicos e fenólicos, já a banda em  $2865\text{ cm}^{-1}$  é atribuída ao estiramento vibracional da ligação C-H originada do pluronic F127. As bandas  $1594\text{ cm}^{-1}$ ,  $1463\text{ cm}^{-1}$  e  $1075\text{ cm}^{-1}$  são atribuídas às ligações C=C,  $-\text{CH}_2$  e fenil éter, respectivamente, e estão presentes nas estruturas de anéis poliaromáticos, formadores da resina fenólica. Enquanto que a banda em  $1022\text{ cm}^{-1}$  e  $1206\text{ cm}^{-1}$  são atribuídas ao estiramento de simetria da ligação O=S=O e  $\text{SO}_3-\text{H}$ , respectivamente, presente na estrutura do grupo sulfônico. Esses resultados indicam a presença de grupos ácidos fortes (grupos sulfônicos) e grupos ácidos fracos ( $-\text{OH}$ ) ambos ancorados à estrutura do catalisador PMH60. O resultado aponta para eficiente sulfonação via síntese direta. Também estão em concordância os resultados de CHANG *et al.*, 2013; ELSAYED *et al.*, 2007.

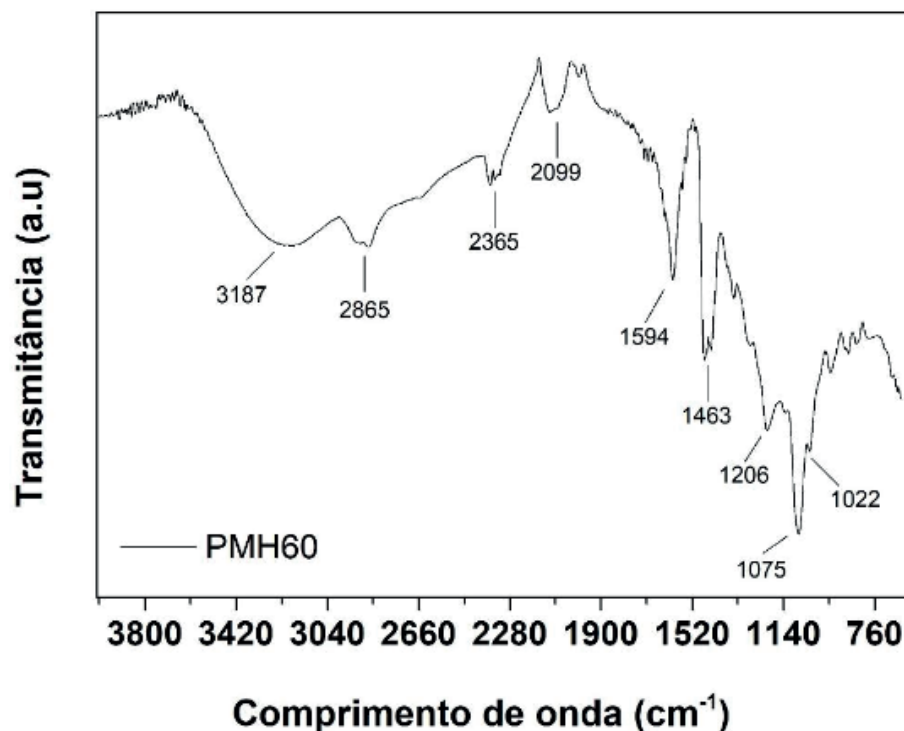


Figura 2. Espectro de FTIR para a amostra PMH60.

### 3.2 Estudo catalítico

A resina polimérica foi funcionalizada com o ácido 4-hidroxibenzenosulfônico. A reação de sulfonação introduz o grupo sulfônico por meio de ligação química a cadeia carbônica da resina polimérica. A maior concentração desses grupos sulfônicos aumenta a atividade catalítica durante a reação de esterificação, visto que facilita a etapa de adsorção de reagentes no processo de catálise heterogênea, ao mesmo tempo em que parte do material de carbono por ser hidrofóbico, dissolve subprodutos hidrofílicos indesejados na superfície do catalisador, como por exemplo, a água, que é a grande causadora de problemas de desativação de catalisadores reduzindo assim seu tempo de vida útil nos ciclos reacionais (ZHAO *et al.*, 2017; LIU *et al.*, 2018).

Foram sintetizadas três amostras de resinas poliméricas, variando a concentração do ácido de 30, 60 e 80% em relação à proporção de mol de resorcinol. A atividade catalítica do ácido sólido foi testada na reação de esterificação, tendo como razão molar 1:12 de ácido oleico:metanol, carregamento de 5% de catalisador, temperatura de 100°C e tempo de 1 h. É notório na Figura 3, que a atividade catalítica depende da concentração do ácido 4-hidroxibenzenosulfônico, pois estes influenciam fortemente na densidade dos grupos sulfônicos fixados na superfície da resina polimérica. Obtém-se cerca de 0,27 mmol/g de densidade de grupos sulfônicos para as amostras PMH60, enquanto que a amostra PM não apresentou grupos sulfônicos.

As amostras PM, PMH30, PMH60 e PMH80 obtiveram rendimentos de 20%, 44%, 91% e 93%, respectivamente. Era de se esperar com o aumento da quantidade de ácido um rendimento de crescimento linear, no entanto a amostra PMH80,

apresentou conversão semelhante a amostra PMH60, mostrando que não há mais variação na concentração de grupos ácidos com a adição do ácido. O catalisador PMH60 mostrou rendimento superior ao ser comparado ao catalisador comercial Amberlyst-15 (80% de rendimento).

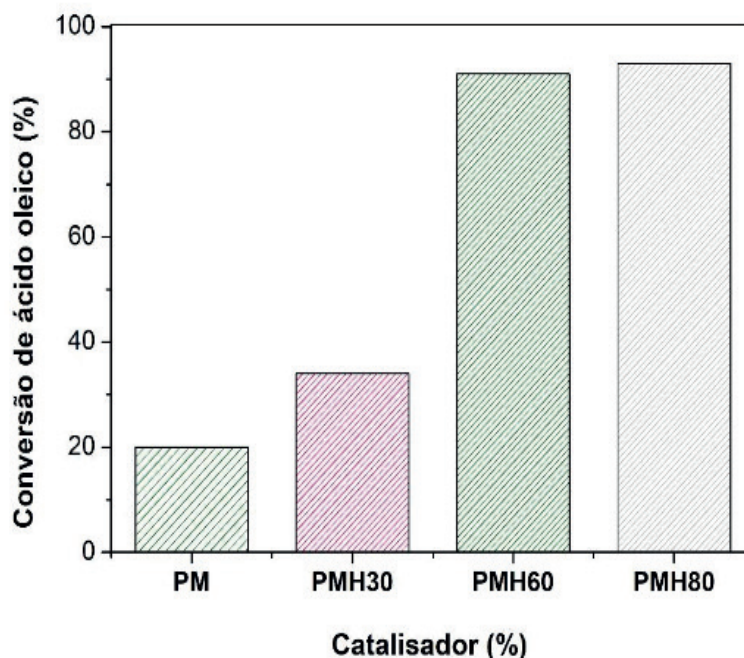


Figura 3. Efeito da concentração do ácido 4-hidroxibenzenosulfônico na reação de esterificação.

#### 4 | CONCLUSÃO

A análise de TG indicou a presença de grupos sulfônicos ancorados à superfície do catalisador e determinou que a estabilidade térmica desses grupos é em torno de 140°C, sugerindo que esse material não pode ser aplicado em reações acima dessa temperatura limite. O espectro de FT-IR mostrou que o grupo sulfônico está ligado a estrutura de carbono da resina polimérica. Já pela análise da densidade dos sítios ácidos, pode-se dizer que a quantidade de grupos sulfônicos do catalisador PHM60 é de 0,27 mmol/g afirmando a eficiência no ancoramento dos grupos ácidos a superfície do material. O catalisador PMH60 apresentou melhor atividade na reação de esterificação do ácido oleico e metanol chegando ao rendimento de 91% em oleato de metila a 100°C por 1 h, com razão molar 1:12 e 5% de catalisador. Com base nos testes catalíticos o catalisador com 60% de ácido 4-hidroxibenzenosulfônico se mostrou eficiente em substituir catalisadores ácidos sólidos sulfonados em elevadas temperaturas e ácidos homogêneos em reações de produção de ésteres.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o apoio financeiro do Programa de Docência de Jovens Doutores (PJD N ° 6.04), recursos do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação concedidos a este projeto e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) concedido a este projeto (425522 / 2018-0).

## REFERÊNCIAS

- BOEHM, H. P. **Some aspects of the surface chemistry of carbon blacks and other carbons.** Carbon, v. 32, p. 759-769, 2002.
- CHANG, B.; FU, J.; TIAN, Y.; DONG, X. **Soft-template synthesis of sulfonated mesoporous carbon with high catalytic activity for biodiesel production.** Journal Royal Society of Chemistry Advances, v. 3, p. 1987-1994, 2012.
- Elsayed, M.A.; Hall, P.J.; Heslop, M.J. **Preparation and structure characterization of carbons prepared from resorcinol-formaldehyde resin by CO<sub>2</sub> activation.** Adsorption, v. 13, p. 299-306, 2007.
- FARABI, M. S. A; IBRAHIM, M. L; RASHID, U.; TAUFIQ-YAP, Y. H. **Esterification of palm fatty acid distillate using sulfonated carbon-based catalyst derived from palm kernel shell and bamboo.** Energy Conversion and Management, v. 181, p. 562–570, 2019.
- GÓRKA, J.; ZAWISLAK, A.; CHOMA, J.; JARONIEC, M. **Adsorption and structural properties of soft-templated mesoporous carbons obtained by carbonization at different temperatures and KOH activation.** Applied Surface Science, v. 256, p. 5187-5190, 2010.
- LI, M.; ZHENG, Y.; CHEN, Y.; ZHU, X. **Biodiesel production from waste cooking oil using a heterogeneous catalyst from pyrolyzed rice husk.** Bioresource Technology, v. 154, p. 345–348, 2014.
- LI, W.; ZHANG, T.; XIN, H.; SU, M.; MA, L.; JAMEEL, H.; CHANG, H.; PEI, G. **p-hydroxybenzenesulfonic acid-formaldehyde solid acid resin for the conversion of fructose and glucose to 5-hydroxymethylfurfural.** Journal the Royal Society of Chemistry Advances, v. 7, p. 27682-27688, 2017.
- LIU, F.; HUANG, K.; ZHENG, A.; XIAO, F.; DAI, S. **Hydrophobic solid acids and their catalytic applications in green and sustainable chemistry.** ACS Catalysis, v. 8, p. 372-391, 2018.
- LIU, F.; HUANG, K.; ZHENG, A.; XIAO, F-S.; DAI, S. **Hydrophobic solid acids and their catalytic applications in green and sustainable chemistry.** ACS Catalysis, v. 8, p. 372-391, 2018.
- LIU, F.; KONG, W.; QI, C.; ZHU, L.; XIAO, F-S. **Design and synthesis of mesoporous polymer-based solid acid catalysts with excellent hydrophobicity and extraordinary catalytic activity.** ACS Catalysis, v. 2, p. 565–572, 2012.
- LIU, H.; CHEN, J.; CHEN, L.; XU, Y.; GUO, X.; FANG, D. **Carbon nanotube-based solid sulfonic acids as catalysts for production of fatty acid methyl ester via transesterification and esterification.** ACS Sustainable Chemistry & Engineering, v. 4, p. 3140–3150, 2016.
- LIU, P.; JIAO, J.; HUANG, Y. **Ordered mesoporous carbon prepared from triblock copolymer/novolac composites.** Journal of Porous Materials, v. 20, p. 107-113, 2013.

NAKAJIMA, K.; HARA, M. **Amorphous Carbon with SO<sub>3</sub>H groups as a solid Brønsted acid catalyst.** ACS Catalysis, v. 2, p. 1296–1304, 2012.

PISCOPO, C. G. **Supported sulfonic acids: solid catalysts for batch and continuous-flow synthetic processes.** ChemistryOpen, v. 4, p. 383-388, 2015.

SANDOUQA, A.; AL-HAMMARE, Z.; ASFAR, J. **Preparation and performance investigation of a lignin-based solid acid catalyst manufactured from olive cake for biodiesel production.** Renewable Energy, v. 132, p. 667-682, 2019.

WANG, C.; GUI, X.; YUN, Z. **Esterification of lauric and oleic acids with methanol over oxidized and sulfonated activated carbon catalyst.** Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis, v. 113, p. 211-223, 2014.

WANG, P.; ZHAO, Y.; LIU J. **Versatile design and synthesis of mesoporous sulfonic acid catalysts.** Science Bulletin, v.63, p. 252-266, 2018.

XINCHENG, T.; SHENGLI, N. **Preparation of carbon-based solid acid with large surface area to catalyze esterification for biodiesel production.** Journal of Industrial and Engineering Chemistry, v. 69, p. 187–915, 2019.

YU, J.; GUO, M.; MUHAMMAD, F.; WANG, A.; ZHANG, F.; LI, Q.; ZHU, G. **One-pot synthesis of highly ordered nitrogen-containing mesoporous carbon with resorcinol–urea–formaldehyde resin for CO<sub>2</sub> capture.** Carbon, v. 69, p. 502-514, 2014.

ZHAO, K.; LIU, S.; LI, K.; HU, Z.; YUAN, Y.; YAN, L.; GUO, H. **Fabrication of –SO<sub>3</sub>H functionalized aromatic carbon microspheres directly from waste *Camellia oleifera* shells and their application on heterogeneous acid catalysis.** Molecular Catalysis, v. 433, p. 193-201, 2017.

ZHAO, K.; LIU, S.; LI, K.; HU, Z.; YUAN, Y.; YAN, L.; GUO, H. **Fabrication of –SO<sub>3</sub>H functionalized aromatic carbon microspheres directly from waste *Camellia oleifera* shells and their application on heterogeneous acid catalysis.** Molecular Catalysis, v. 433, p. 193-201, 2017.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS-** Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber\_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agricultura 30, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 52, 53, 56, 57, 77, 106, 110, 112, 141, 280, 281, 286, 287, 289, 333, 408

Agricultura de precisão 56, 289

Astrobiologia 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124

Atividade fotocatalítica 301

### B

Bagaço de cana 64, 230, 233

### C

Campo magnético estático 77, 83

Catalisador ácido sólido 157, 159

Celulose 65, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

Compostos fenólicos 36, 385, 386, 387, 393, 394

Copolímeros 339, 340, 341, 342, 343, 344

Cromatografia 96, 97, 100, 105, 233, 234, 387, 399

### D

Desenvolvimento tecnológico 373

### E

Educação 1, 11, 25, 28, 30, 35, 37, 39, 41, 49, 50, 51, 52, 106, 107, 108, 109, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 137, 148, 149, 152, 153, 154, 155, 156, 168, 169, 177, 178, 179, 245, 246, 260, 261, 262, 263, 268, 290, 291, 325, 327, 328, 329, 337, 338, 356, 357, 358, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 380, 381, 382, 383, 384

Eletroforese 96, 97, 102

Energia solar 347, 348, 349, 350, 354, 355

Ensino de matemática 51, 114

Estratégias regionais de inovação 20, 21

### G

Geotecnologias 52, 53, 56, 57

### H

Hidrólise 96, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236



## **I**

Íons metálicos 62, 64, 65, 69, 400

## **M**

Metátese 339, 340, 341, 346

Minigeração 347, 349, 350, 354, 355

## **N**

Nanopartículas 186

Norborneno 339, 340, 341

## **O**

Oxidação seletiva de metanol 397, 399

## **P**

Planejamento territorial 52, 53, 55

Planetário 116, 117, 118, 119, 122, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155

Poliméricas 157, 159, 161, 163, 183, 188

## **R**

Resina polimérica 157, 159, 160, 163, 164

## **S**

Saber popular 1, 3, 4

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-621-8

