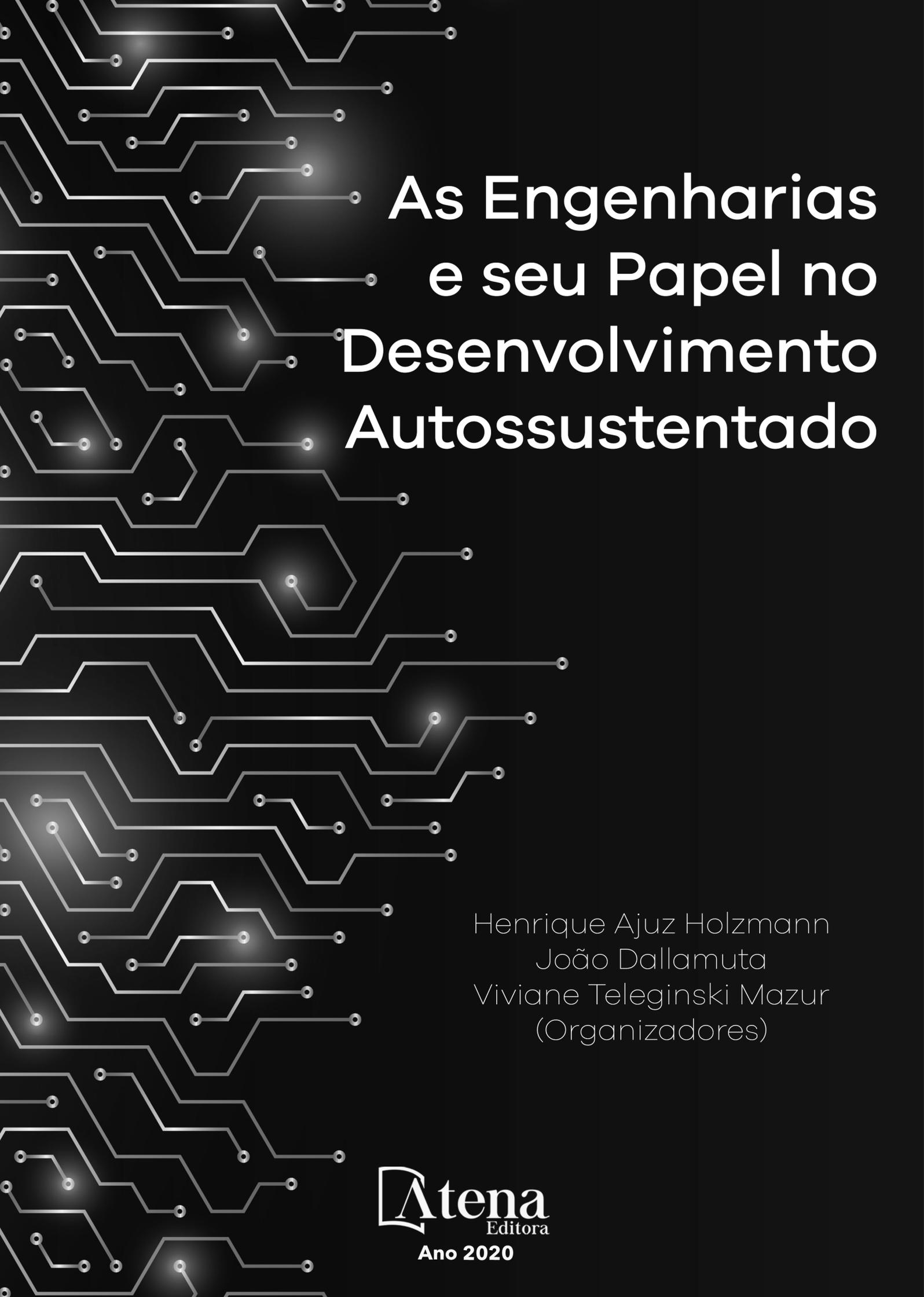


# As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Viviane Teleginski Mazur  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



# As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Viviane Teleginski Mazur  
(Organizadores)

**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:** 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

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 Fernandes 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)<br/>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b> |  |
|---|--|
| E57   | <p>As engenharias e seu papel no desenvolvimento autossustentado [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Viviane Teleginski Mazur. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF<br/>           Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader<br/>           Modo de acesso: World Wide Web<br/>           Inclui bibliografia<br/>           ISBN 978-65-5706-146-6<br/>           DOI 10.22533/at.ed.466203006</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Mazur, Viviane Teleginski.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</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

As obras As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado Vol. 1 e 2 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 24 capítulos, com assuntos voltados a engenharia elétrica, materiais e mecânica e sua interação com o meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 27 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, da construção civil com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção de baixo com baixo impacto ambiental.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões sobre temas atuais nas engenharias, de maneira aplicada as novas tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Viviane Teleginski Mazur

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | <b>1</b>  |
| ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E DEMANDA ENERGÉTICA PARA INSERÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL   |           |
| Mailson Gonçalves Morais<br>Gian Lucas Martins<br>Vagner Silva Guilherme<br>DOI 10.22533/at.ed.4662030061  |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>14</b> |
| ELETRODEPOSIÇÃO DE SEMICONDUTORES PARA APLICAÇÃO EM ENERGIA RENOVÁVEL  |           |
| Victor Rocha Grecco<br>DOI 10.22533/at.ed.4662030062   |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>28</b> |
| INVESTIGAÇÃO DAS GRANDEZAS QUE IMPACTAM NA VIDA ÚTIL DE UM TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA   |           |
| Giancarlo de França Aguiar<br>Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar<br>DOI 10.22533/at.ed.4662030063   |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>40</b> |
| NOVA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE DATACENTERS - O ÍNDICE EUED (ENERGY USAGE EFFECTIVENESS DESIGN)                             |           |
| Alexandre Fernandes Santos<br>Pedro Dinis Gaspar<br>Heraldo José Lopes de Souza<br>DOI 10.22533/at.ed.4662030064   |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | <b>58</b> |
| MÓDULO DE SENSORIAMENTO INERCIAL APLICADO À CAPTURA DE MOVIMENTO DA MARCHA NA PARALISIA CEREBRAL   |           |
| Lucas Novaki Ribeiro<br>Rafael Traldi Moura<br>DOI 10.22533/at.ed.4662030065   |           |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....  | <b>67</b> |
| CALCULANDO SENSORES LAMBDA, TPS E MAP COM EXATIDÃO MÁXIMA  |           |
| Robson Eduardo dos Anjos Schneider<br>Aline Brum Loreto<br>Eduardo Rorato Guarienti<br>Matheus Brondani de Vargas<br>DOI 10.22533/at.ed.4662030066                 |           |
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....  | <b>78</b> |
| CÁLCULO VIA DISCRETIZAÇÃO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DE FIGURAS PLANAS  |           |
| Arthur Coutinho de Araújo Pereira<br>Pedro Henrique Tomaz Fernandes<br>Carlos Antônio Taurino de Lucena<br>Ângelo Vieira Mendonça<br>DOI 10.22533/at.ed.4662030067 |           |

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 8</b> .....  | <b>95</b>  |
| UTILIZANDO A TRANSFORMADA RÁPIDA DE FOURIER NA IDENTIFICAÇÃO DO FENÔMENO NÃO LINEAR EM SISTEMAS DINÂMICOS  |            |
| <a href="#">Marcelo Henrique Belonsi</a><br><a href="#">Maria Francisca da Cunha</a><br><a href="#">Manoel Moraes Junqueira</a><br><b>DOI 10.22533/at.ed.4662030068</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 9</b> .....  | <b>103</b> |
| DIMENSIONAMENTO DE PISTÃO MAGNETO REOLÓGICO UTILIZANDO ANÁLISE NUMÉRICA  |            |
| <a href="#">Lays Cristina Gama Lopes</a><br><a href="#">Luiz Fernando Cótica</a><br><a href="#">Ivair Aparecido dos Santos</a><br><b>DOI 10.22533/at.ed.4662030069</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 10</b> .....   | <b>119</b> |
| SINTONIA DE UM CONTROLADOR PID PARA UM SISTEMA MASSA-MOLA-AMORTECEDOR DE UM GRAU DE LIBERDADE  |            |
| <a href="#">Isabela Kimie Ota</a><br><a href="#">Daniel Almeida Colombo</a><br><b>DOI 10.22533/at.ed.46620300610</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....   | <b>124</b> |
| AVALIAÇÃO DO USO DE MÓDULOS TERMOELÉTRICOS COMO DISPOSITIVO DE RECUPERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA  |            |
| <a href="#">Marco Antonio Rodrigues de Brito</a><br><a href="#">Marcus Costa de Araújo</a><br><b>DOI 10.22533/at.ed.46620300611</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 12</b> .....   | <b>141</b> |
| VARIAÇÃO DA ALCALINIDADE DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO COM BIODIESEL   |            |
| <a href="#">Elba Gomes dos Santos Leal</a><br><a href="#">Rui Carlos de Sousa Mota</a><br><a href="#">Ricardo Guilherme Kuentzer</a><br><a href="#">Bento Pereira da Costa Neto</a><br><a href="#">Danilo Matos Moura</a><br><b>DOI 10.22533/at.ed.46620300612</b> |            |
| <b>CAPÍTULO 13</b> .....   | <b>154</b> |
| COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EMISSÕES DO SEGMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS   |            |
| <a href="#">Mauro Donizeti Berni</a><br><a href="#">Paulo Cesar Manduca</a><br><b>DOI 10.22533/at.ed.46620300613</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 14</b> .....   | <b>162</b> |
| DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA ENSAIO DE IMPACTO POR QUEDA DE PESO EM BORDA DE COMPÓSITOS  |            |
| <a href="#">João Pedro Inácio Varela</a><br><a href="#">Joseph Bruno Rodrigues Almeida</a><br><a href="#">Wanderley Ferreira de Amorim Júnior</a><br><b>DOI 10.22533/at.ed.46620300614</b>   |            |

**CAPÍTULO 15 ..... 176**

PRODUÇÃO DE FOTOCATALISADORES UTILIZANDO CINZAS RESIDUAIS

Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante

Aline Domingues Gomes

Lucas de Souza Borban

Jean César Marinozi Vicentini

**DOI 10.22533/at.ed.46620300615**

**CAPÍTULO 16 ..... 191**

EFEITO DA GRANULOMETRIA DA FIBRA DE COCO VERDE NA ADSORÇÃO DE COMPOSTOS PROVENIENTES DO PETRÓLEO

Isadora Barreto Coutinho

Inês Aparecida Santana

Antonia Miwa Iguti

**DOI 10.22533/at.ed.46620300616**

**CAPÍTULO 17 ..... 203**

APLICABILIDADE DE NANOCOMPÓSITOS A BASE DE NANOPARTÍCULAS DE CARBONO EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS

Anne Caroline da Silva Rocha

Livia Rodrigues de Menezes

Emerson Oliveira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.46620300617**

**CAPÍTULO 18 ..... 212**

DEGRADAÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO POR  $Nb_2O_5$  SUPORTADO EM  $SiO_2$

Thais Delazare

Rodrigo da Silva Neu

Emerson Schwingel Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.46620300618**

**CAPÍTULO 19 ..... 221**

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE  $Ba_xSr_{1-x}Co_yFe_{1-y}O_{3+\Delta}$  PARA PREPARAÇÃO DE CAMADA FUNCIONAL DO ELETRODO CATÓDICO DAS CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DO TIPO IT-SOFC

Mariana Lima

Everton Bonturim

Marco Andreoli

Nelson Batista de Lima

Emília Satoshi Miyamaru Seo

**DOI 10.22533/at.ed.46620300619**

**CAPÍTULO 20 ..... 231**

ESTUDO DA FIBRA DA URTIGA E DO ALGODÃO COLORIDO ORGÂNICO: DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA O VESTUÁRIO POR MEIO DO CRUZAMENTO DE FIBRAS

Giulia Mendonça Tenorio de Alburquerque

Ronaldo Salvador Vasques

Fabício de Souza Fortunato

Camila Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.46620300620**

**CAPÍTULO 21 ..... 239**

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE ACESSÓRIOS VOLTADOS PARA O VESTUÁRIO UTILIZANDO COMO MATÉRIA-PRIMA O COURO DE KOMBUCHA

Caroline Schuch Klein  
Ana Beatriz Pires da Silva  
Ronaldo Salvador Vasques  
Luciane do Prado Carneiro  
Fabrício de Souza Fortunato

**DOI 10.22533/at.ed.46620300621**

**CAPÍTULO 22 ..... 247**

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL APLICADO AO PRÉ-TRATAMENTO DA BATATA DOCE COM ÁCIDO CÍTRICO E À SECAGEM PARA AVALIAÇÃO DA COR

Tamires Barlati Vieira da Silva  
Ana Paula da Silva Sbrunhera  
Priscila Dayane de Freitas Santos  
Thaysa Fernandes Moya Moreira  
Anielle de Oliveira  
Fernanda Vitória Leimann Bogdan  
Demczuk Junior

**DOI 10.22533/at.ed.46620300622**

**CAPÍTULO 23 ..... 259**

CARACTERIZAÇÃO DE MEL E HIDROMEL ATRAVÉS DE CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA

Marcello Lima Bertuci  
Lígia Boarin Alcalde  
Sílvia Maria Martelli  
Évelin Marinho de Oliveira  
Angela Dulce Cavenaghi Altemio

**DOI 10.22533/at.ed.46620300623**

**CAPÍTULO 24 ..... 265**

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE EXTRATOS ALCOÓLICOS CONCENTRADOS E DE ÁLCOOL GEL A PARTIR DE DESCARTES DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

Pierre Correa Martins  
Gabriel Alexandre Clemente  
Pedro Passador Bittencourt de Sá  
João Alves de Medeiros Neto  
Heloísa Barbosa de Oliveira  
Lara Patrício Ferreira  
Daniel Felipe Lima Soares  
Nilmara Beatriz Sousa de Oliveira  
Raquel de Medeiros Neto  
Thayze Rodrigues Bezerra Pessoa  
Joselma Araújo de Amorim  
Vital de Souza Queiróz

**DOI 10.22533/at.ed.46620300624**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 279**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 280**

## OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE $Ba_xSr_{1-x}Co_yFe_{1-y}O_{3\pm\delta}$ PARA PREPARAÇÃO DE CAMADA FUNCIONAL DO ELETRODO CATÓDICO DAS CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DO TIPO IT-SOFC

Data de aceite: 19/06/2020

### **Mariana Lima**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais - São Paulo – SP

### **Everton Bonturim**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais - São Paulo – SP

### **Marco Andreoli**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais - São Paulo – SP

### **Nelson Batista de Lima**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais - São Paulo – SP

### **Emília Satoshi Miyamaru Seo**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais - São Paulo – SP  
Centro Universitário Senac – Grupo de Pesquisa em Sustentabilidade – São Paulo - SP

E-mail para correspondência: [esmmyseo@ipen.br](mailto:esmmyseo@ipen.br) ou [emilia.smseo@sp.senac.br](mailto:emilia.smseo@sp.senac.br)

**RESUMO:** A demanda mundial por energia elétrica é uma tendência crescente, desta

maneira há necessidade de diversificar e buscar por novas matrizes energéticas. Insere-se neste contexto, as células a combustível de Óxido Sólido de Temperatura Intermediária (Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells - IT-SOFC), que converte diretamente a energia de reações químicas em água e em energia elétrica e também em energia térmica (calor). As células a combustível do tipo IT-SOFC por utilizarem materiais cerâmicos em sua concepção, são capazes de suportarem temperaturas até 800°C e sem perderem suas propriedades físicas, químicas, elétricas e microestruturais. O presente trabalho tem como objetivo a síntese e a caracterização do material particulado de  $Ba_xSr_{1-x}Co_yFe_{1-y}O_{3\pm\delta}$  – BSCF (variando os valores de x iguais a 0,4; 0,6 e 0,5), visando sua utilização para fabricação de componente catódico de IT-SOFC. O particulado de BSCF foi obtido por meio do método de complexação por EDTA – Citratos, que consiste nas reações de estado sólido e reações em fase líquida. A reação em fase líquida consiste no processo de complexação em que os agentes quelantes atraem os íons metálicos presentes na solução precursora. A caracterização do material particulado BSCF foi realizada por difração de raios X (DRX), Espectroscopia de raios X por

energia dispersiva (EDS), Análise Química por Fluorescência de raios X (identificação dos elementos constituintes na composição), Análise de Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV (observação de morfologia e do tipo de aglomeração das partículas), e Picnometria por Gás Hélio (medidas de densidade real) e BET. Os resultados da caracterização dos particulados para a confecção do material catódico do BSCF apresentaram adequados para fabricação de componente catódico de IT-SOFC.

**PALAVRAS CHAVE:** Células a combustível, Cerâmico, BSCF, IT-SOFC, Energia.

## OBTAINING AND CHARACTERIZATION OF $Ba_xSr_{1-x}Co_yFe_{1-y}O_{3\pm\Delta}$ FOR PREPARATION OF THE FUNCTIONAL LAYER OF THE CATHODIC ELECTRODE OF IT-SOFC FUEL CELL

**ABSTRACT:** The global demand for energy it is a growing and irreversible tendency. Therefore, there is a need to diversify and search for new energetic matrixes. Intermediate Temperature Solid Oxide Fuel Cells - IT-SOFC are part of this context, which converts chemical energy directly in water, electric energy and thermal energy (heat) . IT-SOFC fuel cells type uses ceramic materials in their design, and due this fact they are able to operate in temperatures up to 1073K (800°C) without losing their physical, chemical, electrical and microstructural properties. This present work aims the synthesis and characterization of  $Ba_xSr_{1-x}Co_yFe_{1-y}O_{3\pm\delta}$  – BSCF particulate matter (x=0.4 and 0.6), and making a parallel with Bonturim’s paper (2012) in which x = 0.5, thus, aiming their use for manufacturing IT-SOFC cathode components. The BSCF particulate have been obtained by the complexation method with EDTA - citrates, which consists of solid and liquid state reactions The liquid phase reaction consists in complexing process wherein chelating agents attracts metal ions present in the precursor solution. The characterization of the BSFC particulate have been given by X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence chemical analysis (identification of the components in the composition), Secondary Electron Microscopy - SEM (observation of morphology and type of agglomeration of the particles) and gas helium picnometry (real density measurements). The results of the characterization of particulates used in the produtcion of BSCF cathodes are appropriate for manufacing IT-SOFC components.

**KEYWORDS:** fuel cells, ceramic, BSCF, IT-SOFC, energy.

## 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da tecnologia de células a combustível (CaC) vem crescendo nos últimos 40 anos, devido ao desenvolvimento na área de novos materiais e principalmente a crescente demanda por fontes de energias limpas, eficientes e descentralizadas (LINARDI, 2010). Segundo Sigh (2004), as vantagens da CaC são a possibilidade de construção modular, o baixo nível de ruídos, produção simultânea de energia elétrica e térmica, baixa restrição quanto à localização e elevada eficiência de conversão, dependendo do tipo de CaC.

A CaC que operam em temperaturas classificadas como intermediárias e, confeccionadas com componentes cerâmicos, conhecidas como Células a Combustível de Óxido Sólido de Temperatura Intermediária (da sigla em inglês, *ITSOFC: Intermediate Temperature Solid*

*Oxide Fuel Cell*), devido à sua temperatura de operação que ocorre entre 500 a 800°C, traz vantagens como a flexibilidade de utilização de materiais em sua fabricação, assim baixando o custo de fabricação (SIGH, 2004; SHAO, 2012).

Segundo Teraoka *et. al* (1984) o BSCF provém de um material que dá base para essa composição, o composto de estrutura cristalina do tipo perovskita conhecido como  $\text{SrCoO}_{3-\delta}$ . Há muitos compostos ternários de fórmula  $\text{ABO}_3$ , cujos cátions A e B diferem consideravelmente no tamanho, cristalizam-se em uma estrutura de arranjo cristalino do tipo perovskita, assim essa estrutura cristalina pode ser considerada uma estrutura derivada da estrutura cúbica de face centrada (CFC), onde o cátion A, maior, de valência +2 e o oxigênio, íon de valência -2, formam juntos um reticulado do tipo CFC. Já o cátion B, menor, de valência +4, ocupa os locais octaédricos na disposição do retículo CFC e tem somente átomos de oxigênio como seus vizinhos mais próximos.

Em busca por materiais cerâmicos que contribuam e atendam às características necessárias, o BSCF é um dos materiais considerado mais adequado para o funcionamento do cátodo da IT-SOFC, se sintetizada com composição química, microestrutura, atividade catalítica, condutividade iônica e eletrônica e coeficientes de expansão térmica, fundamentais para o bom desempenho da CaC de acordo com TAI *et al.* (1995); SHAO *et al.* (2014).

Com o objetivo de contribuir para os estudos destes materiais, o presente trabalho tem por finalidade a síntese e caracterização química, física e microestrutural do material particulado  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Co}_y\text{Fe}_{1-y}\text{O}_{3\pm\delta}$  – BSCF (variando os valores de x iguais a 0,4; 0,6 e 0,5), afim de compara-los.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para preparação dos particulados ( $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Co}_y\text{Fe}_{1-y}\text{O}_{3\pm\delta}$ ) foi utilizando Método de Complexação dos Citratos - EDTA. Para melhor entendimento é apresentado um esquema simplificado constituído de síntese e caracterização de particulados (Figura 1).

### 2.1 Materiais

Para síntese e caracterização do  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Co}_y\text{Fe}_{1-y}\text{O}_{3\pm\delta}$  foram utilizadas técnicas descritas acima, e utilizando as seguintes matérias primas:

- Água Destilada.
- Ácido Etilenodiamino tetra-acético (EDTA) –  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$  – com pureza de 99,998 % (Aldrich);
- Ácido Cítrico –  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  – P.A. (Merck);
- Nitrato de Bário -  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  - com pureza maior que 99,9 % (Aldrich);
- Nitrato de Estrôncio -  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  - com pureza maior que 99,9 % (Aldrich);
- Nitrato de Cobalto hexahidratado -  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - com pureza maior que 99,9 % (Aldrich);
- Nitrato de Ferro nonahidratado –  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  – com pureza maior que 99,9 %

- (Aldrich);

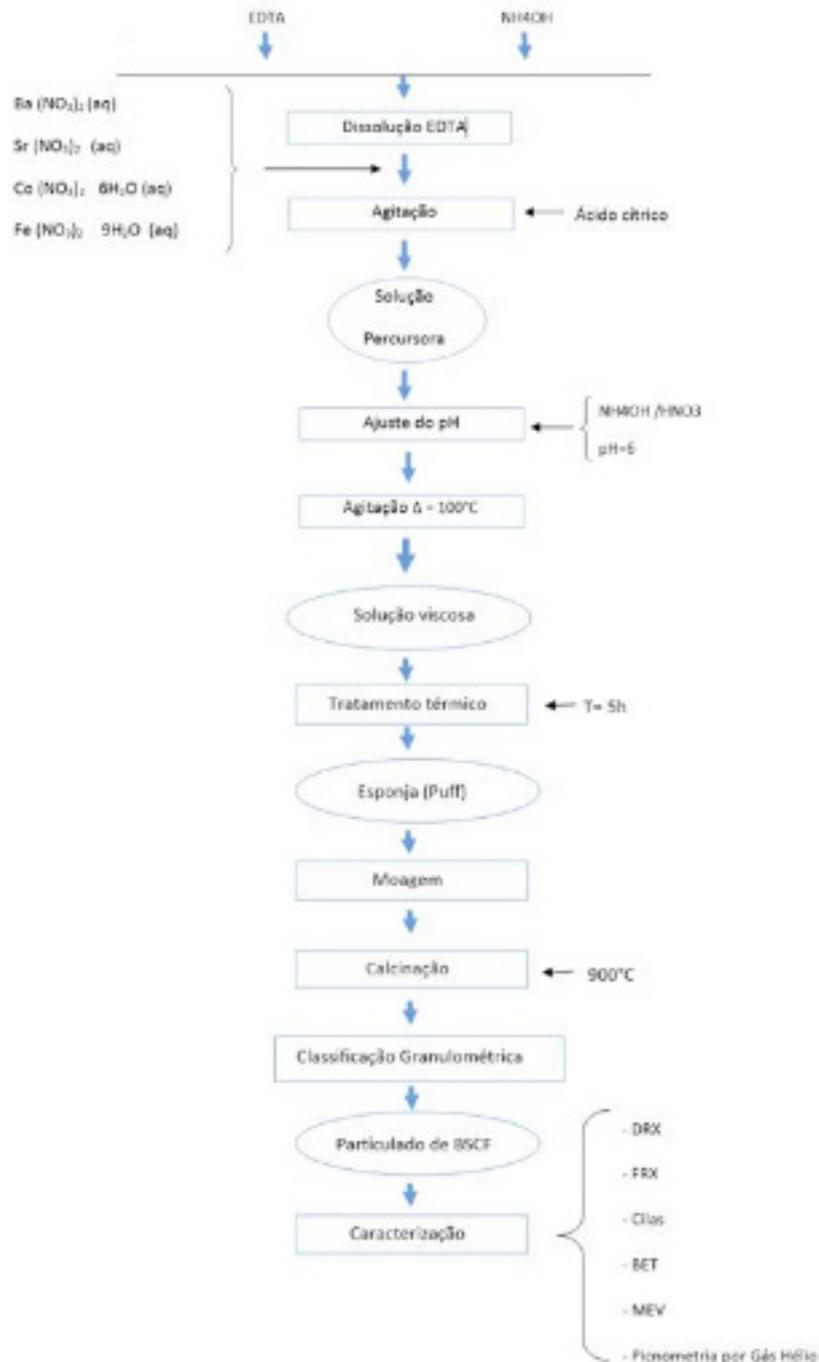


Figura 1 – Fluxograma processo de síntese via método citratos – EDTA para obtenção de particulado de BSCF.

## 2.2 Procedimento Experimental

O método de síntese do particulado de BSCF adotada no presente trabalho é baseado nas reações de estado sólido e reações em fase líquida (Figura 1). A reação em fase líquida consiste no processo de complexação em que os agentes quelantes atraem os íons metálicos presentes na solução precursora, portanto o método é conhecido como método de complexação por EDTA-citratos.

De acordo com a Figura 1, primeiramente faz-se a medição mássica dos reagentes de

interesse, no caso, os sais de nitrato dos respectivos cátions Ba (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; Sr (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; Co (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O; Fe (NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O. As relações estequiométricas para síntese de Ba<sub>x</sub>Sr<sub>(1-x)</sub>Co<sub>0,80</sub>Fe<sub>0,20</sub>O<sub>3±δ</sub> – BSCF foram calculadas para os valores x igual a 0,4; 0,6 e 0,5. Na sequência, a medição dos agentes complexantes EDTA e ácido cítrico, na proporção 40:60 em massa e quantidade de NH<sub>4</sub>OH e NHO<sub>3</sub> suficiente para ajuste do pH.

Em um béquer, o EDTA foi dissolvido com o Hidróxido de amônio - NH<sub>4</sub>OH e a adição desta base foi realizada até que atinja a completa dissolução do EDTA. Em seguida, EDTA dissolvido em NH<sub>4</sub>OH foram adicionados aos sais de nitratos solubilizados em água destilada, sob agitação. Posteriormente foi adicionada a quantidade de solução de ácido cítrico para completa mistura dos reagentes obtendo-se assim a solução percussora.

Na sequência, ocorreu o ajuste de pH da solução, de acordo com o valor de pH= 6, escolhido como padrão para a reação. De acordo com Shao *et al.*, (2012) e Patra *et al.*, (2011) a necessidade de controle de pH da solução é fundamental, pois influência no processo de síntese, devido a variações nas propriedades de complexação dos agentes utilizados.

Após a correção de pH a solução foi aquecida a (100°C), sob agitação afim de eliminar água presente na solução e posterior formação de solução viscosa (gel). Novamente a solução viscosa foi submetida ao tratamento térmico a 200°C por 5h em uma mufla, assim obtendo-se a esponja de BSCF. A esponja (puff) é desaglomerado, foi feita a classificação granulométrica e levado para a etapa de calcinação a temperatura a 900°C e por tempo de calcinação de 5h, obtendo-se o particulado de BSCF.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram separadas em decorrência das suas concentrações o particulado de Ba<sub>x</sub>Sr<sub>1-x</sub>Co<sub>y</sub>Fe<sub>1-y</sub>O<sub>3±δ</sub> – BSCF, nas quais ocorre a variação do X, que é igual a 0,4; 0,6 e 0,5 ou A, B e C respectivamente.

Os resultados de análises termogravimétricas - ATG e análise térmica diferencial - ADT, representados na Figura 2 é referente ao material particulado obtido nas amostras BSCF 46 (A), BSCF 64 (B), BSCF 55(C). Esses gráficos apresentam a perda de massa decorrentes de reações de decomposição do material, em diferentes faixas de temperatura, o gráfico A e B são muito similares e o C apresenta algumas diferenças em relação as temperaturas diferentes em que ocorrem as reações, sendo assim observado nos gráficos da Figura 2.

De 25°C a 150°C, há uma pequena variação de perda de massa segundo a literatura decorrente da evaporação de água residual e umidade presente na amostra. De 150°C a 250°C, ocorreu perda de massa é menor que segundo a literatura é devido à decomposição do ácido cítrico utilizado como precursor na síntese realizada, com possível eliminação de CO e CO<sub>2</sub>. Já no intervalo de 250°C a 450°C, ocorreu perda de massa muito acentuada (pico exotérmico), devido a diversos fatores como a liberação e eliminação de NO<sub>2</sub> proveniente dos grupos de nitratos e de CO<sub>2</sub>. A esta faixa de temperatura inicia-se a reação de decomposição dos complexos de EDTA. De 450°C a 750°C, ocorreu perda de massa de aproximadamente 0,65 mg, decorrente da decomposição de nitratos à NO<sub>2</sub> e, devido a decomposição parcial da

estrutura polimérica formada pelo EDTA. De 750°C a 820°C, ocorreu outra perda de massa acentuada devido a decomposição total da estrutura polimérica formada pelo EDTA com liberação de carbono residual na forma de CO<sub>2</sub>, além da volatilização de traços de nitrato na forma de NO<sub>2</sub>.

A partir de 820°C a amostra se mostra estável sem perdas de massa.

Em relação as medidas de densidade apresentada na Tabela 1 as três amostras estão com os valores muito aproximado da densidade calculada por difração de raios X e pela ficha cristalográfica (PDF) do BSCF puro que é de Dx= 5,75, e o valor mais próximo é o do BSCF 55.

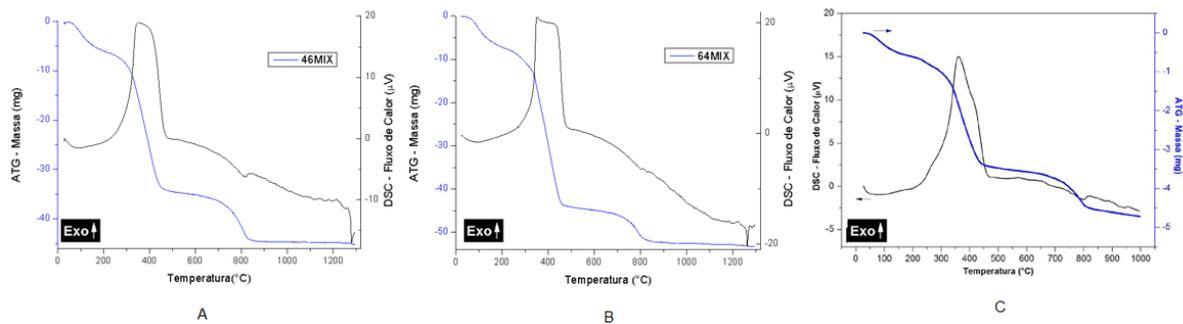


Figura 2 - Análise termogravimétrica (ATG) curva azul e Análise Térmica Diferencial – ATD curva preto. Das amostras BSCF 46 (A), BSCF 64 (B), BSCF 55(C).

| Amostras | Densidade<br>g.cm <sup>-3</sup> | Área de superfície<br>específica m <sup>2</sup> . g <sup>-1</sup> | Diâmetro médio<br>da partícula µm |
|----------|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| BSCF 46  | 5,33 ±0,01                      | 20,1 ±0,05  | 0,051                             |
| BSCF 64  | 5,42 ±0,01                      | 14,6 ±0,05  | 0,071                             |
| BSCF 55  | 5,63 ±0,01                      | 2,91 ±0,01  | 0,358                             |

Tabela 1 - Resultados de densidade, área superficial específica e diâmetro médio das partículas de BSCF 46, BSCF 64 e BSCF 55, calcinados a 900 °C.

A amostra do material particulado BSCF 46 é o que apresenta melhor resultado em relação a área de superfície específica, já que é o que tem a maior área superficial de 20,1 m<sup>2</sup>/g. As três amostras foram moídas em moinho de alta energia por 4h, assim aumentando sua área superficial. De acordo com Vargas (2007) também é possível calcular através do BET o diâmetro médio da partícula utilizando a equação 1 mostra a relação entre a área de superfície específica e o tamanho das partículas:

$$D = 6 / (\rho_t S) \quad [1]$$

Onde:

D = diâmetro médio da partícula (µm)

$\rho_t$  = densidade teórica do material (g/cm<sup>3</sup>)

S = área de superfície específica do material (m<sup>2</sup>/g)

As amostras BSCF 46, 64 e 55 apresentam diâmetro médio de 0,051  $\mu\text{m}$ , 0,071  $\mu\text{m}$  e 0,35  $\mu\text{m}$  respectivamente, sendo compatível com o tamanho esperado.

As amostras de BSCF foram caracterizadas utilizando a análise por fluorescência de raios X - FRX. Os resultados da sua composição elementar são apresentados em porcentagem em massa (%massa), tomando como base a massa atômica dos elementos metálicos de interesse Ba, Sr, Co e Fe, das amostras de BSCF calcinadas 900°C por 5 h, de acordo com a Tabela 2.

|    | BSCF 46 (%) |         | BSCF 64 (%) |         | BSCF 55 (%) |         |
|----|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
|    | Real        | Teórico | Real        | Teórico | Real        | Teórico |
| Ba | 34,883      | 33,129  | 48,1221     | 46,882  | 40,20       | 40,21   |
| Sr | 29,084      | 31,703  | 18,832      | 19,940  | 25,66       | 25,65   |
| Co | 29,394      | 28,430  | 26,720      | 26,822  | 27,77       | 27,7    |
| Fe | 6,637       | 6,736   | 6,318       | 6,355   | 6,36        | 6,54    |

**Tabela 2 – Composição química de BSCF.**

A análise química é de extrema importância pois, podem ocorrer perdas de massa durante o processo de síntese, pré tratamento térmico e calcinação, os quais as amostras são submetidas, assim podendo influenciar nas características do material, como na formação de fase cristalina.

Os resultados da FRX reais das amostras estão muito próximos aos valores teóricos que foram calculados previamente, no qual o BSCF 55 foi o que apresentou a maior proximidade com o valor teóricos, fazendo com que essa pouca variação da porcentagem em massa garanta a formação da fase desejada do particulado.

As medidas de difração de Raios X apresentadas na Figura 3 foram feitas no difratômetro marca RIGAKU®, MULTIFLEX, utilizando radiação  $\text{K}\alpha\text{Cu}$  (1,54178 Å) com identificação de fase: na faixa angular ( $2\theta$ ) de 10° a 90°, com passo de 0,02°/min. Os difratogramas referentes as amostras BSCF 46, BSCF 64 e BSCF 55, ficaram muito semelhantes, com picos nos mesmos pontos.

As fichas cristalográficas de números 75-426, referente a BSCF 46 e BSCF 64 e de número 01-075-6980 para BSCF 55, podemos afirmar que são estrutura cristalina cúbica do tipo Perovskita, mostrando a obtenção de composto BSCF de fase cristalina pura.

A maior parte do carbono residual são provenientes do processo de síntese do BSCF que utiliza reagentes orgânicos da reação de complexação, mas grande parte são eliminadas no processo de pré tratamento térmico e calcinação que chega a temperatura de 900°C. Assim os valores apresentando na tabela 3, referente as amostras representam menos de 0,20% para o BSCF 46, e 0,15% para o BSCF 65 e 55, considerada porcentagens pouco expressivas. Embora essa porcentagem pequena pode influenciar na formação de fases

secundárias como carbonatos  $\text{CO}_3^{2-}$ , termodinamicamente favoráveis na presença de íons livres de bário.

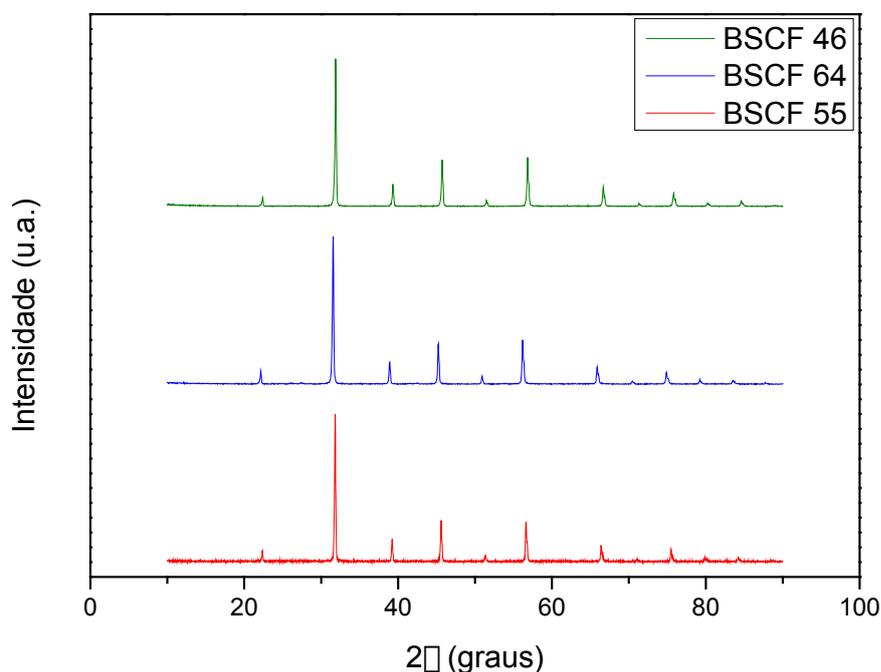


Figura 3 - Difrátogramas de raios X dos particulados de BSCF46, BSCF 64 e BSCF 55, calcinados a 900°C.

| Amostras | Carbono (%) |
|----------|-------------|
| BSCF 46  | 0,20 0,01   |
| BSCF 64  | 0,15 0,01   |
| BSCF 55  | 0,15 0,01   |

Tabela 3 – Teor de carbono residual das amostras BSCF 46, BSCF 64 e BSCF 55, calcinadas a 900 °C por 5h.

Nas imagens apresentadas na Figura 4, observamos a morfologia dos particulados de BSCF 46 e BSCF 64 foram avaliadas por imagem no tabletop microscope TM300 Hitach, e a amostra de BSCF 55 foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

As amostras BSCF 46 (a, b) e BSCF 64 (c, d) apresentam tamanhos dos particulados bastante heterogêneos com média de 2,90 e 1,86 respectivamente, havendo a necessidade de maior tempo de moagem das amostras. Apresentam particulados aglomerado e densos. Na amostra BSCF 55 (e, f) sua morfologia apresenta uma formação característica de particulados em início de processo de sinterização, onde há presença de pescoços (ligações) entre partículas. Também vemos característica de partes de aglomerados densos e quebrados.

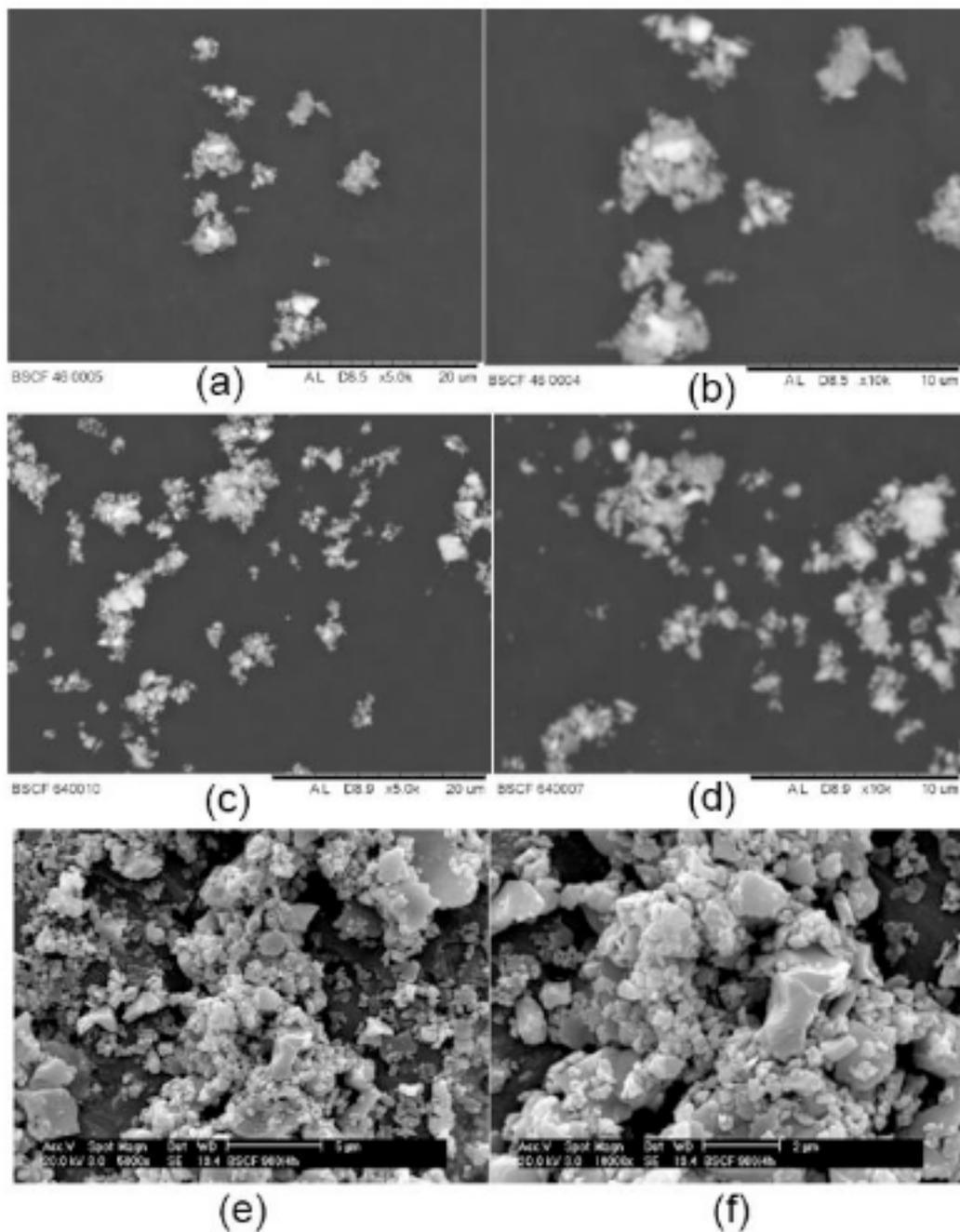


Figura 4 - Micrografias dos particulados de BSCF 46 (a,b), BSCF 64 (c,d) e BSCF 55 (e, f) calcinados a 900°C por 5h com moagem e peneirado. Magnificação de 5000x e 10000x, respectivamente.

#### 4 | CONCLUSÕES

A rota de síntese baseada no método de Complexação dos Citratos – EDTA, tem se mostrado bastante viável, e as temperaturas e os tempos de calcinação estudados são adequados para formar a estrutura cristalina perovskita cubica desejada.

As características das composições de BSF estão dentro das propriedades adequadas para preparação de componentes catódicos de *ITSOFC*.

Há necessidade de maior tempo de moagem para que as amostras BSCF 46 e BSCF 65 fiquem do tamanho de grão desejado, menor que 1 $\mu$ m, e morfologia adequada.

## REFERÊNCIAS

- LINARD, M. **Introdução à Ciência e tecnologia de células a combustíveis**. 1 ed. São Paulo: ARTLIBER Editora, 2010.
- LINDEN, D. **Handbook of Batteries and Fuel Cells**. New York, N.Y.: McGraw-Hill Book Company, 1984.
- PATRA, H. et al. Effect of process parameters on combined EDTA-Citrate synthesis of Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>Co<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-d</sub> perovskite. **Powder Technol.**, v. 209, p. 98-104, 2011.
- SHAO, Z. P. et al. **Advanced synthesis of materials for intermediate temperature solid oxide fuel cells**. Progress in Materials Science, v. 57. P 804-874, 2014.
- SIGH, P. ; MINH, N. Q. **Solid oxide fuel cells. Technology status**. **Int. J. Appl. Ceram. Tec.** , v.1., n. 1,p.5-15,2004.
- SUN, C. ; RUI, R. ; ROLLER, J . **Cathode materials for solid oxide fuel cell: a review** . Solid state Electrochem. Doi 10.1007/s10008-009-0932-0, v,14 p 1125-114,2009. Disponível em:< <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10008-009-0932-0#page-1>> . Acesso em: 15 de Ago. 2014.
- TAI, L. W. et al. Structure and electrical properties of La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>Co<sub>1-y</sub>FeyO<sub>3</sub>. Part 1: The system La<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>Co<sub>1-y</sub>FeyO<sub>3</sub>. **Solid State Ionics**, v. 76, p. 259-271, 1995.
- TERAOKA, Y. et al. Oxygen-sorptive properties and defect structure of perovskite-type oxides. **Chem. Lett.**, p. 893-896, 1984.
- UNDESA. **World Population Prospects: the 2008 revision; executive summary**. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA), 2009.
- VARGAS, R. A. **Síntese e caracterização de manganito de neodímio dopado com estrôncio utilizado como catodo em Células a Combustível de Óxido Sólido de Temperatura Intermediária**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN-CNEN/SP, São Paulo.
- WENDT, H. ; GÖTZ, M. ; LINARDI, M. **Tecnologia de células a combustível**. Institut für Chemische Technologie - Technische Universität Darmstadt - Petersenstraße 20 - 64287 Darmstadt – Alemanha. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN/CNEN-SP - Cidade Universitária - Rua R, 400 - 05422-970 - São Paulo – SP. Química Nova, 23(4). 2000.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alcalinidade 141, 142, 143, 144, 148, 149, 150, 151, 152  
Análise dinâmica 95  
Análise numérica 103, 104, 114, 116, 118

### B

Biodiesel 142, 144, 147, 149, 150, 151, 152, 189

### C

Captura de movimento 10, 58, 59  
Cogeração 154, 159, 160  
Combustão interna 1, 2, 3, 68, 73, 124, 125, 126, 127, 132, 135, 138  
Controlador 119, 120, 122, 123  
Corantes 176, 179, 213, 220

### D

Demanda energética 1, 2, 4, 6, 127  
Discretização 78, 79, 80, 81, 93

### E

Eficiência energética 40, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 55, 124, 154, 158, 159, 160  
Eletr deposição 14, 15, 16, 20, 24, 27  
Emissões de gases 127, 154  
Energias renováveis 14, 26  
Ensaio 162, 164, 165, 170, 172, 173, 195, 196, 208, 210, 269  
Equação Diferenciais 95  
Extensão da Vida Útil 28

### F

Figuras planas 78, 80, 93  
Fluido magneto reológico 103, 104, 105, 107, 109, 110, 113  
fluidos 37, 54, 103, 107, 108, 135, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153  
Fluidos 104, 108, 142, 153  
Fluido Visco Plástico 103  
Fotocatálise 176, 179, 186, 212, 213, 219

### G

Gases de exaustão 124, 127, 133, 135, 136  
Gases de Exaustão 134  
Gerador termoelétrico 124, 128  
Grandezas monitoradas 28, 34, 35

## I

IEC 61850 28, 30, 37, 38

Impacto 3

IMU 58, 59, 60

Infraestrutura 1, 2, 3, 7, 11, 12, 42, 43, 44, 45, 48, 52, 59

Injeção eletrônica 67, 68, 69, 71, 76, 77

## M

Matemática intervalar 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76

Materiais compósitos 162, 163, 170, 171, 175

Mecânica 9, 78, 94, 101, 103, 118, 124, 141, 175, 279

Método de Newmark 95, 97

Motor 2, 3, 36, 37, 58, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 98, 124, 125, 126, 127, 129, 132, 133, 135, 138

## N

Não linearidades 95, 100

## O

Óxido de cobre 14, 20, 25

Óxido de titânio 14, 20

## P

Paralisia cerebral 10, 58, 59

Perfuração 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153

Perfuração 11, 141, 153

Peso 162, 163, 164, 165, 166, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 180, 266, 276, 277

PID 119, 120, 122, 123

Pistão MR 103, 110

Potência 8, 10, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 46, 50, 51, 124, 126, 127, 131, 133, 136, 137, 138, 205

Precisão 20, 46, 65, 67, 71, 73, 74

Propriedades geométricas 78, 79, 80, 81, 84, 93, 134

## S

Semicondutores 14, 15, 26, 124, 129, 134, 135, 136, 176, 179, 184, 187, 213

Sensor inercial 58

Suspensão coloidal 103

Suspensão Coloidal 103

## T

Transformadores 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

## V

Veículo Elétrico 2, 3, 12, 13

Vibração 35, 108, 109, 119, 120, 123

 **Atena**  
Editora  
**2 0 2 0**