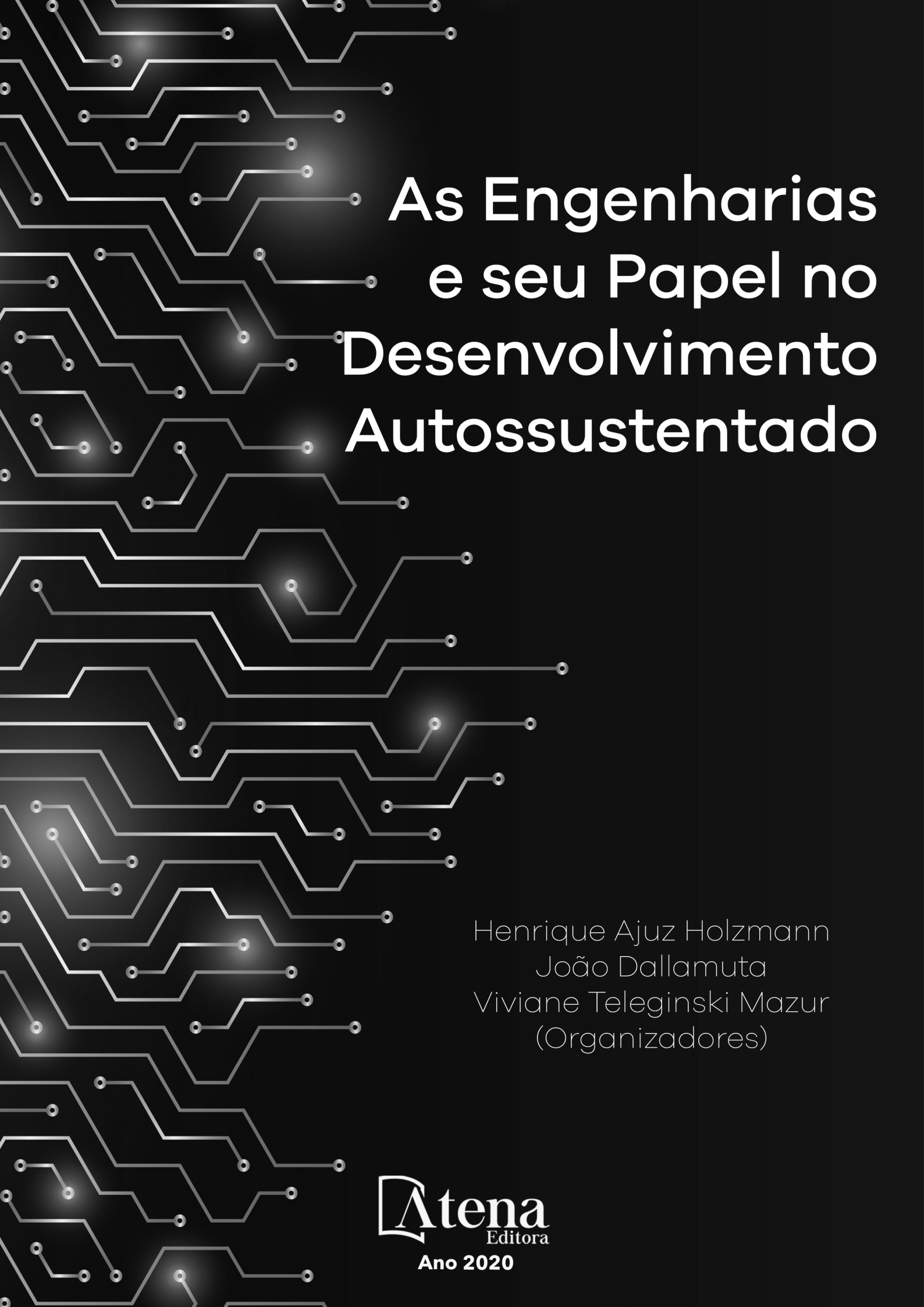


# As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

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:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

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> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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>	
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            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-146-6            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 Gian Lucas Martins Vagner Silva Guilherme DOI 10.22533/at.ed.4662030061	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
ELETRODEPOSIÇÃO DE SEMICONDUTORES PARA APLICAÇÃO EM ENERGIA RENOVÁVEL	
Victor Rocha Grecco 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 Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar 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 Pedro Dinis Gaspar Heraldo José Lopes de Souza 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 Rafael Traldi Moura 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 Aline Brum Loreto Eduardo Rorato Guarienti Matheus Brondani de Vargas 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 Pedro Henrique Tomaz Fernandes Carlos Antônio Taurino de Lucena Ângelo Vieira Mendonça 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> <a href="#">Maria Francisca da Cunha</a> <a href="#">Manoel Moraes Junqueira</a> <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> <a href="#">Luiz Fernando Cótica</a> <a href="#">Ivair Aparecido dos Santos</a> <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> <a href="#">Daniel Almeida Colombo</a> <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> <a href="#">Marcus Costa de Araújo</a> <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> <a href="#">Rui Carlos de Sousa Mota</a> <a href="#">Ricardo Guilherme Kuentzer</a> <a href="#">Bento Pereira da Costa Neto</a> <a href="#">Danilo Matos Moura</a> <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> <a href="#">Paulo Cesar Manduca</a> <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> <a href="#">Joseph Bruno Rodrigues Almeida</a> <a href="#">Wanderley Ferreira de Amorim Júnior</a> <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  
Silvia 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**

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

Data de aceite: 19/06/2020  
Data de submissão: 06/03/2020

### Thais Delazare

Instituto de Química, Universidade Federal do  
Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/5201929896839964>

### Rodrigo da Silva Neu

Instituto de Química, Universidade Federal do  
Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/3493720675439734>

### Emerson Schwingel Ribeiro

Instituto de Química, Universidade Federal do  
Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/4215461340747792>

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo desenvolver um catalisador de  $Nb_2O_5$  suportado em  $SiO_2$  obtido a partir da casca de arroz para a degradação fotocatalítica do corante azul de metileno. O catalisador foi obtido a partir da calcinação da sílica previamente obtida da casca de arroz em solução aquosa de oxalato amoniacal de nióbio. O catalisador foi caracterizado por espectroscopia no infravermelho (IV), difração de raios X (DRX) e fluorescência de

raios X (FRX). O processo de degradação do corante foi realizado em duas bateladas distintas simultaneamente, uma na ausência de luz e outra com irradiação, por 120 min. Os experimentos obtiveram como resultado a degradação do azul de metileno pelo catalisador.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotocatálise; Óxido de nióbio; Óxido de silício; Corante.

### DEGRADATION OF BLUE METHYLENE DYE BY $Nb_2O_5$ SUPPORTED IN $SiO_2$

**ABSTRACT:** This work aims to develop a  $Nb_2O_5$  catalyst supported on  $SiO_2$  obtained from rice husk for the photocatalytic degradation of methylene blue dye. The catalyst was obtained by calcining silica previously obtained from the rice husk in an aqueous solution of ammonium niobium oxalate. The catalyst was characterized by infrared spectroscopy (IR), X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF). The dye degradation process was carried out in two separate batches simultaneously, one in the absence of light and the other with irradiation, for 120 min. The experiments resulted in the degradation of methylene blue by the catalyst.

**KEYWORDS:** Photocatalysis; Niobium oxide; Silicon dioxide; Dye.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os corantes sintéticos são amplamente utilizados na indústria têxtil, na alimentícia, na fabricação de papel, na indústria cosmética, na indústria do couro, de móveis e de produtos plásticos. Contudo, durante o processo de tingimento, uma grande parte desses corantes é descartada nos corpos hídricos. Só a indústria têxtil contribui com 54% da quantidade de corantes lançados em efluentes. Os corantes são considerados perigosos a saúde humana e ao meio ambiente, devido a sua toxicidade e a resistência a degradação (ZANONI; YAMANAKA, 2016; KATHERESAN; KANSEDO; LAU, 2018; MADHAV et al., 2018)

Segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA (2005), órgão que regulamenta os limites máximos permitidos em efluentes líquidos, não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais.

As tecnologias empregadas para a remoção de corantes envolvem tratamentos químicos, físicos e biológicos, como utilização de algas, fungos e enzimas, coagulação e eletrocoagulação, processos oxidativos avançados (POAs), oxidação eletroquímica e adsorção (UMPIERRES et al., 2017; KATHERESAN; KANSEDO; LAU, 2018; NIDHEESH; ZHOU; OTURAN, 2018). Dentre elas, pode-se destacar os POAs, em especial, a fotocatalise heterogênea, cujo processo se baseia na ativação de um semicondutor, considerado mais eficiente comparado aos demais POAs (JANICKI et al., 2012; MADHAV et al., 2018).

O processo de fotocatalise heterogênea envolve principalmente a transferência de elétrons da banda de valência para a banda de condução de uma superfície de um semicondutor na irradiação de luz com um comprimento de onda apropriado (VISWANATHAN, 2018). Neste processo, ocorre uma reação química na qual radicais hidroxila e/ou oxigenados são formados, atacando a molécula do corante e degradando-a em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . No entanto, a remoção ocorre não somente por processo fotocatalítico, mas também por processo de adsorção sobre a superfície de um sólido (HASHEMZADEH; RAHIMI; GAFFARINEJAD, 2013; GONÇALVES, 2017).

Óxidos metálicos, como  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{WO}_3$  e  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  são semicondutores conhecidos por suas propriedades fotocatalíticas e pela eficiência na degradação de moléculas orgânicas (RIENTE; NOËL, 2019). Para este trabalho, foi escolhido o pentóxido de nióbio ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ). Este óxido é um semicondutor com um largo *band gap* em torno de 3,4 eV, apresenta propriedades ácidas, estabilidade térmica, química e tem sido utilizado com sucesso na degradação de vários compostos orgânicos descritos na literatura (RIENTE; NOËL, 2019; TRAN et al., 2019; WOLSKI; WALKOWIAK; ZIOLEK, 2019). Além disso, o Brasil destaca-se como maior produtor e exportador de nióbio, sendo detentor de mais de 90% das reservas mundiais exploráveis deste metal (BRASIL; 2019).

A fim de aumentar a eficiência na remoção dos corantes, utilizando os processos de adsorção e fotodegradação, será utilizado um óxido conhecido pelas suas capacidades adsorptivas, como  $\text{SiO}_2$  combinado ao  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . O  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  disperso na superfície de  $\text{SiO}_2$  ou

incorporada em sua rede tem sido utilizado em sistemas aplicados a sensores eletroquímicos e catálise heterogênea. Contudo, poucos estudos tem usado esta combinação entre os dois óxidos como adsorventes (UMPIERRES et al., 2017).

Para este trabalho, o dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), também conhecida como sílica foi obtido a partir da casca de arroz. Considerando que a casca apresenta cerca de 15% em massa de  $\text{SiO}_2$ , este óxido pode ser obtido por alguns procedimentos: por calcinação direta, por calcinação precedida de tratamento químico e por via sol-gel. A sílica da casca de arroz é considerada uma alternativa à sílica comercial, devido à facilidade de obtenção e reduzir a geração de resíduos produzidos pela indústria de beneficiamento de arroz (FERNANDES; SABINO; ROSSETTO, 2014; FERREIRA *et al.*, 2015)

Neste trabalho, foi desenvolvido um catalisador de óxido de nióbio ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) suportado em sílica ( $\text{SiO}_2$ ) obtida a partir da casca de arroz, um resíduo da indústria de beneficiamento de arroz, para a degradação do corante azul de metileno (AM). Este catalisador apresenta como vantagem ter um baixo custo e ser ambientalmente limpo.

## 2 | PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 Obtenção de $\text{SiO}_2$ a partir da casca de arroz

As cascas foram tratadas com solução de HCl 10 % (v/v) na proporção de 1:9 (casca : solução) sob agitação constante para por 1 h solubilizar a matéria orgânica. A seguir, as cascas foram lavadas com água corrente e o último enxague foi realizado com água destilada. As cascas lavadas foram levadas para estufa à 100 °C por 12 h e a seguir levadas para calcinação em mufla a 600 °C por 2 h (FERNANDES; SABINO; ROSSETTO, 2014; FERREIRA et al., 2015; BAKAR; YAHYA; GAN, 2016). A caracterização da sílica foi feita a partir das análises de espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier (IVTF), difração de raios X (DRX) e fluorescência de raios X (FRX).

### 2.2 Obtenção do Catalisador de $\text{Nb}_2\text{O}_5$ Suportado em $\text{SiO}_2$

O catalisador foi obtido a partir da impregnação úmida de uma solução de oxalato amoniacal de nióbio em  $\text{SiO}_2$  a partir da casca de arroz na proporção em massa de 1:5  $\text{Nb}_2\text{O}_5:\text{SiO}_2$ , seguido de calcinação a 500 °C por 2 h. A caracterização do catalisador foi feita a partir das análises de espectroscopia de ultravioleta-visível por reflectância difusa (DRS) espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier (IV), difração de raios X (DRX) e fluorescência de raios X (FRX).

### 2.3 Ensaios de Fotodegradação do corante

Para o experimento de degradação do corante, foram realizadas duas bateladas distintas simultaneamente. Cada batelada foi submetida a duas condições: um béquer em ausência de luz e outro béquer com irradiação de luz, por 120 min, sob agitação constante. Uma massa de 0,10 g de catalisador, conforme obtido no item 2.2, foi adicionada a um béquer



contendo 50,0 mL de uma solução do corante AM 2,5 mg.L<sup>-1</sup>. Uma alíquota da solução em cada béquer foi analisada por espectroscopia de ultravioleta-visível (UV-vis) para determinar a concentração do corante ao final do experimento.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise por DRS, o catalisador apresentou absorção máxima entre 200 e 380 nm. Para que ele seja ativado e seja capaz de agir como fotocatalisador, a fonte de luz deve irradiar em comprimento de onda da região do ultravioleta. Para o experimento, foi utilizada a fonte de luz halógena

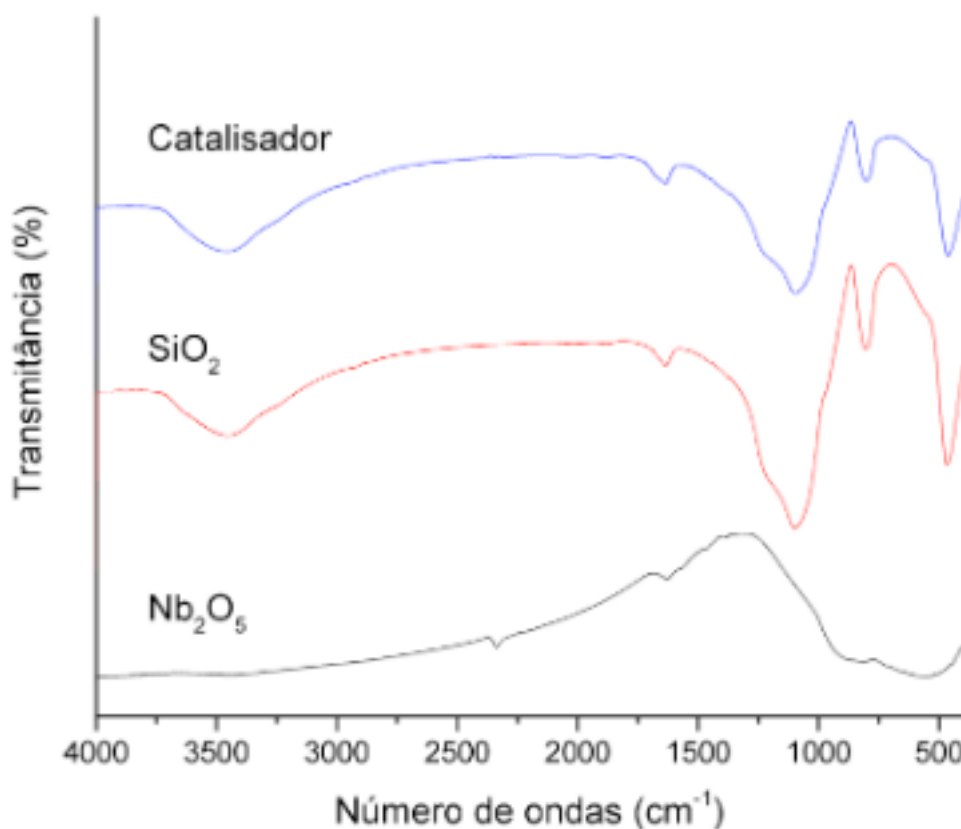
Os resultados obtidos pela análise por FRX do catalisador estão descritos na Tabela 1.

% da fração em massa dos elementos expresso como óxidos	
SiO <sub>2</sub>	78,1199
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	21,5123
Outros elementos	0,3678

Tabela 1. Resultado da análise por FRX do catalisador.

A partir destes resultados, o teor de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no catalisador corresponde a aproximadamente 22 %, concordante com a proporção utilizada para a obtenção do catalisador de 1:5 (Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:SiO<sub>2</sub>).

Os espectros de absorção na região do infravermelho (IV) do SiO<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e do catalisador estão apresentados na Figura 1.



O espectro de IV (Figura 1) apresenta bandas em  $3445\text{ cm}^{-1}$  correspondente a deformação axial da ligação Si-OH, em  $1105\text{ cm}^{-1}$  com ombro em  $1178\text{ cm}^{-1}$  correspondente à deformação axial assimétrica da ligação Si-O-Si, em  $798\text{ cm}^{-1}$  correspondente à deformação axial simétrica da ligação Si-O-Si e  $464\text{ cm}^{-1}$  correspondente à deformação angular da ligação O-Si-O presentes na sílica da casca de arroz e no catalisador (MUSIĆ; FILIPOVIĆ-VINCEKOVIĆ; SEKOVANIĆ, 2011). Para o  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , uma banda larga em  $887\text{ cm}^{-1}$  e  $542\text{ cm}^{-1}$ , correspondentes à deformação axial assimétrica da ligação O-Nb-O e à deformação axial simétrica da ligação Nb-O-Nb, respectivamente (CASTRO et al., 2015). No catalisador, a diminuição da intensidade das bandas características de  $\text{SiO}_2$  sugerem uma interação entre o  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  e o  $\text{SiO}_2$  (PRASETYOKO et al., 2008).

Os difratogramas de raios X (DRX) de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  e do catalisador estão apresentados na Figura 2.

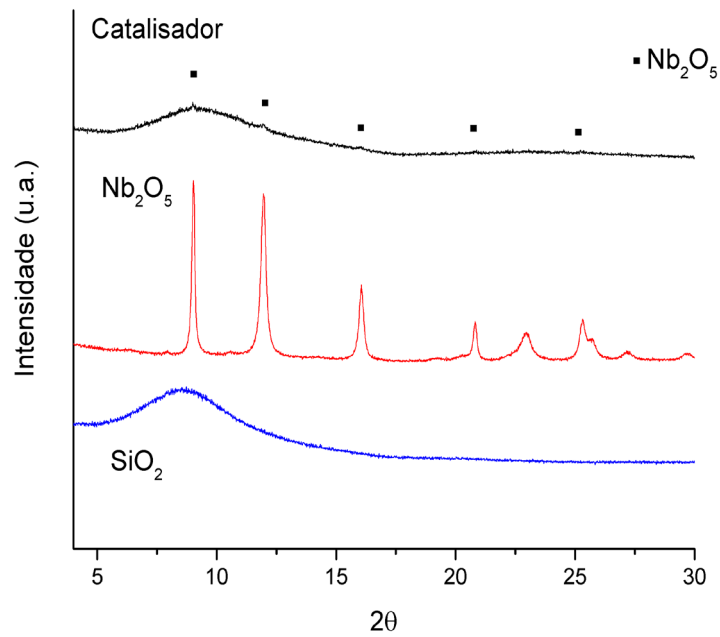


Figura 2. Difratoograma de raios X de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  e do catalisador.

A presença de picos largos no difratograma (Figura 2) de  $\text{SiO}_2$  caracteriza uma estrutura amorfa, enquanto no  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  o perfil dos picos correspondem a uma fase pseudo-hexagonal pura (Fase-TTJCPDS, 28-317) (ZHOU et al., 2008). Já no catalisador, os picos marcados correspondem à presença do  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  impregnado ao  $\text{SiO}_2$ .

O resultado do experimento na ausência de luz está apresentado na Figura 3.

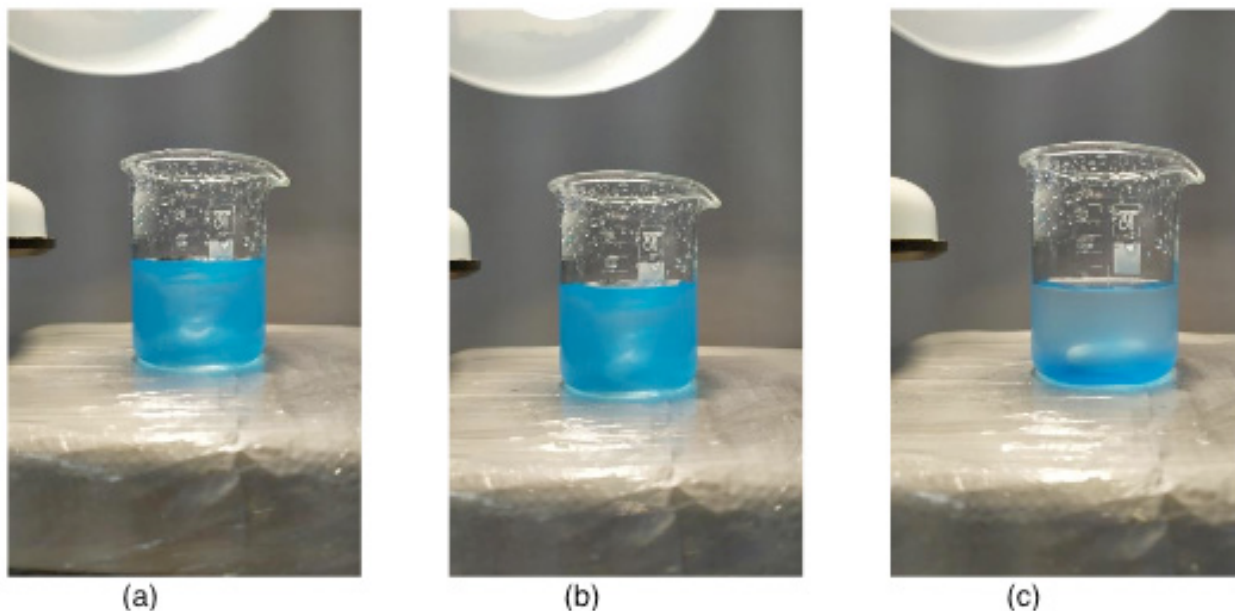


Figura 3. Solução de AM 2,5 mg.L<sup>-1</sup> antes do processo de remoção no escuro (a), após 120 min (b) e após 180 min.

Para o experimento na ausência de luz (Figura 3) por 120 min, a concentração de AM na solução foi de 0,44 mg.L<sup>-1</sup>, removendo 82,4 % do corante. Após 180 min, a concentração de AM na solução foi de 0,44 mg.L<sup>-1</sup>.

O resultado do experimento com irradiação de luz está apresentado na Figura 4.

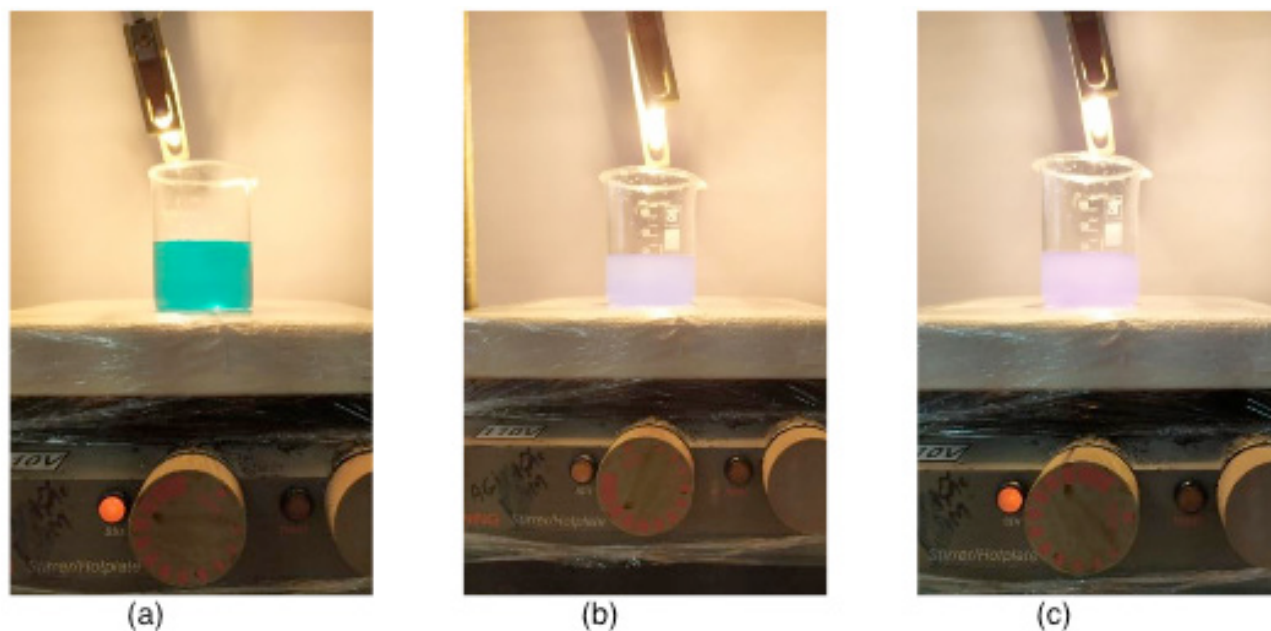


Figura 4. Solução de AM 2,5 mg.L<sup>-1</sup> antes do processo de remoção com irradiação de luz(a), após 120 min (b) e após 180 min.

Para o experimento com irradiação de luz halógena (Figura 4) por 120 min, a concentração de AM na solução foi de 0,11 mg.L<sup>-1</sup>, removendo 95,6 % do corante. Após 180

min, a concentração de AM foi de 0,10 mg.L<sup>-1</sup>.

Nos dois experimentos, a concentração de AM após 120 min se manteve constante devido a saturação do catalisador. O catalisador na ausência de luz removeu o corante através do processo de adsorção e com irradiação de luz, ocorreu o processo de adsorção e fotodegradação. O catalisador demonstrou ser mais eficiente na remoção do corante na presença de luz, devido a ativação do catalisador para o processo de fotodegradação.

Segundo Zhao e colaboradores (2012), a degradação do AM ocorre devido a imobilização das moléculas do corante através da ligação com os sítios ácidos do Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na superfície do catalisador, que atacam as mesmas pelos elétrons fotoinduzidos e os buracos, gerando CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O.

## 4 | CONCLUSÕES

A partir dos experimentos realizados com o catalisador proposto, foi concluído que ocorreu a remoção do corante AM, através do processo de fotodegradação. O catalisador de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em SiO<sub>2</sub> mostrou ser eficiente na degradação do AM sob luz, além de ser uma alternativa barata, a partir do aproveitamento do resíduo da indústria de beneficiamento de arroz e do uso do nióbio, presente em abundância no Brasil, maior produtor e exportador mundial do metal. Além disso, devido a capacidade de adsorção, o catalisador pode vir a ser promissor para reuso.

## REFERÊNCIAS

BAKAR, R. A.; YAHYA, R.; GAN, S. N. Production of High Purity Amorphous Silica from Rice Husk. **Procedia Chemistry**, v. 19, p. 189–195, 2016.

BRASIL. **Agência Nacional de Mineração**. Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas / Coord. Geral Osvaldo Barbosa Ferreira Filho; Equipe Técnica por Marina Dalla Costa et al.; – Brasília: ANM, 2019.

CASTRO, D. C. et al. Synthesis and Characterization of Mesoporous Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and Its Application for Photocatalytic Degradation of the Herbicide Methylviologen. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 27 p.

FERNANDES, L.; SABINO, M. G.; ROSSETTO, H. L. Method of extration of silica from rice hull. **Cerâmica**, v. 60, n. 353, p. 160–163, 2014.

FERREIRA, C. S. et al. Rice Husk Reuse in the Preparation of SnO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>Nanocomposite. **Materials Research**, v. 18, n. 3, p. 639–643, jun. 2015.

GONÇALVES, M. C. P. Aplicação de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> comercial para descoloração do corante azul de metileno pelo processo de fotocatalise. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 11, 2017.

HASHEMZADEH, F.; RAHIMI, R.; GAFFARINEJAD, A. Photocatalytic Degradation of Methylene Blue and Rhodamine B Dyes by Niobium Oxide Nanoparticles Synthesized Via Hydrothermal Method. v. 1, n. 7, p. 9,

2013.

JANICKI, V. et al. Optical and Structural Properties of Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–SiO<sub>2</sub> Mixtures in Thin Films. **Surface and Coatings Technology**, v. 206, n. 17, p. 3650–3657, abr. 2012.

KATHERESAN, V.; KANSEDO, J.; LAU, S. Y. Efficiency of Various Recent Wastewater Dye Removal Methods: A Review. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 6, n. 4, p. 4676–4697, ago. 2018.

MADHAV, S. et al. A Review of Textile Industry: Wet Processing, Environmental Impacts, and Effluent Treatment Methods. **Environmental Quality Management**, v. 27, n. 3, p. 31–41, 1 mar. 2018.

MUSIĆ, S.; FILIPOVIĆ-VINCEKOVIĆ, N.; SEKOVANIĆ, L. Precipitation of Amorphous SiO<sub>2</sub> Particles and Their Properties. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 28, n. 1, p. 89–94, mar. 2011.

NIDHEESH, P. V.; ZHOU, M.; OTURAN, M. A. An Overview on the Removal of Synthetic Dyes from Water by Electrochemical Advanced Oxidation Processes. **Chemosphere**, v. 197, p. 210–227, 1 abr. 2018.

PRASETYOKO, D. et al. Characterization and Catalytic Performance of Niobic Acid Dispersed over Titanium Silicalite. **Advances in Materials Science and Engineering**, v. 2008, p. 1–12, 2008.

RIENTE, P.; NOËL, T. Application of Metal Oxide Semiconductors in Light-Driven Organic Transformations. **Catalysis Science & Technology**, v. 9, n. 19, p. 5186–5232, 2019.

TRAN, S. B. T. et al. Influence of Support Acidity of Pt/Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Catalysts on Selectivity of CO<sub>2</sub> Hydrogenation. **Catalysis Letters**, v. 149, n. 10, p. 2823–2835, out. 2019.

UMPIERRES, C. S. et al. Mesoporous Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /SiO<sub>2</sub> Material Obtained by Sol–Gel Method and Applied as Adsorbent of Crystal Violet Dye. **Environmental Technology**, v. 38, n. 5, p. 566–578, 4 mar. 2017.

VISWANATHAN, B. Photocatalytic Degradation of Dyes: An Overview. **Current Catalysis**, v. 7, n. 2, p. 99–121, 9 jul. 2018.

WOLSKI, L.; WALKOWIAK, A.; ZIOLEK, M. Photo-Assisted Activation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> over Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – The Role of Active Oxygen Species on Niobia Surface in Photocatalytic Discoloration of Rhodamine B. **Materials Research Bulletin**, v. 118, p. 110530, out. 2019.

ZANONI, M. V. B.; YAMANAKA, H. **Corantes: caracterização química, toxicológica, métodos de detecção e tratamento**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

ZHOU, Y. et al. Preparation and Spectroscopic Properties of Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Nanorods. **Journal of Luminescence**, v. 128, n. 8, p. 1369–1372, ago. 2008.



## 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**