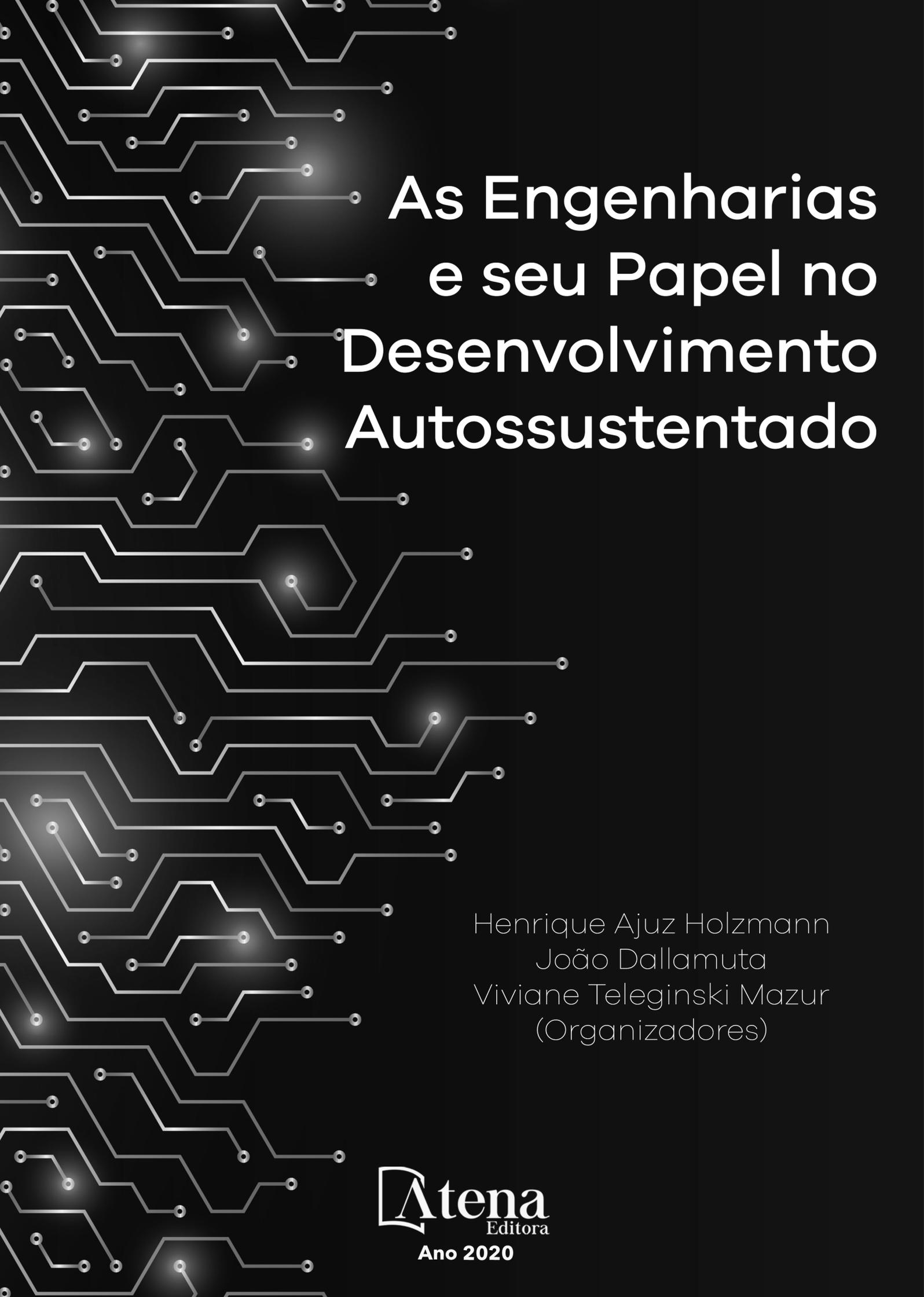


As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

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

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

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
CAPÍTULO 2	14
ELETRODEPOSIÇÃO DE SEMICONDUTORES PARA APLICAÇÃO EM ENERGIA RENOVÁVEL	
Victor Rocha Grecco DOI 10.22533/at.ed.4662030062	
CAPÍTULO 3	28
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	
CAPÍTULO 4	40
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	
CAPÍTULO 5	58
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	
CAPÍTULO 6	67
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	
CAPÍTULO 7	78
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	

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

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 ₂ O 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 _x SR _{1-x} CO _y FE _{1-y} O _{3±Δ} 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	
Fabrício 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

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 CO_2 e H_2O . 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 TiO_2 , ZnO , WO_3 e Nb_2O_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 (Nb_2O_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 SiO_2 combinado ao Nb_2O_5 . O Nb_2O_5 disperso na superfície de 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 (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 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 (Nb_2O_5) suportado em sílica (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 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 Nb_2O_5 Suportado em SiO_2

O catalisador foi obtido a partir da impregnação úmida de uma solução de oxalato amoniacal de nióbio em 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⁻¹. 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

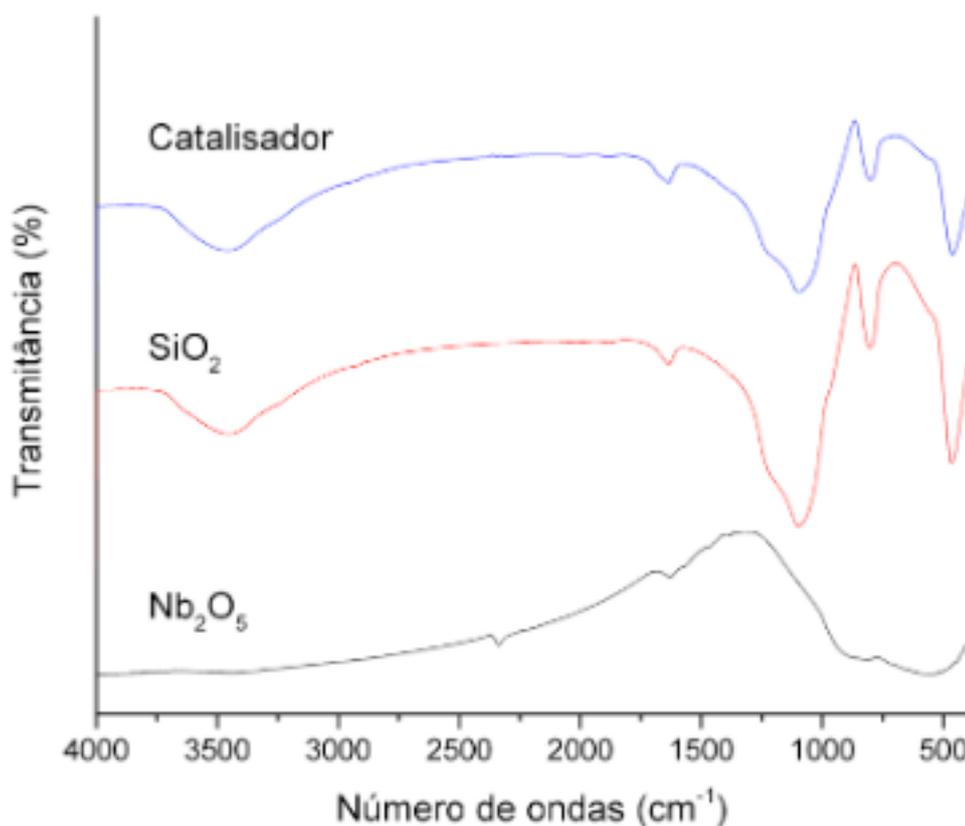
Os resultados obtidos pela análise por FRX do catalisador estão descritos na Tabela 1.

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

Tabela 1. Resultado da análise por FRX do catalisador.

A partir destes resultados, o teor de Nb₂O₅ no catalisador corresponde a aproximadamente 22 %, concordante com a proporção utilizada para a obtenção do catalisador de 1:5 (Nb₂O₅:SiO₂).

Os espectros de absorção na região do infravermelho (IV) do SiO₂, Nb₂O₅ e do catalisador estão apresentados na Figura 1.



O espectro de IV (Figura 1) apresenta bandas em 3445 cm^{-1} correspondente a deformação axial da ligação Si-OH, em 1105 cm^{-1} com ombro em 1178 cm^{-1} correspondente à deformação axial assimétrica da ligação Si-O-Si, em 798 cm^{-1} correspondente à deformação axial simétrica da ligação Si-O-Si e 464 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 Nb_2O_5 , uma banda larga em 887 cm^{-1} e 542 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 SiO_2 sugerem uma interação entre o Nb_2O_5 e o SiO_2 (PRASETYOKO et al., 2008).

Os difratogramas de raios X (DRX) de SiO_2 , Nb_2O_5 e do catalisador estão apresentados na Figura 2.

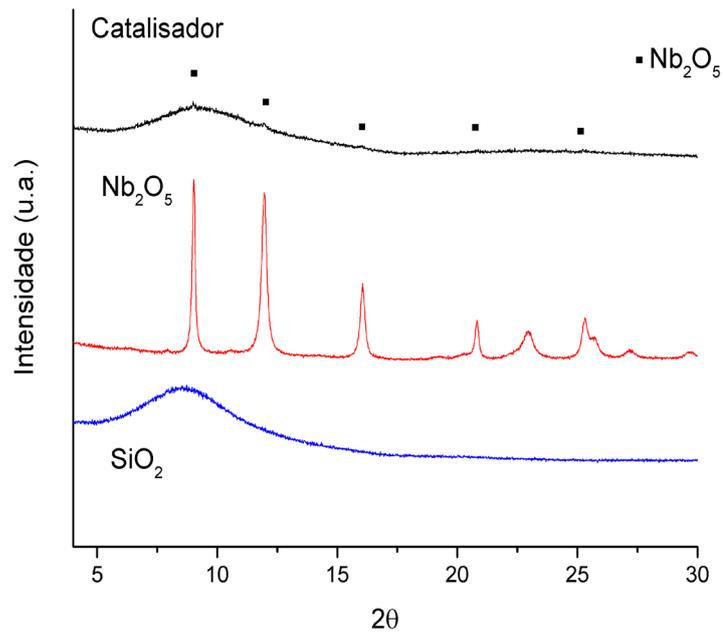


Figura 2. Difratoograma de raios X de SiO_2 , Nb_2O_5 e do catalisador.

A presença de picos largos no difratograma (Figura 2) de SiO_2 caracteriza uma estrutura amorfa, enquanto no Nb_2O_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 Nb_2O_5 impregnado ao SiO_2 .

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

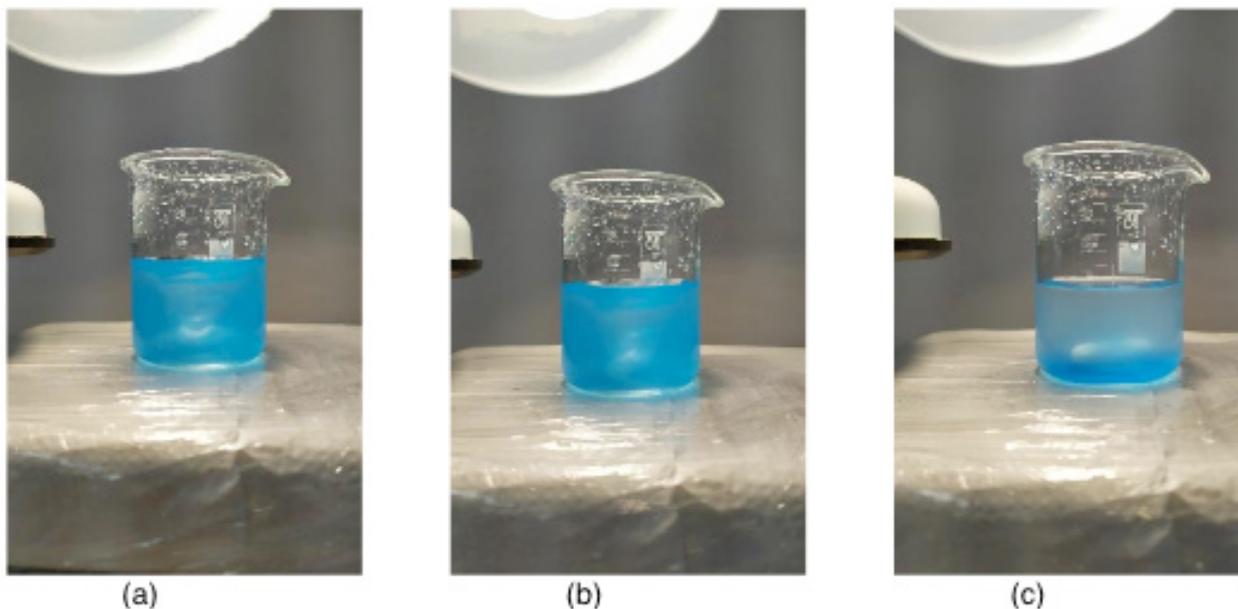


Figura 3. Solução de AM 2,5 mg.L⁻¹ antes do processo de remoção no escuro (a), após 120 min (b) e após 180 min.

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

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

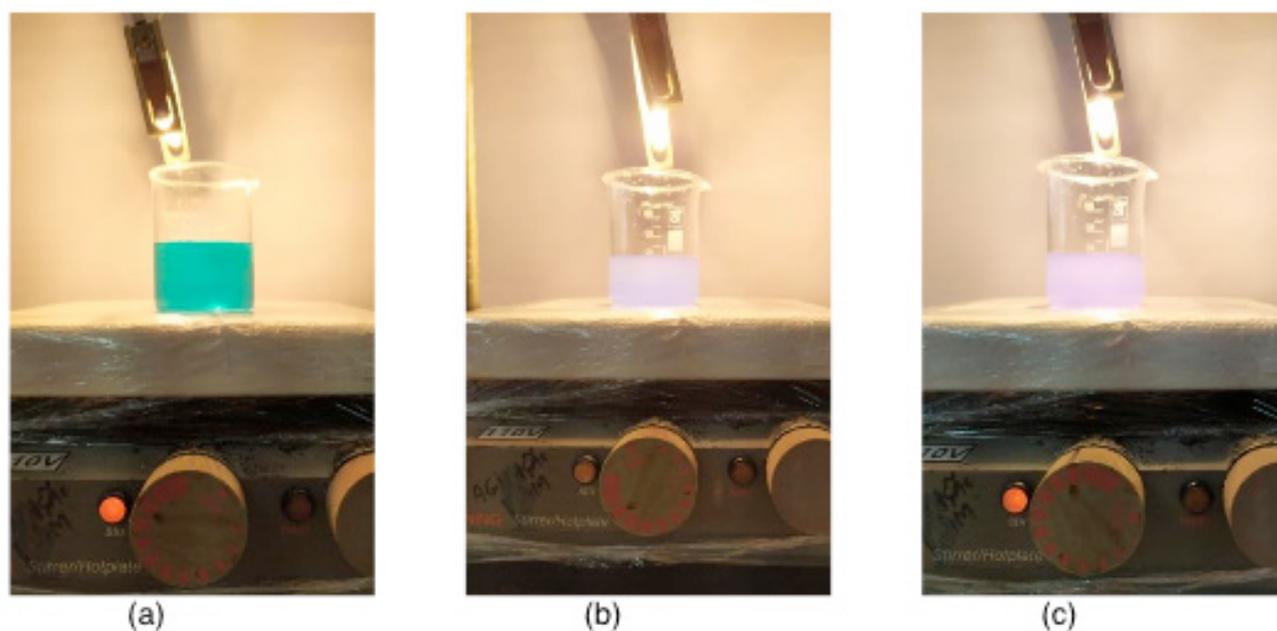


Figura 4. Solução de AM 2,5 mg.L⁻¹ antes do processo de remoção com irradiação de luz(a), após 120 min (b) e após 180 min.

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⁻¹, removendo 95,6 % do corante. Após 180

min, a concentração de AM foi de 0,10 mg.L⁻¹.

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 Nb₂O₅ na superfície do catalisador, que atacam as mesmas pelos elétrons fotoinduzidos e os buracos, gerando CO₂ e H₂O.

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 Nb₂O₅ em SiO₂ 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 Nb₂O₅ 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 SnO₂/SiO₂Nanocomposite. **Materials Research**, v. 18, n. 3, p. 639–643, jun. 2015.

GONÇALVES, M. C. P. Aplicação de Nb₂O₅ 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 Nb₂O₅–SiO₂ 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 SiO₂ 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/Nb₂O₅ Catalysts on Selectivity of CO₂ Hydrogenation. **Catalysis Letters**, v. 149, n. 10, p. 2823–2835, out. 2019.

UMPIERRES, C. S. et al. Mesoporous Nb₂O₅ /SiO₂ 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 H₂O₂ over Nb₂O₅ – 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 Nb₂O₅ 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