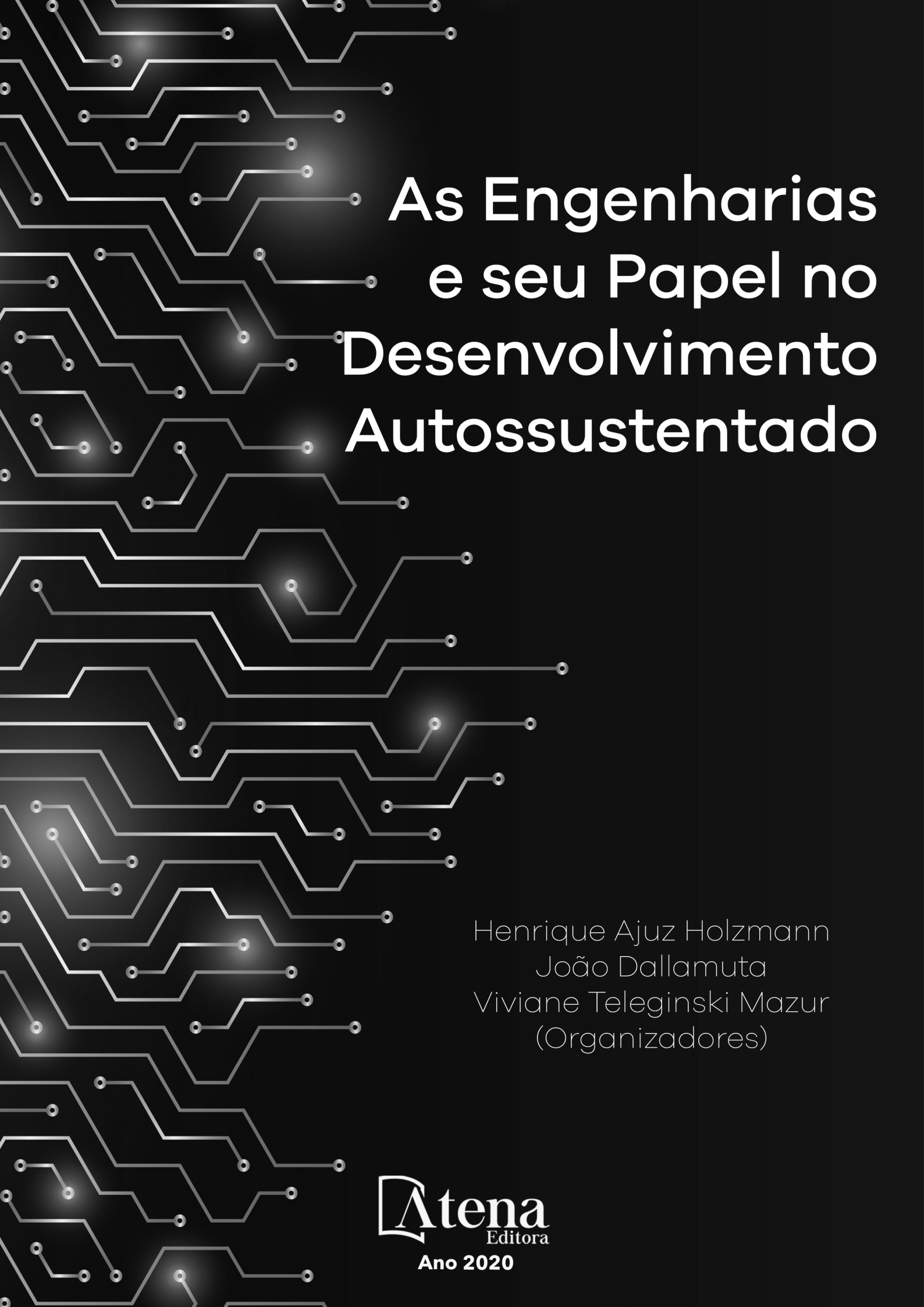


As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

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 Internazionele 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_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 $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{Co}_y\text{Fe}_{1-y}\text{O}_{3+\Delta}$ 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

UTILIZANDO A TRANSFORMADA RÁPIDA DE FOURIER NA IDENTIFICAÇÃO DO FENÔMENO NÃO LINEAR EM SISTEMAS DINÂMICOS

Data de aceite: 19/06/2020

Marcelo Henrique Belonsi

Universidade Estadual de Goiás, Instituto Acadêmico de Educação, Licenciaturas e Humanidades
Morrinhos – Go

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1430-2056>

Maria Francisca da Cunha

Universidade Estadual de Goiás, Instituto Acadêmico de Educação, Licenciaturas e Humanidades
Morrinhos – Go

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0943586067297134>

Manoel Moraes Junqueira

Universidade Estadual de Goiás, Instituto Acadêmico de Educação, Licenciaturas e Humanidades
Morrinhos – Go

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1125102362304422>

RESUMO: A análise de vibrações mecânicas (lineares e não lineares) compõem um dos objetos de pesquisas de inúmeros trabalhos científicos. Isso se deve ao fato de que as vibrações mecânicas estarem presentes em todo os tipos de estruturas mecânicas influenciando-as sob as mais diversas formas e, em diferentes níveis, incidindo

diretamente, assim, em sua vida útil, na segurança, bem como na operação de máquinas e equipamentos, etc. Diante disso, este trabalho visa utilizar a Transformada Rápida de Fourier (*Fast Fourier Transform - FFT*) com vistas a identificar e caracterizar o fenômeno não linear. Dessa forma, é necessário que o efeito não linear atuante no sistema seja disposto na equação do movimento como uma força de perturbação do sistema conservativo, possibilitando assim controlar a evolução do efeito não linear sobre o sistema dinâmico e, por consequência aplicar a FFT. Permitindo, assim, identificar o efeito não linear, bem como a evolução de sua caracterização.

PALAVRAS-CHAVE: Análise dinâmica. Equação Diferenciais. Método de Newmark. Não linearidades.

USING FOURIER'S FASTTRANSFORMED TO IDENTIFY NONLINEAR PHENOMENON IN DYNAMIC SYSTEMS

Abstract: The analysis of mechanical vibrations (linear and nonlinear) is one of the objects of research in numerous scientific works. This is due to the fact that mechanical vibrations are present in all types of mechanical structures, influencing them in the most diverse forms and at different

levels, directly affecting their useful life, safety, as well as the operation of machines and equipment, etc. This work aims to use the Fast Fourier Transform (FFT) in order to identify and characterize the nonlinear phenomenon in dynamic systems incorporating nonlinearities. Thus, it is necessary that the nonlinear effect acting on the system be disposed in the equation of movement as a disturbing force of the conservative system, making it possible to control the evolution of the nonlinear effect on the dynamic system in order to allow the application of FFT. As a consequence, it is possible to identify the non-linear effect as well as the evolution of its characterization.

KEYWORDS: Dynamical analysis. Differential Equation. Newmark method. Nonlinearities.

1 | INTRODUÇÃO

A dinâmica não linear é uma teoria matemática que estuda sistemas de equações de evolução, ou seja, equações onde o tempo é uma variável independente (WIGGINS, 1990). Se tais equações forem lineares, há soluções gerais que nos permitem determinar o comportamento futuro do sistema descrito de forma exata, em função do seu estado atual. Porém, no trato de equações não lineares, essas soluções exatas, em geral, não existem na forma fechada.

Diante disso, a dinâmica não linear concentra-se nos comportamentos a longos períodos do sistema que está sendo estudado (ALLIGOOD, SAUER e YORKE, 1997) e (SAVI, 2010), porém este estudo específico terá foco no comportamento futuro a pequenos tempos, normalmente, obtido por solução numérica (computacional) das equações de evolução.

Por outro lado, o campo de aplicações da dinâmica não linear é muito extenso, abrangendo os sistemas físico, biológico, das ciências sociais, etc. que possam ser descrito por equações de evolução (VIANA, 2011). Porém, neste trabalho, especial atenção será dada a sistemas matemáticos, físicos ou da mecânica clássica incorporando incertezas paramétricas.

Levando-se em consideração, a variabilidade de parâmetros físicos e/ou geométricos, certamente, tais incertezas incorrerão nas respostas dos modelos numéricos representativos dos sistemas. Além disso, hipóteses equivocadas sobre condições de contorno ou sobre a linearidade do sistema em análise pode ser feita, o que resulta nas chamadas incertezas de modelo. Portanto, fica evidente que, para aumentar a representatividade desses modelos preditivos, é extremamente importante quantificar tais incertezas (SOIZE, 2013).

Assim, no sentido de quantificar incertezas em sistemas dinâmicos é possível destacar o trabalho de Lima e Sampaio (2017) cujo objetivo visa caracterizar, a partir de ponto de vista estatístico, a resposta do oscilador de fricção a seco a partir de uma sequência de modos adesivo e deslizante e de Cunha Jr. e Sampaio (2015) quando propõem estudar o efeito do fenômeno não linear em um sistema dinâmico composto por uma barra elástica, presa a molas e uma massa concentrada, com módulo elástico aleatório quando submetida a uma força externa distribuída de amplitude aleatória.

Todavia, a análise de vibrações em sistemas não lineares torna-se potencialmente

importante no caso de sistemas mecânicos industriais. Diante disso, Caetano (1992), Gonçalves (2004) e Ritto (2005) sugerem caracterizar a análise de um sinal no domínio da frequência por meio de sua decomposição num conjunto finito ou infinito de harmônicos de amplitude e frequência variáveis, sendo a via imediata através de sua decomposição espectral, no caso de funções periódicas, utilizando a expansão em série de Fourier.

Assim, inúmeros pesquisadores como Savi (2010) e Viana (2011), dedicam seus estudos no sentido de descrever algumas propriedades dos sistemas dinâmicos não lineares tais como: estabilidade, equilíbrio, caoticidade, etc, outros, porém, focam seus estudos no tratamento de incertezas paramétricas e não paramétricas associadas aos sistemas dinâmicos não lineares (SOIZE, 2013; CUNHA JR e SAMPAIO, 2015; LIMA e SAMPAIO, 2017).

Existem, ainda, aqueles que buscam estabelecer padrões para identificar a ocorrência do fenômeno não linear em sistemas dinâmicos, conforme se observa nos trabalhos de Caetano (1992) e Gonçalves (2004).

Diante disso, este trabalho visa, além da caracterização do fenômeno não linear a partir de parâmetros aleatórios, o estudo interessa-se, particularmente na identificação e evolução do comportamento não linear em sistemas dinâmicos não lineares. Assim, este trabalho vem corroborar com os trabalhos disponíveis na literatura científica no sentido de incorporar incertezas em sistemas dinâmicos com vistas a induzir o efeito não linear a fim de caracterizar sua evolução durante seu processo de operação ao longo do tempo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia, inicialmente, perpassa por uma extensa pesquisa bibliográfica, especialmente, em artigos científicos, para a apropriação dos conhecimentos já disponibilizados nas literaturas especializadas (MENDONÇA, 2003).

O desenvolvimento se dará por meio de implementação de diversas rotinas computacionais e métodos numéricos de resolução de equações diferenciais, como por exemplo o Método de Newmark, como também pela implementação da FFT de um sinal periódico.

Diante disso, pressupõe-se o estreitamento da técnica de resolução de equações diferenciais e a transformada de Fourier.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fenômenos não lineares são acontecimentos correntes em vários ramos da engenharia prática, sendo o comportamento linear de tal sorte, uma exceção. Entretanto, a característica potencialmente imprevisível de um sistema não linear pode levá-lo com mais facilidade a uma falha catastrófica. Por exemplo, em construções civis, durante eventos esportivos e concertos, as construções em concreto armado podem estar sujeitas a oscilações não lineares devido ao relaxamento das articulações e ao movimento das armações.

Na indústria aeronáutica, os movimentos não lineares podem ter graves consequências sobre a vida útil de peças e componentes estruturais como fuselagens e asas. Já na indústria automobilística, os sistemas de freio e suspensão do motor, por exemplo, possuem inerentemente um comportamento não linear (GERGES, 2013).

Neste contexto, observa-se que os pesquisadores são confrontados a sistemas não lineares em um momento ou outro de sua vida profissional e devem ser capazes de reconhecê-los. A partir do momento em que uma das hipóteses de linearização não é mais válida, o sistema de equações diferenciais do movimento do sistema dinâmico passa a não ser mais válido e, a aplicação do princípio da superposição modal não é mais aplicável.

O oscilador de Duffing ilustrado na Fig. 1(a) representa o tipo de não linearidade foco deste estudo, sendo modelada por meio da equação do movimento (1), onde k_{nl} representa a rigidez não linear, podendo ser negativa ou positiva.

$$m\ddot{u}(t) + b\dot{u}(t) + k u(t) + k_{nl} u^3(t) = f(t) \quad (1)$$

A Fig. 1(b) representa as respostas do oscilador para vários valores de k_{nl} . Pode-se notar a importância de se considerar a contribuição do termo não linear, que evolui com o nível da excitação. A Fig. 1(c) mostra a contribuição da rigidez não linear sobre os níveis de excitação onde nota-se uma evolução não proporcional da resposta harmônica com relação à excitação.

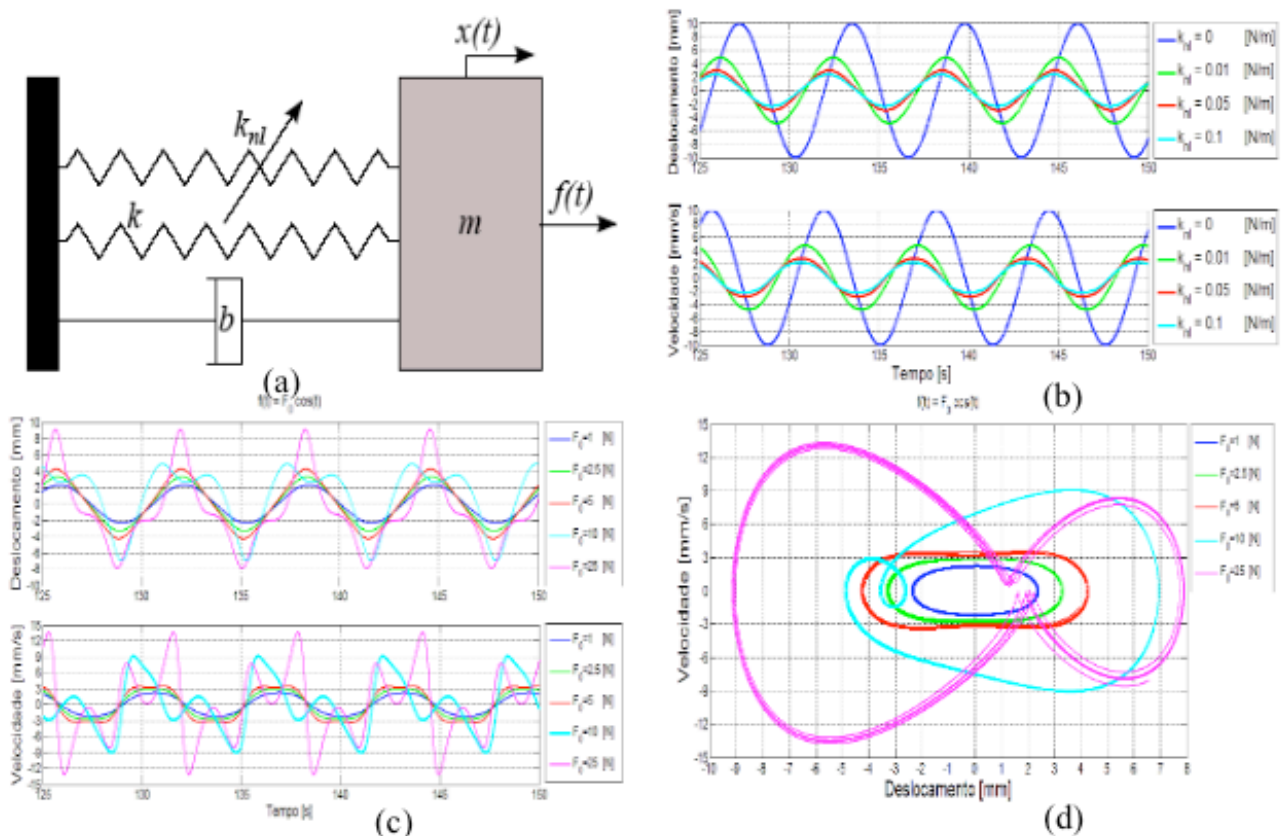


Figura 1 – (a) Oscilador de Duffing; (b) contribuição do termo k_{nl} para excitação tipo $f(t) = \cos(t)$ [N]; (c) resposta temporal para vários níveis de excitação, $k_{nl} = 0,1$ [N/m]; (d) diagrama de fase para $k_{nl} = 0,1$ [N/m].

A Fig. 1(d) representa os diagramas de fase onde é observado claramente o aparecimento de um segundo harmônico a partir do nível de excitação de $F_0=5$ N, ficando mais evidente com o aumento destes. O diagrama de fase traduz a característica periódica da solução obtida e a distorção observada está ligada ao aparecimento do segundo harmônico.

Por outro lado, Caetano (1992), Gonçalves (2004) e Ritto (2005), afirmam que análise de um sinal pode processar-se no domínio da frequência por meio de sua decomposição num conjunto finito ou infinito de harmônicos de amplitude e frequência variáveis. A via mais imediata de proceder tal decomposição, no caso de funções periódicas, consiste na utilização da expansão em série de Fourier, definida como segue:

$$x(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos\left(\frac{2\pi n t}{T}\right) + b_n \sin\left(\frac{2\pi n t}{T}\right) \quad (2)$$

sendo $a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt$, $a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) \cos(2\pi n t/T) dt$ e $b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) \sin(2\pi n t/T) dt$,

em que a_n e b_n são ilustrados na Fig. 2 e, representam a composição de $x(t)$ em termos dos harmônicos em $\omega_n = 2\pi n/T$, com $n=1,2,3,\dots$.

De acordo com Caetano (1992) para representar um sinal periódico é necessário combinar uma ou mais funções periódicas, conforme a Eq. (2), afetando assim, a condição de linearidade da aproximação. Portanto, tal combinação se apresenta na transformada de Fourier por meio de diversos harmônicos com o objetivo de representar os coeficientes a_n e b_n .

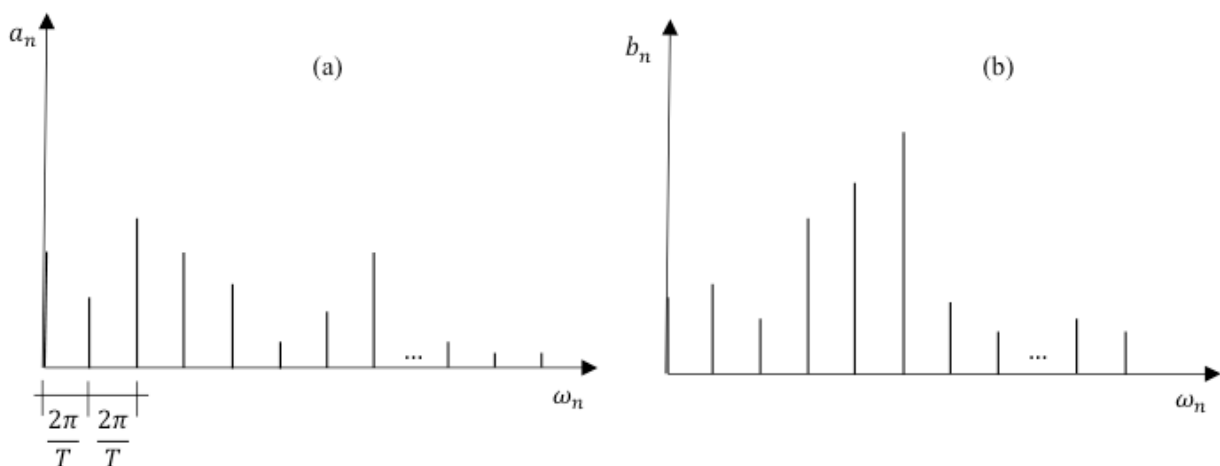


Figura 2–Representação dos termos (a) a_n e (b) b_n . (Adaptado de Caetano (1992))

Diante disso, é possível identificar o fenômeno não linear através da análise dos harmônicos presentes no sinal. Nesse sentido, Souza (2008) utiliza, dentre outras, a

técnica da Transformada Rápida de Fourier (*Fast Fourier Transform* - FFT) para identificar e caracterizar não linearidades em sistemas dinâmicos.

Assim, a título de ilustração, a Fig. 3 mostra a amplitude das funções de resposta em frequência normalizadas do modelo de Duffing obtidas a partir da FFT do sinal do deslocamento para diferentes valores de rigidez não linear e amplitude de excitação igual a 50N. Nota-se a presença de harmônicos à medida que o efeito não linear se torna mais presente, sob as mesmas condições iniciais.

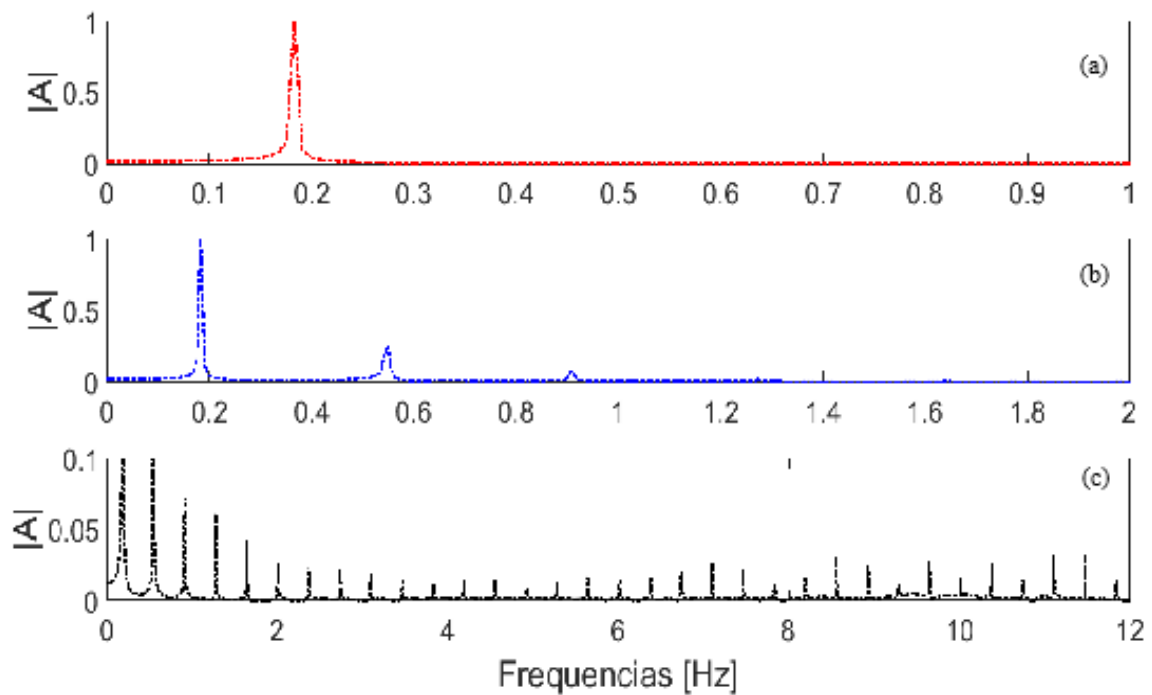


Figura 3 – FFT do sinal do deslocamento para o modelo de Duffing: (a) $k_{nl} = 0 \text{ N/m}$;

(b) $k_{nl} = 10^{01} \text{ N/m}$; (c) $k_{nl} = 10^6 \text{ N/m}$

O modelo de Duffing, Fig. 2, apresenta resposta dinâmica levando-se em conta o fator de não linearidade cúbica incorporado, bem como o efeito não linear advindo da excitação externa aplicada ao sistema mecânico, conforme ilustra a Fig. 2 (b,c). Analisando conjuntamente as Figs. 2 e 3, observa-se a partir da Fig. 3(a) $k_{nl} = 0 \text{ N/m}$, um pico de amplitude de sinal da FFT, predominado, dessa forma, o comportamento linear no sistema não linear.

Nessa mesma perspectiva de análise a Fig. 3(b) evidencia a presença de pelo menos três harmônicos distintos (3 picos), caracterizando assim um comportamento não linear no sistema, isto já sendo esperado conforme ilustrado na Fig. 2(c,d). Finalmente, na Fig. 3(c), quando se considera um alto fator de rigidez à contribuição não linear, observa-se o surgimento de inúmeros harmônicos ilustrando, fortemente, o comportamento não linear no sistema não linear.

Observa-se ainda, que em baixos valores de rigidez não linear, o sistema apresenta comportamento não linear, conforme o tipo e o nível de excitação externa.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Convém salientar que este trabalho se encontra em fase preliminar de estudo. Assim, apresenta-se, apenas, os resultados parciais, relacionados ao modelo determinístico aplicado a um típico sistema mecânico de um grau de liberdade incorporando um tipo de não linearidade induzida de terceiro grau.

Segundo Souza (2008) para identificar a presença do efeito não linear em um sistema dinâmico por meio da FFT é necessário que a resposta obtida via transformada demonstre a existência de diferentes harmônicos em uma faixa de frequência de interesse, ou a presença de harmônico distorcido, equivalendo a existência de diferentes harmônicos em uma pequena vizinhança de uma frequência específica.

A partir dos resultados obtidos, observa-se que a metodologia proposta para identificar a presença do fenômeno não linear incorporado ao sistema apresentou-se de forma satisfatória e eficiente (no sentido de identificação da presença de não linearidade a partir da análise a posteriori da resposta do sinal da equação de estado).

Contudo, uma demanda maior de análise e aprimoramento do método deve ser, ainda, desenvolvida, para a questão da caracterização do nível de não linearidade incorporada ao sistema.

De forma geral, existem sistemas não lineares que exibem o efeito não linear tão suaves que estes podem ser transformados em sistemas lineares sem, contudo, perderem suas características. Quando isso não é possível, é fundamental utilizar um modelo não-linear para representar a dinâmica do sistema.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Goiás pelo acolhimento da proposta de pesquisa e disponibilidade de recursos, ao Laboratório de Mecânica de Estruturas (LMEst) da Universidade Federal de Uberlândia, por disponibilizar recursos e equipamentos para desenvolvimento de parte da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALLIGOOD, K.; SAUER, T.; YORKE, J. A. **Chaos: an introduction to dynamical systems**. 1. ed. New York: Springer Verlag, 1997.

CAETANO, E. D. S. **Identificação Experimental de Parâmetros Dinâmicos em Sistemas Estruturais**. Universidade do Porto. Porto, Portugal, p. 234. 1992.

CUNHA JR, A.; SAMPAIO, R. **On the nonlinear stochastic dynamics of a continuous system with discrete attached elements**. Elsevier - Applied Mathematical Modelling, v. 39, n. 2, p. 809-819, 2015.

GERGES, Y. **Méthodes de reduction de modèles en vibroacoustique non-linéaire**. Besançon: [s.n.], 2013.

GONÇALVES, L. A. **Um Estudo sobre a Transformada Rápida de Fourier e seu uso em Processamento de Imagens**. URGs-Instituto de Matemática. Porto Alegre. 2004.

LIMA, R.; SAMPAIO, R. **Construction of a statistical model for the dynamics of a base-driven stick-slip oscillator**. Elsevier - Mechanical Systems and Signal Processing, p. 157–166, 2017.

MENDONÇA, A. F. D. E. A. **Metodologia científica: guia para elaboração e apresentação de trabalhos acadêmicos**. Goiânia : Faculdades Alves Faria, 2003.

RITTO, T. G. **Análise de Vibrações de Sistemas Lineares e Não-Lineares no Contexto da Formulação Fraca, Análise Modal e Decomposição de Karhunen-Loève**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

SAVI, M. A.. **Introdução à Dinâmica Não-linear e Caos**. 1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2010.

SOIZE, C. **Stochastic modeling of uncertainties in computational structural dynamics - recent theoretical advances**. Journal of Sound and Vibration, v. 332, p. 2379-2395, 2013.

SOUZA, M. G. D. **Identificação e caracterização de não-linearidades em dinâmica estrutural**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

VIANA, R. L. **Introdução à Dinâmica Não-Linear e Caos**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 269. 2011.

WIGGINS, S. **Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos**. 1. ed. New York: Springer Verlag, 1990.

WORDEN, K.; TOMLINSON, G. **Nonlinearity in structural dynamic: detection, identification, and modeling**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2001.

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