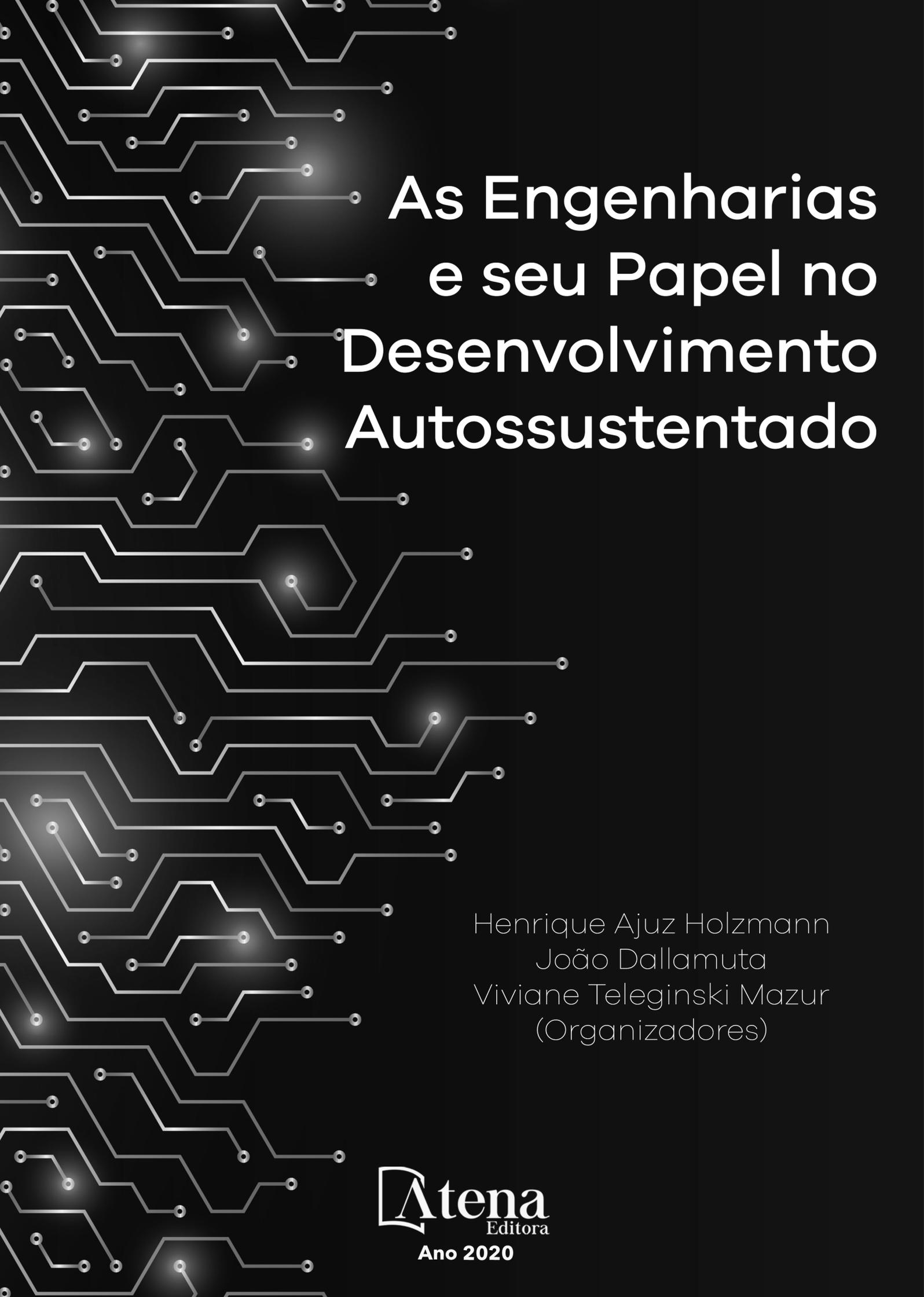


# As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Viviane Teleginski Mazur  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



# As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
Viviane Teleginski Mazur  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Lorena Prestes

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (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  
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**

## DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA ENSAIO DE IMPACTO POR QUEDA DE PESO EM BORDA DE COMPÓSITOS

Data de aceite: 19/06/2020  
Data de submissão: 02/05/2020

### João Pedro Inácio Varela

Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande – Paraíba

### Joseph Bruno Rodrigues Almeida

Universidade Federal de Campina Grande  
Petrolina – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/5066226532466874>

### Wanderley Ferreira de Amorim Júnior

Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande – Paraíba

<http://lattes.cnpq.br/8131607733881361>

**RESUMO:** O impacto acidental em compósitos laminados durante a fabricação ou em serviço pode ocorrer em diferentes regiões desse material, como na parte central (*central impact*), proximidades da borda (*near edge impact*) e/ou até a própria borda (*on edge impact*). O objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de um dispositivo para realizar ensaios de impacto por queda de peso em bordas de materiais compósitos e analisar o comportamento dos danos. Foram realizados estudos específicos sobre materiais compósitos e impactos em borda de compósitos laminados, onde através

desses estudos e de um levantamento do estado da arte para saber como são projetados os diversos dispositivos para impacto na borda por queda de peso. Foi concebido, fabricado e testado um dispositivo de simples construção. Nos testes foram utilizados compósitos de fibra de vidro com 12 camadas submetidas a impacto por queda de peso em cinco níveis de energia distribuídos entre 20J e 95J. Como resultados, foram avaliadas a eficácia do dispositivo e os tipos de falhas em materiais compósitos por impacto de baixa velocidade na borda.

**PALAVRAS-CHAVE:** materiais compósitos, impacto na borda, ensaio de impacto por queda de peso.

### DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR DROP-WEIGHT IMPACT TESTING ON EDGE OF COMPOSITES

**ABSTRACT:** Accidental impact on laminated composites during manufacture or in service can occur in different regions of the material, as in the center, near edge or even on edge. The aim of this work is the development and test of a drop weight impact testing device for edge of composite materials and to analyze the damage behavior. Specific studies were carried out on composite materials and

impacts on the edge of laminated composites, that through these studies and a survey of the state of the art to know how drop weight impact testing devices are designed. A simple construction device has been designed, manufactured and tested. In the tests, twelve glass fibre plies were subjected to drop-weight impact in five energy levels between 20J and 95J. As results, it has been evaluated the device's efficiency and failure types by low velocity impact in the edge of composite materials.

**KEYWORDS:** composite materials, edge impact, drop-weight impact testing.

## 1 | INTRODUÇÃO

Materiais compósitos laminados são usados em aplicações estruturais mais complexas onde bordas e recortes são inevitáveis. Estas aplicações incluem fuselagens de avião militar e civil, novas aplicações aeroespaciais, bem como painéis automotivos e estruturas críticas. Partes de estruturas compósitas são particularmente vulneráveis aos impactos, incluindo perto da borda de uma porta de inspeção ou outra abertura (MALHOTRA et al., 2008).

Um problema prático ao qual os compósitos estão sujeitos, e extremamente importante para o desempenho seguro desses materiais nas suas diversas aplicações, está ligado ao dano produzido por impacto de baixa energia. Nesses eventos, o compósito pode não apresentar defeito externo de fácil detecção e assim, eventuais danos estruturais ocasionados pelo impacto podem passar despercebidos. Um exemplo típico de impacto de baixa energia sobre uma estrutura fabricada com materiais compósitos são os pedriscos jogados pelas rodas de um aeroplano sobre sua fuselagem, durante as operações de pouso, decolagem e taxiamento. O material submetido a repetidos impactos de baixa energia pode vir eventualmente a falhar em serviço, embora seu aspecto externo não esteja seriamente comprometido (ALMEIDA; MORAIS; 2001). Esses danos por impacto também podem ocorrer durante os processos de fabricação e transporte do equipamento em questão, queda de ferramentas ou detritos, dentre outros. Danos decorrentes de tais eventos podem reduzir consideravelmente a resistência e rigidez dessas estruturas (CANTWELL & MORTON, 1991).

Portanto, o objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de um dispositivo para realizar ensaios de impacto por queda de peso em bordas de materiais compósitos e analisar o comportamento dos danos.

## 2 | IMPACTO EM BORDA DE COMPÓSITOS

A Figura 1 (a) apresenta um impacto ao longo da espessura da alma de uma viga em T, enquanto a 1 (b) mostra um impacto na borda de uma viga em I. A Figura 2 apresenta impactos na parte central (*central impact*), proximidades da borda (*near edge impact*) e na própria borda (*on edge impact*) de painéis compósitos. O enfoque deste trabalho está no estudo desse último caso de impacto citado.

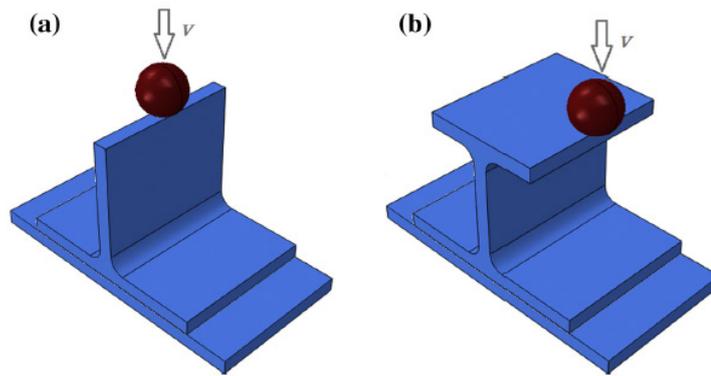


Figura 1: impacto: (a) ao longo da espessura da alma de viga em T; (b) na borda de uma viga em I.

Fonte: LI & CHEN (2016).

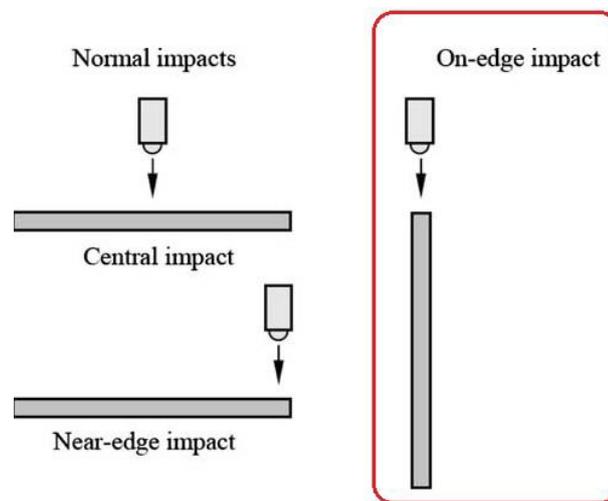


Figura 2: possíveis regiões de impacto.

Fonte: MALHOTRA et al. (2008).

Uma das metodologias usadas para o estudo do impacto nas proximidades da borda e/ou na própria borda de uma estrutura compósita consiste na adaptação de um dispositivo especial em uma máquina de ensaio por queda de peso (*drop weight testing machine*), Figura 3.

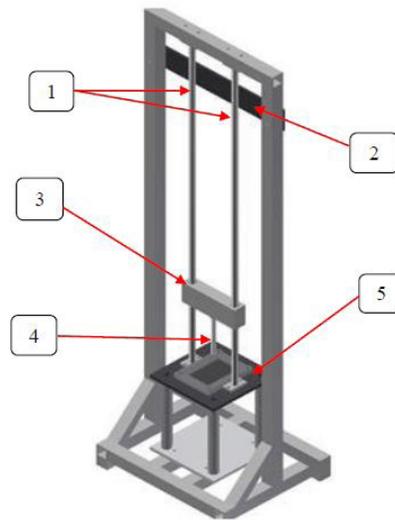


Figura 3: máquina de ensaio por queda de peso utilizada nos testes de impacto, composta dos seguintes componentes estruturais: (1) mecanismo de guias; (2) mecanismo de travamento; (3) peso associado a um fixador para o impactador; (4) impactador; (5) base para a amostra.

Fonte: GALDINO JÚNIOR (2014).

Alguns trabalhos científicos que fazem uso dessa metodologia foram encontrados e são apresentados a seguir.

A Figura 4 apresenta a metodologia usada por MALHOTRA et al. (2008): o dispositivo desenvolvido possui uma parede fixa ao suporte metálico (acoplado à máquina) e outra móvel, que se ajusta de acordo com a espessura da amostra. O corpo de prova é um laminado epóxi reforçado com fibra de vidro, que apresenta como resultado a zona de dano causada pelo impacto na borda, visto na Figura 5 (a), bem como a presença de delaminações, na Figura 5 (b).

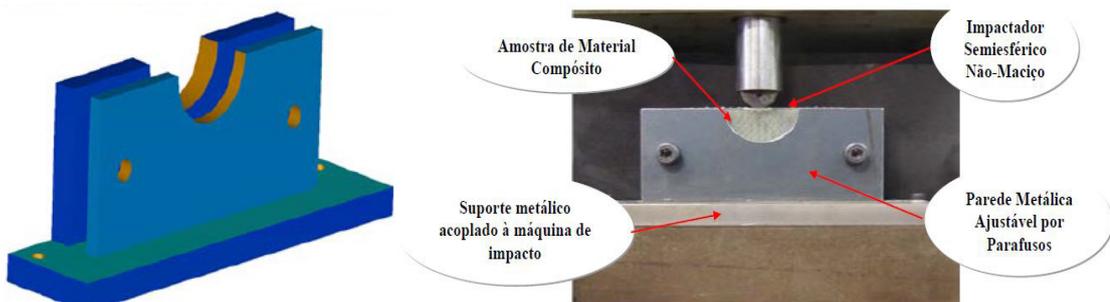


Figura 4: dispositivo adaptado à máquina *CEATIS Dartvis 6790*.

Fonte: MALHOTRA et al. (2008).

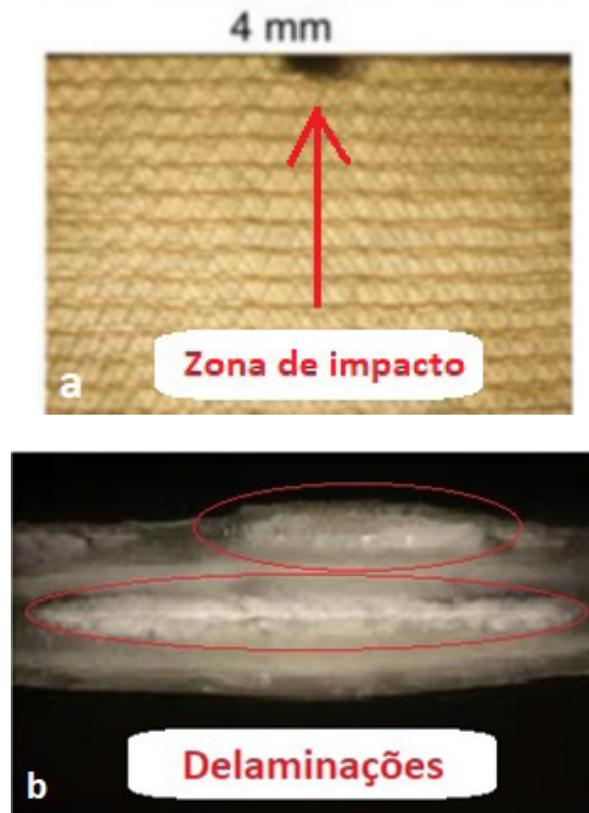


Figura 5: (a) zona de dano no compósito de 4 mm; (b) delaminações na fibra do compósito.

Fonte: MALHOTRA et al. (2008).

A Figura 6 apresenta a metodologia usada por OSTRE et al. (2014): esse dispositivo é composto por um suporte de aço e um calço/apoio que permite que a amostra permaneça travada a pressão constante, além de proporcionar o impacto com queda de peso específico a uma altura definida. Ensaando um compósito de camadas de fibra de carbono pré impregnadas T/700/M21 UD, obteve-se delaminações ao longo da borda impactada, apresentado na Figura 7 (a), trincas internas, Figura 7 (b), e falhas interlaminares, Figura 7 (c).

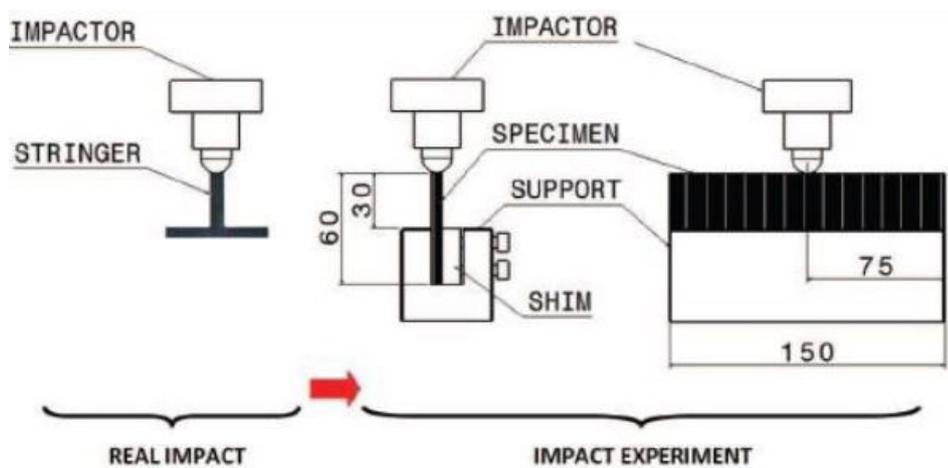


Figura 6: dispositivo adaptado à máquina 100kN INSTRON 4206.

Fonte: OSTRE et al. (2014).

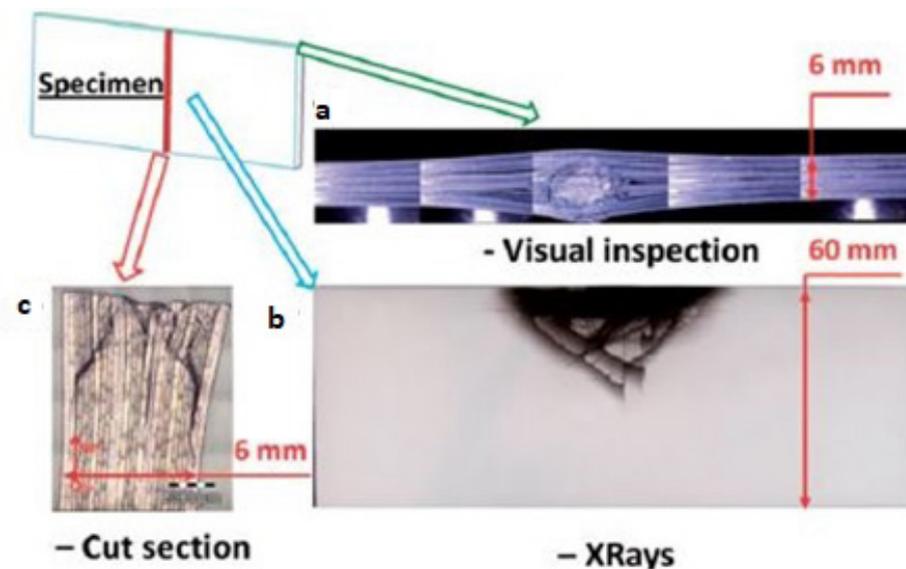


Figura 7: (a) delaminações ao longo da borda impactada; (b) trincas internas; (c) falhas interlaminares.

Fonte: OSTRE et al. (2014).

A Figura 8 apresenta a metodologia usada por RHEAD et al. (2009): nesse dispositivo, a chapa a ser ensaiada foi parafusada à uma placa de suporte de aço (que é presa à máquina) buscando simular condições reais e prevenir vibrações no impacto. A amostra da chapa utilizada é o CFRP (compósito de fibra de carbono) e apresenta uma região semielíptica (na Figura 9, região de cor vermelha), representando uma flambagem localizada devido a delaminação.

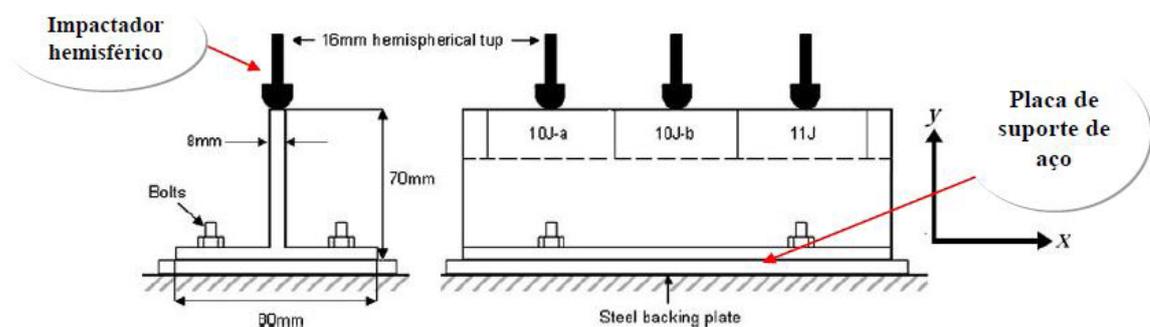


Figura 8: dispositivo adaptado à máquina Instron Dynatup 9250HV.

Fonte: RHEAD et al. (2009).

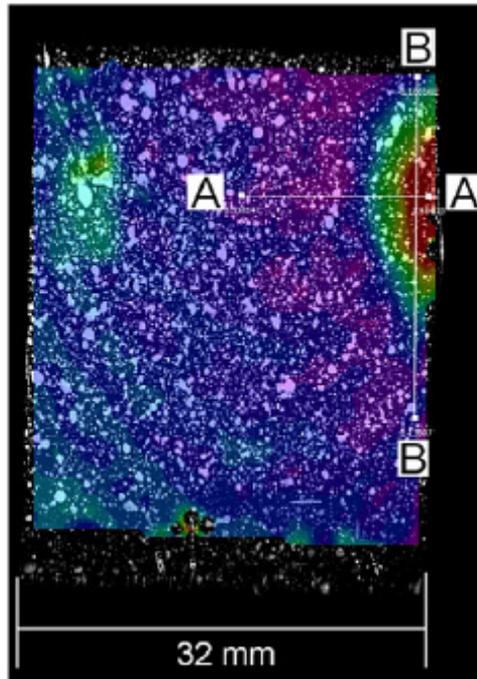


Figura 9: região semielíptica mais avermelhada, mostrando flambagem localizada devido a delaminação.

Fonte: RHEAD et al. (2009).

### 3 | METODOLOGIA

A metodologia de projeto utilizada no presente trabalho é dividida basicamente em cinco fases, que são mostradas e descritas no fluxograma da Figura 10.

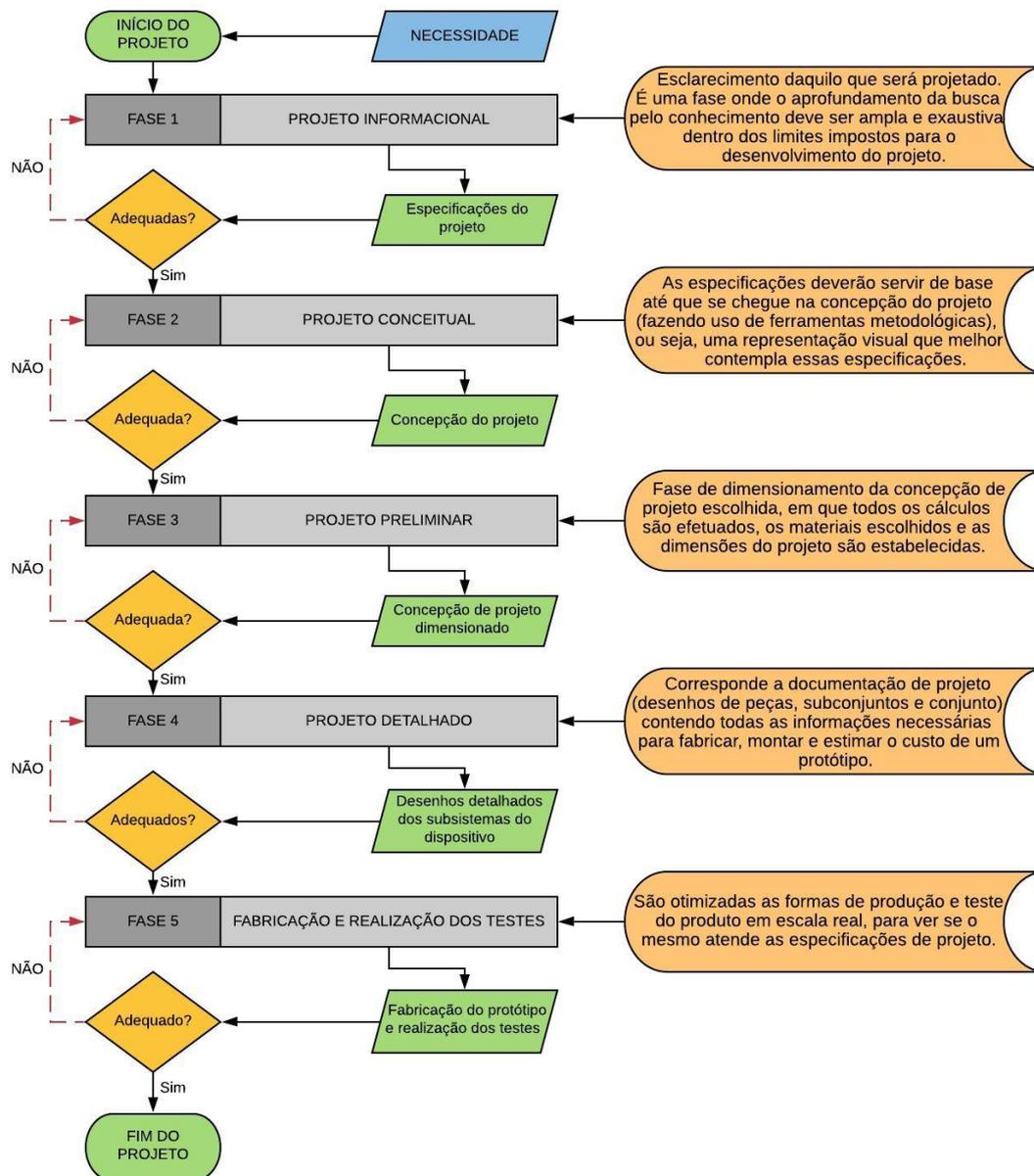


Figura 10: fluxograma da metodologia de projeto adotada.

Fonte: Adaptado (MARIBONDO, 2000).

### 3.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseando-se nas pesquisas encontradas a respeito de dispositivos para ensaios de impacto por queda de peso em bordas de compósitos, os mesmos foram postos em uma matriz morfológica (Figura 11) como princípios de solução para o dispositivo a ser projetado.

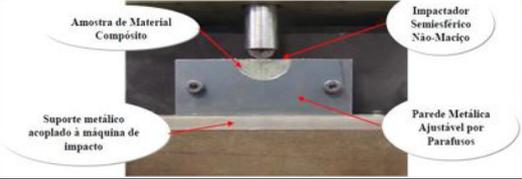
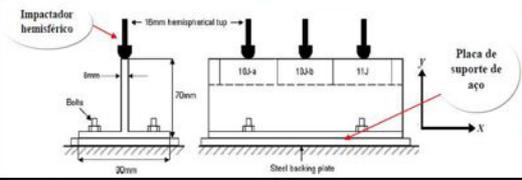
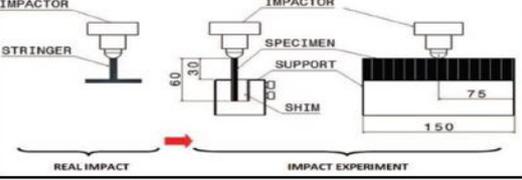
<p><b>MALHOTRA et al. (2008).</b></p>		<p>A amostra fica totalmente restrita entre as paredes com apenas uma abertura semicircular, com raio de 20mm, na região onde ocorre o impacto. O dispositivo é composto de uma parte fixa à máquina (parede interna) e outra móvel, acoplada a uma base e ajustável através de parafusos, o que possibilita a utilização de amostras de espessuras variadas. O impactador tem forma semiesférica não-maciça, com raio de 7mm, e uma haste de 15mm de comprimento que garante um impacto coerente em toda a borda.</p>
<p><b>RHEAD et al. (2009).</b></p>		<p>Utilizado como método analítico de compressão após impacto (CAI). Não foi utilizada nenhuma espécie de garra. Para simular condições de fronteira semelhantes aos encontrados em aplicações reais e para impedir excessivas vibrações durante o impacto, o reforço foi aparafusado a uma placa de suporte de aço. Além disso, para garantir que apenas um único impacto da energia conhecida foi entregue, um mecanismo pneumático de anti-rebote foi usado para interceptar o impactador após o primeiro impacto.</p>
<p><b>OSTRE et al. (2014).</b></p>		<p>Desenvolvido com o intuito de realizar testes de impacto e de compressão após impacto. Como não existe norma ou um tipo de dispositivo padrão para este tipo de ensaio, uma configuração original foi desenvolvida. O dispositivo projetado é composto por um suporte de aço e um calço/apoio que permite que a amostra permaneça travada a pressão constante. Além disso, proporciona o impacto de uma queda de peso específico a uma altura definida.</p>

Figura 11: matriz morfológica dos dispositivos encontrados na pesquisa acadêmica.

Fonte: autoria própria.

Sendo assim, o modelo de referência adotado para concepção do dispositivo de ensaio de impacto por queda de peso em bordas de materiais compósitos foi o dispositivo desenvolvido em MALHOTRA et al. (2008), por ser de fácil construção, baixo custo e configuração simples.

Fazendo uso do software Autodesk Inventor (versão estudante), chega-se ao conceito do dispositivo para ensaio de impacto em bordas de compósitos (Figura 12), composto por três subsistemas (Figura 13).

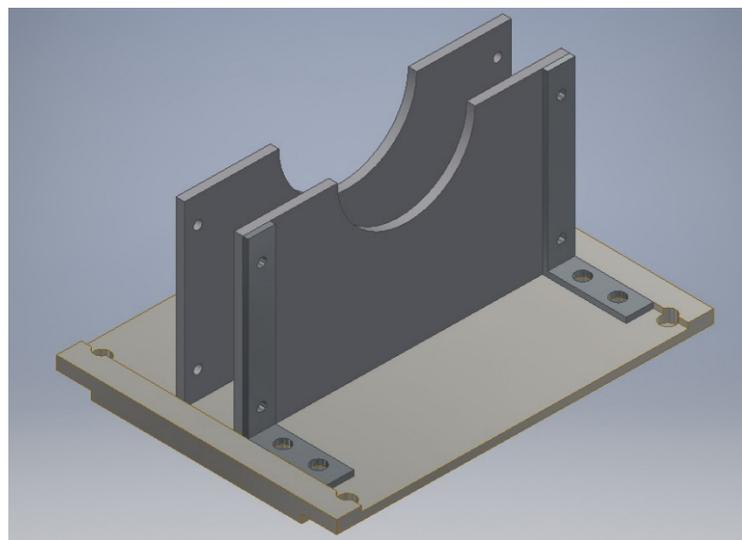


Figura 12: concepção do dispositivo para ensaio de impacto.

Fonte: autoria própria.

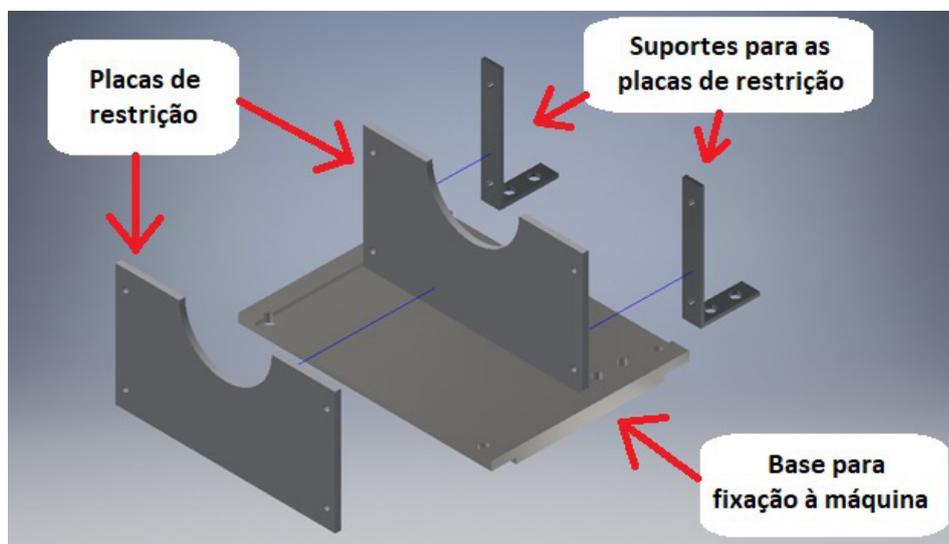


Figura 13: subsistemas do dispositivo.

Fonte: autoria própria.

Se tratando das dimensões do dispositivo, as mesmas podem ser vistas no projeto detalhado, a partir da folha técnica (Figura 14) e ainda, em relação ao material, todas as peças foram fabricadas em aço carbono SAE 1020.

Com os respectivos desenhos e instruções de fabricação, realiza-se o processo de fabricação do dispositivo de impacto por queda de peso em bordas de materiais compósitos. A Figura 15 (a) mostra todas as peças do dispositivo projetado, enquanto a Figura 15 (b) apresenta o dispositivo montado e pronto para o uso.

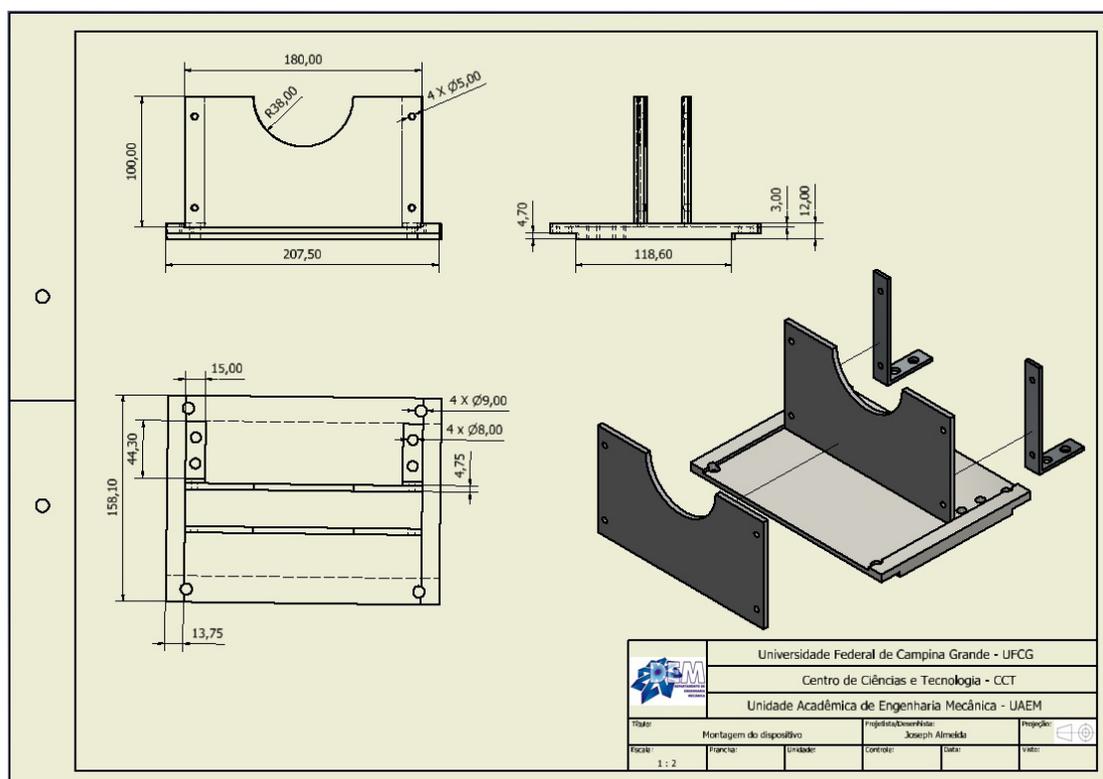


Figura 14: projeto detalhado do dispositivo.

Fonte: autoria própria.

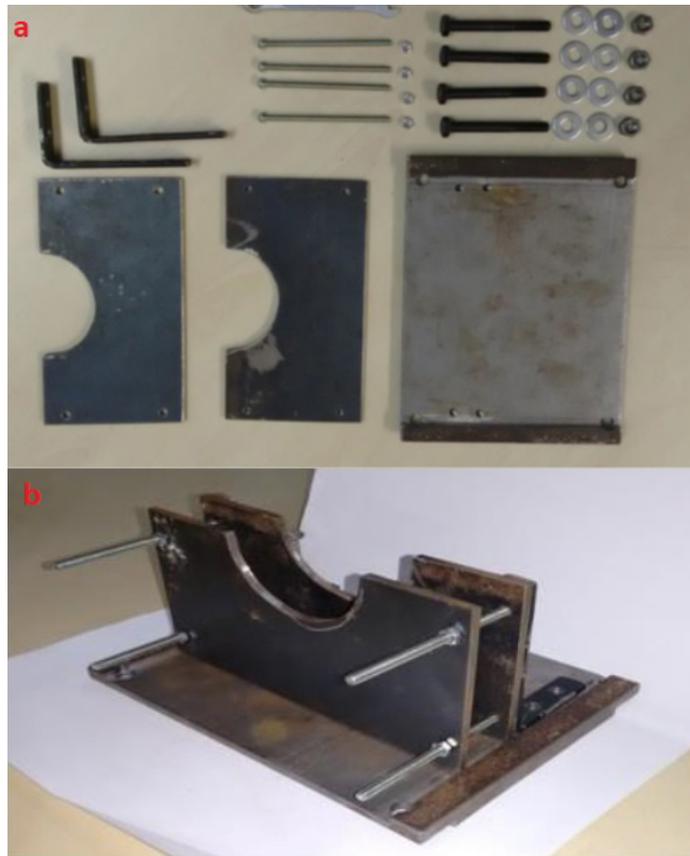


Figura 15: dispositivo: (a) desmontado; (b) montado.

Fonte: autoria própria.

Os testes foram realizados em uma máquina de ensaio por queda de peso, mostrada na Figura 16 (a), em corpos de prova com 12 camadas de manta de fibra de vidro, Figura 16 (b). A energia de impacto disponível para realizar os testes variava entre 20 e 95J. Para a escolha do nível de energia a ser utilizado na realização dos testes levou-se em consideração a espessura da placa e a experiência do autor. Assim, decidiu-se escolher o nível de 38J.

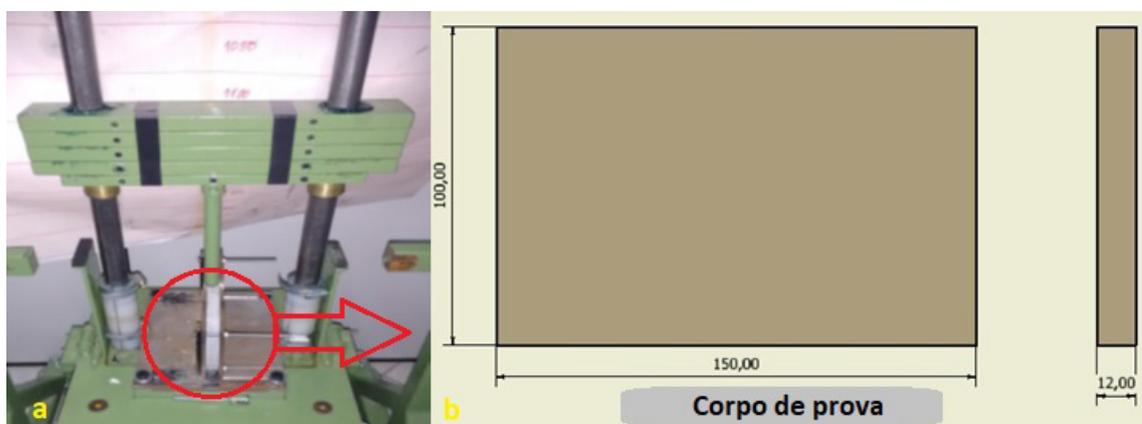


Figura 16: (a) dispositivo de ensaio acoplado à máquina de impacto; (b) corpo de prova utilizado e suas dimensões.

Fonte: autoria própria.



Figura 17: dispositivo de ensaio acoplado à máquina de impacto.

Fonte: autoria própria.

A Figura 18 (a) apresenta as delaminações que foram geradas no ensaio de impacto feito com o dispositivo projetado neste trabalho, além do dano do impacto na borda do compósito. Danos semelhantes foram obtidos por OSTRE et al. (2014), Figura 18 (b).

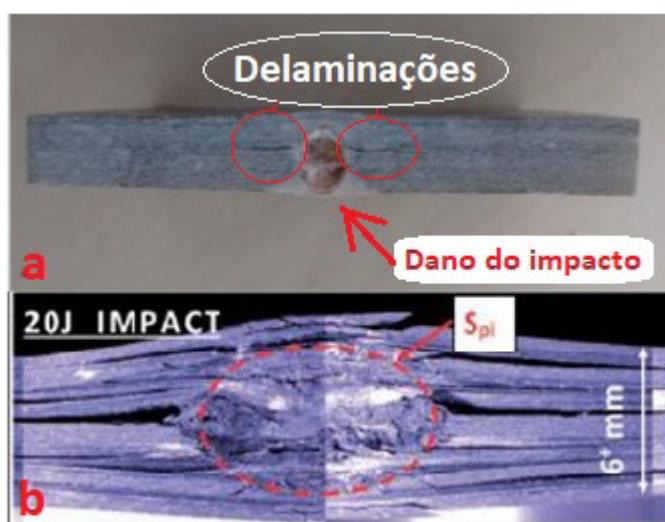


Figura 18: danos causados pelo impacto: (a) no estudo em questão; (b) OSTRE et al., 2014.

Fonte: autoria própria.

Além disso, outro tipo de dano que pode ser visto na região lateral dos compósitos ensaiados, Figuras 19 (a) e 19 (b). Segundo (RHEAD, 2009), essa descoloração em formato semielíptico é produzida após um impacto a baixa velocidade na borda de um compósito, sendo uma região delaminada.

Dano com formato semielíptico semelhante aos encontrados nos compósitos ensaiados nesse trabalho foram também obtidos por MALHOTRA et al. (2008), Figura 20.

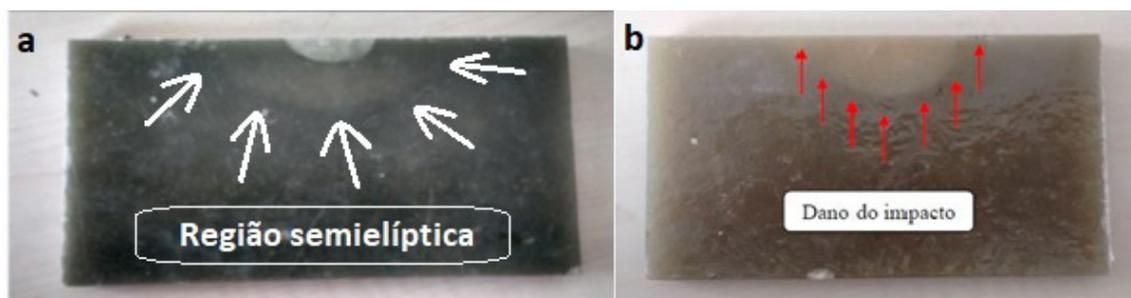


Figura 19: região semielíptica de delaminação em duas amostras.

Fonte: autoria própria.



Figura 20: região semielíptica em MALHOTRA et al. (2008).

Fonte: MALHOTRA et al. (2008).

## 4 | CONCLUSÃO

Foi desenvolvido e testado com sucesso um dispositivo para ensaios de impacto em bordas de compósitos adaptado a máquinas de ensaios por queda de peso (*drop test*).

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), que contribui constantemente para o desenvolvimento nacional e o reconhecimento das instituições de pesquisa e pesquisadores brasileiros pela comunidade científica internacional.

## REFERÊNCIAS

ABRATE, S. **Impact Engineering of Composite Structures**, v.526, pp. 104-132, 2005.

BAERE, I., PAEPEGEM, W. V., AND DEGRIECK J., **The Use of Rivets for Electrical Resistance Measurement on Carbon Fiber-Reinforced Thermoplastics**. *Smart Materials and Structures*, Vol 16, pp.1821–1828. 2007.

CALLISTER JR., WILLIAM D. **Materials science and engineering: an introduction**. New York: John Wiley and Sons, 2002.

CANTWELL, W.J.; MORTON, J. **The impact resistance of composites- a review**. *Composites*. v.22, n.5, pp. 347-362, 1991.

DAVIES, G., OLSSON, R. (2004). **Impact on composite structures**. *The Aeronautical Journal* (1968), 108 (1089), 541-563.

GALDINO JUNIOR, F. **Desenvolvimento de uma máquina de impacto por queda de peso para materiais compósitos**. 2014. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

LI, NIAN & CHEN, Puhui. (2015). **Experimental investigation on edge impact damage and Compression-After-Impact (CAI) behavior of stiffened composite panels**. *Composite Structures*. 138. 10.1016/j.compstruct.2015.11.060.

MALHOTRA, A., GUILD, F.J., **Impact damage to composite laminates: effect of impact location**. *Appl Compos Mater* 2014; 21:165-177.

MALHOTRA, A., GUILD, F.J., PAVIER, M.J., **Edge impact to composite laminates: experiments and simulations**. *J Mater Science* 2008; 43:6661-7.

MORAIS, W. A. de; D'ALMEIDA, J. R. M.; GODEFROID, L. B. **Efeito de impactos repetidos de baixa energia em compósitos pultrudados**. *Polímeros*, v. 11, p. 27-34, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v11n1/v11n1a06.pdf>>.

OSTRÉ, B., BOUVET, C., LACHAUD, F., MINOT, C., ABOISSIÈRE, J., **Edge impact damage scenario on stiffened composite structure**. (2014) *Journal of Composite Materials*. ISSN 0021-9983.

POTTER, K., **An introduction to composite products: Design, development and manufacture**. Springer-Verlag, Chapman & Hall, New York, United States, 1-38 p. 1997.

RHEAD, A.T., MARCHANT, D., BUTLER, R.: **Compressive strength of composite laminates following free edge impact**. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 41, 1056-1065, 2010.

ROMARIZ, L. A., **Dano em placas laminadas devido ao impacto a baixas velocidades**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 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**