



# Projeto, Análise e Otimização na Área das Engenharias

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)



# Projeto, Análise e Otimização na Área das Engenharias

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
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. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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 Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. 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. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **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. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
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  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Projeto, análise e otimização na área das engenharias

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Henrique Ajuz Holzmann

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 Projeto, análise e otimização na área das engenharias /  
Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa -  
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-696-6

DOI 10.22533/at.ed.966210601

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz  
(Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

### Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria continua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril. Destaca-se ainda a apresentação das áreas da engenharia e elétrica e eletrônica, com a busca da redução de custos e automação de processos.

Da ênfase em alguns trabalhos voltados a realizar um levantamento econômico dos de processos e o estudo das áreas térmicas.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Aos autores, agradeço pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE MICROCONTROLADORES NA AUTOMAÇÃO DE SHOPPING CENTER**

Rafael Jacinto dos Santos  
Guilherme Henrique Ferreira Neves  
Luiz Felipe Costa Rosa  
Washington Junio Ferreira Resende

**DOI 10.22533/at.ed.9662106011**

### **CAPÍTULO 2..... 8**

#### **ANÁLISE DE DESEMPENHO DOS INVERSORES DE TRÊS NÍVEIS NPC E PONTE H**

Kennedy Ricardo da Silva  
Abinadabe Silva Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.9662106012**

### **CAPÍTULO 3..... 20**

#### **VIABILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DE LUMINÁRIAS CONVENCIONAIS POR LUMINÁRIAS LED NO SETOR INDUSTRIAL**

Bruno Sousa de Castro  
Antonio Manoel Batista da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.9662106013**

### **CAPÍTULO 4..... 34**

#### **PROJETO PARA ELABORAÇÃO DE UMA PEN PLOTTER**

Rafael Ferreira da Silva  
Welton Abreu Rosa  
Luciana Paro Scarin Freitas  
Jorge Luis Ribeiro dos Santos Júnior  
Luís Henrique Chouay Dall’Agnese  
Grégori da Cruz Balestra

**DOI 10.22533/at.ed.9662106014**

### **CAPÍTULO 5..... 40**

#### **DEPRECIAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS USANDO OS MÉTODOS LINHA, COLE, PERCENTAGEM CONSTANTE E CAIRES**

Adalberto Gomes de Miranda  
Jonhunny Jeyson da Costa Gandra  
Adailza Aparício de Miranda  
Steven Frederick Durrant  
José Costa de Macêdo Neto  
Adailson Aparício de Miranda

**DOI 10.22533/at.ed.9662106015**

### **CAPÍTULO 6..... 56**

#### **ANÁLISE DOS IMPACTOS GERADOS PELA FALTA DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NO CUSTO DA EXECUÇÃO DE UMA CRECHE TIPO 1 PADRÃO FNDE EM**

## CARUARU-PE

Matheus Henrique Pacheco Bezerra  
Maria Victória Leal de Almeida Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.9662106016**

## **CAPÍTULO 7..... 70**

### **ESTIMAÇÃO E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES ARRASTADORES NA MISTURA AZEOTRÓPICA ÁGUA/1-PROPANOL POR MEIO DO XSEOS**

Erich Potrich  
Larissa Souza Amaral

**DOI 10.22533/at.ed.9662106017**

## **CAPÍTULO 8..... 78**

### **PROJETO DE ELEMENTOS FINITOS: FLEXÃO EM BARRAS COM DIFERENTES MATERIAIS**

Gabriel Brandão Santos  
Gleudson Silva Figueiredo  
Jullyane Milena Silva de Figueiredo

**DOI 10.22533/at.ed.9662106018**

## **CAPÍTULO 9..... 93**

### **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE COMPÓSITO DE MATRIZ DE GESSO REFORÇADO COM CAPIM**

Diogo Antonio Correa Gomes  
Eduardo Hélio de Novais Miranda  
Gustavo Monteiro Costa Sbampato Resende  
Henrique Andrade Alvarenga Barbosa  
Márcia Aparecida Imaculada de Oliveira  
Mariane Duarte Resende  
Thaiane Oliveira Marcelino

**DOI 10.22533/at.ed.9662106019**

## **CAPÍTULO 10..... 100**

### **PROJETO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO MECÂNICA DE UM GUINCHO DE IÇAMENTO PARA LOCOMOÇÃO DE CARGAS**

Antonio Rodrigues Freitas de Carvalho  
Diógenes Linard Aquino Freitas  
Eduardo Ataíde de Oliveira  
Jardielson José da Costa Almeida  
Lucas Filipe de Vasconcelos

**DOI 10.22533/at.ed.96621060110**

## **CAPÍTULO 11..... 113**

### **PROJETO E CONSTRUÇÃO DE REFRIGERADOR PORTÁTIL BASEADO NO EFEITO PELTIER**

Bruno Almeida Miranda Silva  
Vitor Alves Pimenta  
Maksym Ziberov

DOI 10.22533/at.ed.96621060111

**CAPÍTULO 12..... 124**

PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL DO DESEMPENHO TERMO-HIDRÁULICO DE NANOFLUIDOS NA REFRIGERAÇÃO DE REATORES NUCLEARES À ÁGUA LEVE

Alexandre Melo de Oliveira  
Amir Zacarias Mesquita  
Isabela Carolina Reis

DOI 10.22533/at.ed.96621060112

**CAPÍTULO 13..... 131**

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO ESCOAMENTO DE AR EM DIFUSORES PARA APLICAÇÃO NA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

Silmara Bispo dos Santos  
Rodrigo Sabino Pereira  
Francisco Carlos Lima de Souza  
Keteri Poliane Moraes de Oliveira  
Edson Godoy

DOI 10.22533/at.ed.96621060113

**CAPÍTULO 14..... 144**

FATORES DE EQUILÍBRIO E DOSES EM MINAS SUBTERRÂNEAS BRASILEIRAS

Talita de Oliveira Santos  
Zildete Rocha  
Paulo Cruz  
Vandir de Azevedo Gouvea  
Flávia Luiza Soares Borges  
João Batista de Siqueira  
Laura Cardoso Takahashi

DOI 10.22533/at.ed.96621060114

**CAPÍTULO 15..... 152**

PHYSICAL DISTRIBUTION AND RADIOLOGICAL CONTRAST OF CEMENTS IMPLANTED *IN VITRO* VERTEBRAE

Carlos Julio Montañó Valencia  
Sonia Seger Pereira Mercedes  
Luciana Batista Nogueira  
Tarcísio Passos Ribeiro de Campos

DOI 10.22533/at.ed.96621060115

**CAPÍTULO 16..... 160**

PROJETO DE UM PADRÃO UNIVERSAL DE BAIXO CUSTO PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSPEÇÃO DE SOLDAGEM

Monalisa Pereira Silva  
Maksym Ziberov

DOI 10.22533/at.ed.96621060116

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>170</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>171</b>

## PROJETO DE UM PADRÃO UNIVERSAL DE BAIXO CUSTO PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSPEÇÃO DE SOLDAGEM

*Data de aceite: 04/01/2021*

*Data de submissão: 30/09/2020*

**Monalisa Pereira Silva**

Centro Universitário Una  
Uberlândia – MG

<http://lattes.cnpq.br/3888719768059144>

**Maksym Ziberov**

Universidade de Brasília  
Brasília – DF

<http://lattes.cnpq.br/3745791869688184>

**RESUMO:** Para garantir a confiabilidade dos processos de inspeção de soldagem, é necessário que os equipamentos estejam devidamente calibrados. O objetivo deste trabalho é apresentar o projeto de uma peça multiuso para auxiliar inspetores de solda. O projeto unifica os principais defeitos em soldagem com as principais funcionalidades dos calibres de solda, contando também com um calibre de cortes e gabaritos para eletrodos e arames, além de possibilitar a caracterização visual de materiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Soldagem, Calibração, Calibre Universal, Inspeção de Solda.

DESIGN OF A LOW COST UNIVERSAL  
STANDARD FOR EQUIPMENT  
CALIBRATION AND WELDING  
INSPECTION

**ABSTRACT:** To guarantee the reliability of the

welding inspection processes, it is necessary that the equipment is properly calibrated. The objective of this work is to present the design of a multipurpose part to assist welding inspectors. The project unifies the main defects in welding with the main functionalities of the welding gauges, also counting on a gauge of cuts and electrodes and wires, in addition to enabling the visual characterization of materials.

**ABSTRACT:** Welding, Calibration, Universal Gauge, Weld Inspection.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os processos de soldagem são amplamente utilizados na indústria tendo em vista que oferecem união permanente entre elementos de diversas formas, através de diferentes fontes de energia que possibilitam a variação de parâmetros nos processos de acordo com a necessidade de cada projeto. É possível que ocorram defeitos nas juntas soldadas, causados na maioria das vezes pela escolha incorreta dos parâmetros de soldagem (CHIAVERINI, 1986; MODENESI, MARQUES, 2000; KIMINAMI et al., 2013). A fim de evitar que estes defeitos causem ruptura ou inutilização das peças ou estruturas produzidas, é importante que haja inspeção de solda.

A inspeção tem a finalidade de localizar os defeitos e garantir que seja mantida a qualidade nos processos de fabricação, e pode ser realizada visualmente com o auxílio de instrumentos como calibres de solda,

espelhos e câmeras, e/ou com a utilização de equipamentos eletrônicos, como aparelhos de ultrassom, radiografia, e até mesmo geradores de campo elétrico em ensaios com partículas magnéticas (DE SOUZA et al., 2007).

Nas técnicas de inspeção visual, o calibre de solda é muito utilizado pois auxilia o inspetor em diversas medições, tais como aberturas de chanfros, comprimento e reforço de cordões, espessuras de chapas, ângulos de bisel, profundidade de chanfros, altura de garganta e perna de solda, entre outros (INSIZE, 2013; CARBOGRAFITE, 2018). Existem diversos modelos de calibres disponíveis no mercado, alguns com função única como o medidor de perna e garganta em superfícies ortogonais (Figura 1a). Outros equipamentos conhecidos como calibres universais, que unificam o maior número de funções como medição de ângulos, espessuras, garganta e perna, profundidade de aberturas e comprimento de cordões (Figura 1b).

Quanto aos equipamentos utilizados nas demais técnicas de inspeção, é necessário que estejam bem calibrados, pois o funcionamento correto destes equipamentos garante que os defeitos sejam encontrados, sem que haja erro em leituras, o que poderia apontar defeitos inexistentes ou deixar de apontar defeitos existentes. Aconselha-se que a calibração destes instrumentos seja realizada a cada seis meses por empresa confiável e de acordo com a norma ISO 9000:2000 (GIMENES; URTADO, 2011).

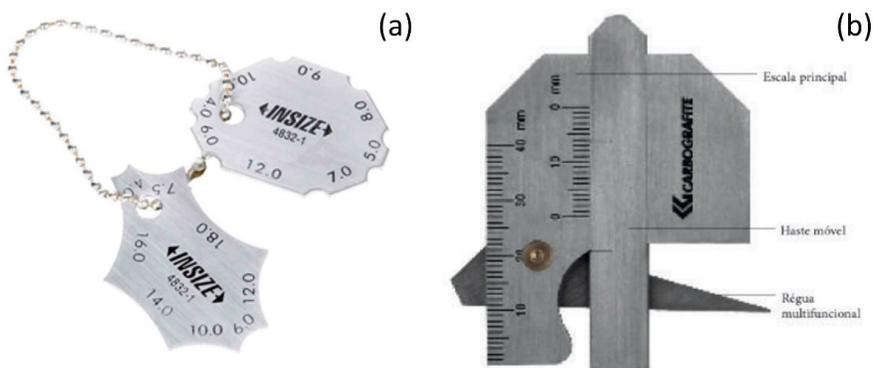


Figura 1. (a) - calibre de solda com função única (INSIZE, 2013) e (b) - Calibre de solda universal (Carbografite, 2018)

O objetivo deste trabalho é apresentar o projeto de uma peça multiuso a ser utilizada por inspetores de solda tanto em inspeções visuais quanto na calibração de equipamentos de inspeção, tendo em vista que a peça contempla um calibre de solda universal e uma chapa com os principais defeitos em cordões de solda, causados propositalmente, para que os equipamentos de inspeção os localizem, comprovando seu funcionamento. Embora existam calibres universais no mercado, não há atualmente uma peça que contemple as

principais funcionalidades de calibres em conjunto com a possibilidade de calibração de equipamentos de inspeção.

A peça apresenta ainda funcionalidades como medidores de diâmetros de eletrodos (TIG e ER) e arames de solda (MIG/MAG e SAS), além de informações pertinentes à área de soldagem.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Algumas etapas foram seguidas para idealização do projeto. Primeiro, houve a definição do design da peça, sendo esta com três espessuras diferentes, contendo um tubo removível e um calibre universal. Posteriormente foi definido que os materiais utilizados seriam aço 1020 na chapa e aço inoxidável nas partes removíveis (tubo e calibre). Logo após, as dimensões foram estabelecidas, bem como quais defeitos seriam simulados. Houve também a cotação dos materiais para fabricação e uma estimativa do custo de mão de obra. Embora esteja pronto para ser fabricado, não houve a confecção de um protótipo do projeto em razão da pandemia mundial (COVID-19).

Quanto ao design, a peça terá três espessuras diferentes para possibilitar a utilização de cordões multipasse nas partes de maior espessura, e ao mesmo tempo trazer economia de material com a redução da espessura em partes nas quais não foi necessária a utilização de multipasse. O calibre universal foi posicionado na parte de menor espessura assim como o tubo. A chapa conterà os 10 defeitos mais comuns em soldagem, para que o maior número de equipamentos de inspeção possam ser calibrados através destes defeitos. Foram utilizados diferentes cortes nas laterais com diferentes qualidades, servindo também como calibre de cortes.

Sob a chapa foram gravadas à laser algumas informações pertinentes à área de soldagem, e a chapa também contará com amostras de materiais com diferentes colorações afim de permitir a identificação visual destes materiais, proporcionando que o inspetor reconheça os metais de base para solda. O material utilizado na chapa foi o aço 1020, muito comum na indústria, assim como todos os aços com baixo teor de carbono, o que possibilita a geração dos defeitos em um material muito próximo aos quais surgirão os defeitos reais. Além disso, os aços de baixo carbono também apresentam ótimo custo benefício.

Para o calibre e o tubo, partes removíveis que possivelmente terão mais contato com as mãos dos inspetores, deverá ser utilizado aço inoxidável, material predominante em todos os calibres encontrados no mercado, principalmente pela característica anti-oxidação. Quanto à oxidação da chapa, esta deverá ser evitada através da galvanização por zinco, por exemplo, ou outros métodos como pintura ou revestimento.

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o levantamento das ideias sobre quais seriam as dimensões e os componentes do projeto, definiu-se que as espessuras da chapa foram de 19,05 mm (0,75 in) 12,70 mm (0,50 in) e 6,35 mm (0,25 in). O calibre com largura de 70 mm e comprimento de 100 mm, contará com uma régua com escala de 100 mm, um medidor de ângulos com escala de 0° a 180°, um medidor para eletrodos revestidos com diâmetros de 1,60 mm a 6,00 mm, um medidor de arames para solda MIG/MAG com diâmetros de 0,80 mm a 1,60 mm, um medidor de profundidade com escala de 15 mm e uma lâmina deslizante para medição de garganta, perna e espessuras com escala de 50 mm. As dimensões do calibre são demonstradas na Figura 2a (vista frontal) e na Figura 2b (vista posterior).

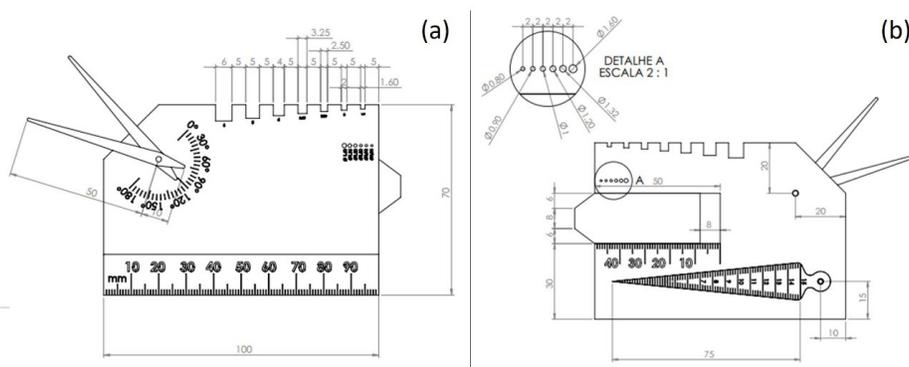


Figura 2. (a) - vista frontal do calibre de solda e (b) - Calibre de solda universal (CARBOGRAFITE, 2018)

A chapa também apresentará informações gravadas à laser, sendo estas informações: Diagrama Ferro-Carbono (Figura 3a), tabela com os principais tipos de chanfros e juntas nas quais são utilizados (Figura 3b), identificação por cor dos eletrodos TIG (Tabela 1), códigos e nomes dos defeitos produzidos nos cordões conforme a norma ISO 6520-1 (ISO, 1998) (Tabela 2), número de referência dos principais processos (Tabela 3) e exemplo de identificação do código da nomenclatura dos eletrodos revestidos (Figura 3c).

Ainda na chapa, na parte de maior espessura haverá a inclusão de alguns materiais utilizados na indústria com diferentes colorações para possibilitar a caracterização visual, sendo estes: ouro, cobre, alumínio, níquel, chumbo, bronze, latão e ferro. A chapa terá 300 mm de largura e comprimento de 480 mm, tal como demonstrado na Figura 4.

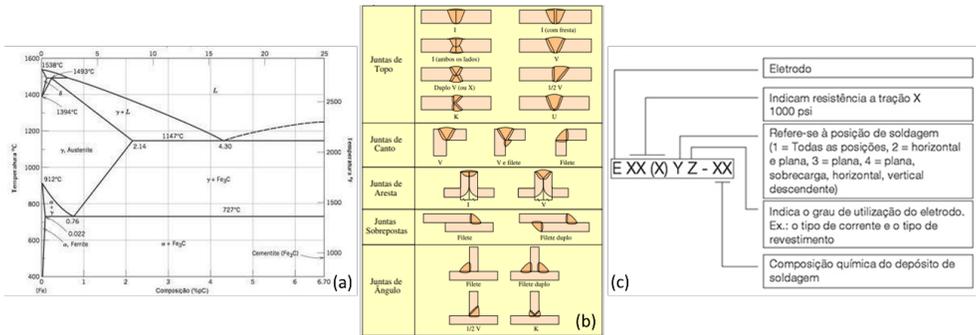


Figura 3. (a) - diagrama Ferro-Carbono (CALLISTER, 2002), (b) - tipos de juntas e estilos de chanfros (MODENESI, 2008) e (c) - nomenclatura de eletrodos revestidos (FORTES, 2005)

Designação ANSI/AWS A5.12	Composição (Impurezas Totais $\leq 0,10\%$ )		Cor
	Aditivo Óxido	Tungstênio	
EWTh-2	ThO <sub>2</sub> : 1,70 – 2,20%	Balanço	Vermelha
EWLa-1.5	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 1,30 – 1,70%	Balanço	Dourada
EWP	–	99,95%	Verde
EWLa-1	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0,80 – 1,20%	Balanço	Preta
EWZr-1	ZrO <sub>2</sub> : 0,15 – 0,40%	Balanço	Marrom
EWCe-2	CeO <sub>2</sub> : 1,80 – 2,20%	Balanço	Laranja
EWLa-2	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 1,80 – 2,20%	Balanço	Azul
EWTh-1	ThO <sub>2</sub> : 0,80 – 1,20%	Balanço	Amarela

Tabela 1. Identificação dos eletrodos TIG por cor (Adaptado de FONSECA, 2004)

Defeito	Código
Inclusão de Escoria	300
Respingos	602
Trinca à Quente	1011
Trinca à Frio	1031
Porosidade	2012-2017
Cratera	2025
Inclusão de Tungstênio	3041
Falta de Fusão	4011
Falta de Penetração	4021
Mordedura	5011

Tabela 2. Códigos de identificação dos defeitos em soldagem, norma ISO 6520-1 (ISO, 1998)

Nº	Processo	Nº	Processo
1	Soldagem por arco voltaico	135	Arco metálico e gás ativo (MAG)
101	Arco metálico	136	Arco metálico e gás ativo com eletrodo revestido
111	Arco voltaico manual	137	Arco metálico e gás inerte com eletrodo revestido
11	Arco metálico sem gás protetor	14	Gás protetor de Tungstênio
12	Arco submerso	141	Gás inerte de Tungstênio (TIG)
13	Arco metálico e gás protetor	15	Solda a plasma
131	Arco metálico e gás inerte (MIG)	151	Solda TIG com plasma

Tabela 3. Número de referência dos principais processos (arco elétrico) (Adaptado de FISCHER et al., 2011)

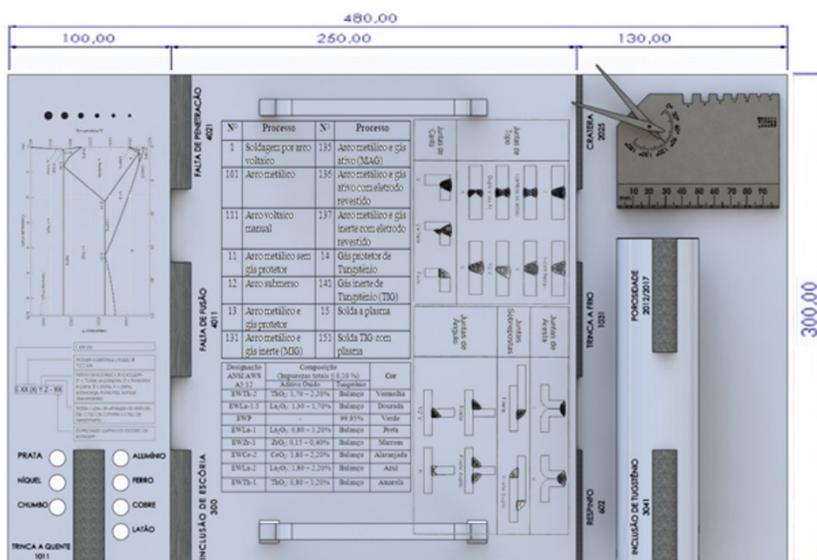


Figura 4. Vista superior da peça

As laterais foram utilizadas para demonstrar as superfícies de quatro diferentes tipos de cortes, sendo estes cortes à plasma, oxicorte, à laser e por jato d'água. Nas laterais com 450 mm, foram utilizados os cortes à plasma e oxicorte com diferenças de qualidade entre as diferentes espessuras, na maior espessura o corte foi de maior qualidade, na espessura média foi de qualidade regular e na menor espessura a qualidade foi inferior, como exemplifica a Figura 5.

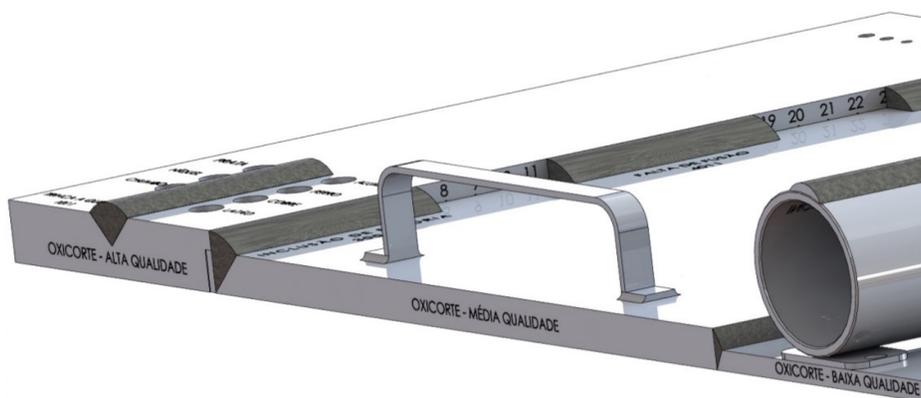


Figura 5. Exemplo de cortes laterais.

Nas laterais com 350 mm foram utilizados os cortes à laser e por jato d'água, além da gravação à laser de escalas padrão em mm e em polegadas. Na Figura 6 é possível notar o exemplo de escala em mm.

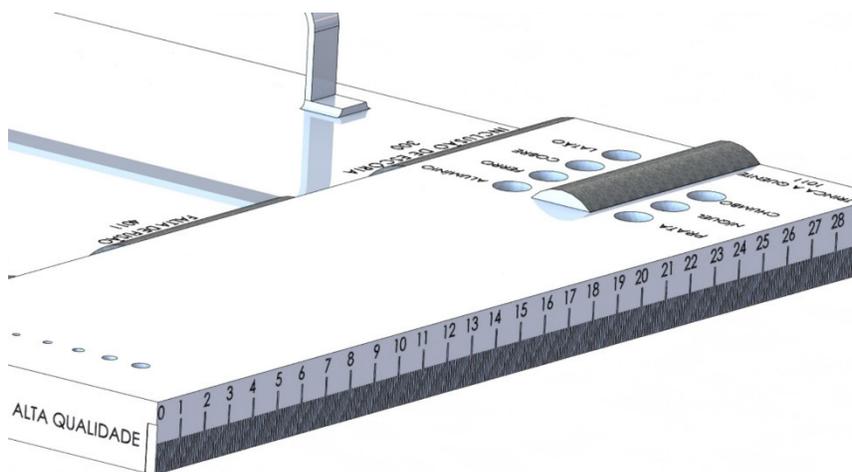


Figura 6. Escala graduada lateral em mm

A montagem final da peça pode ser vista nas Figuras 7a, 7b e 7c.

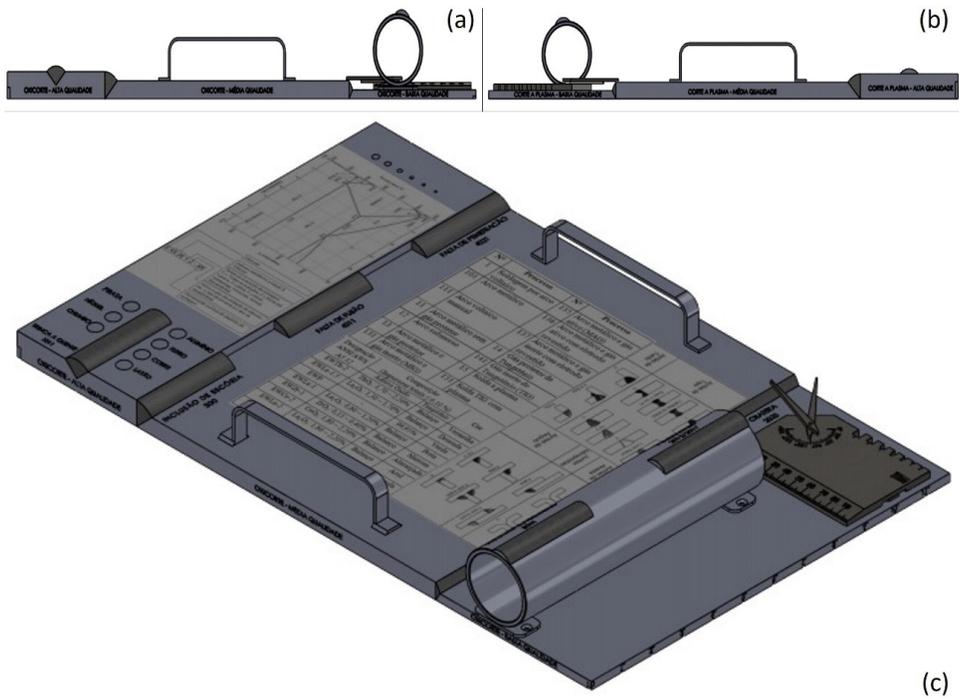


Figura 7. (a) - vista lateral direita, (b) - vista lateral esquerda e (c) - montagem final da peça (vista em perspectiva isométrica)

O projeto apresenta como principal vantagem o fato de ser multiuso, pois pode ser utilizado para diversas finalidades em soldagem e conta também com um calibre dos cortes mais utilizados além de amostras de materiais para identificação visual. O calibre universal anexado à peça possibilita que o inspetor utilize um único instrumento em inspeções visuais, reduzindo em volume e quantidade os instrumentos para transporte nas inspeções. Os defeitos presentes na peça facilitam a calibração de instrumentos de inspeção de solda, uma vez que estes podem ser testados através dos defeitos.

A utilização de diferentes tipos de corte nas laterais com diferentes qualidades demonstra a aparência superficial resultante de cada processo, além de demonstrar também as qualidades dos processos mais utilizados (plasma e oxicorte), tornando possível que o inspetor verifique a qualidade do corte das peças por comparação. As amostras de materiais com diferentes colorações fazem com que tanto o inspetor quanto o soldador possam reconhecer o material soldado de forma rápida e fácil, o que pode evitar que sejam utilizados parâmetros incorretos durante o processo de soldagem.

Outra vantagem do projeto é a segurança. A peça não apresenta riscos graves quanto à segurança de uso, os únicos riscos previsíveis são a possibilidade da peça se chocar contra o corpo do operador e o risco ergonômico, caso o operador não esteja atento

às regras de ergonomia ao erguer a peça do chão e carregá-la por um longo trajeto, por exemplo.

Uma limitação do projeto é a dificuldade na realização de ensaios por líquido penetrante, o que descarta a verificação deste método de inspeção, pois o ensaio por líquido penetrante deixa resquícios que invalidariam outros testes com penetrante no mesmo local, logo, deveria ser utilizada uma nova superfície a cada ensaio, o que inviabiliza este tipo de ensaio na peça. A oxidação do aço 1020 também pode ser vista como limitação, porém é possível que este problema seja resolvido com a galvanização ou utilização de outros processos que impeçam a oxidação, como pintura ou revestimento.

O custo de fabricação do projeto foi calculado com base na densidade dos materiais a serem utilizados. As densidades utilizadas nos cálculos foram de  $8000 \text{ kg/m}^3$  para o aço inoxidável e  $7870 \text{ kg/m}^3$  para o aço 1020, o peso aproximado da peça foi de 14,10 kg, desconsiderando o peso dos cordões de solda e de parafusos e chapas de fixação.

O custo de fabricação da peça, incluindo os materiais e os serviços de gravação à laser, cortes e soldagem, seria de aproximadamente R\$ 1500,00, com base em pesquisa realizada na cidade de Uberlândia-MG em maio de 2020. Este valor não engloba os custos de projeto realizado por engenheiro, bem como o custo para desenho em software ou lucros pretendidos com a possível comercialização.

O projeto poderá impactar a indústria no sentido de que irá contribuir para a melhoria na qualidade das peças e estruturas produzidas, uma vez que auxiliará na calibração dos instrumentos de inspeção tornando-os mais precisos e confiáveis na localização de defeitos, possibilitando que estes sejam corrigidos, o que causa diminuição nos acidentes com a ruptura de estruturas, impactando também na sociedade. A peça também facilitaria o trabalho dos inspetores por oferecer em um único equipamento diversas funcionalidades, diminuindo o número de instrumentos isolados e oferecendo além da possibilidade de calibração dos instrumentos de diversos ensaios de inspeção, um calibre de solda universal para inspeções visuais.

A calibração oferecida pela peça seria útil em todos os processos de soldagem nos quais ocorrem os defeitos ou descontinuidades citados (porosidade, trinca à quente, trinca à frio, cratera, falta de fusão e penetração, inclusões, mordeduras e respingos), pois esta funcionalidade é atingida através do apontamento dos defeitos existentes pelo aparelho de inspeção, podendo ser utilizado em qualquer material, não se limitando aos cordões realizados em aços com baixo teor de carbono.

## 4 | CONCLUSÃO

Foi apresentado o projeto de uma peça multiuso que poderá ser utilizada por inspetores de solda em inspeções visuais e na calibração de equipamentos de inspeção.

Através da análise do projeto é possível concluir que a peça apresenta os principais

defeitos em soldagem para calibração de instrumentos de inspeção, e que o calibre de solda incluso contempla as principais funcionalidades dos calibres de solda existentes no mercado, podendo portanto ser considerado um calibre universal.

O projeto é multifuncional, devido à variedade de instrumentos passíveis de calibração, ao auxílio em inspeção visual, à possibilidade de identificação de materiais de base, à capacidade de identificação de diâmetros de eletrodos e arames de solda e à viabilidade em reconhecer a qualidade dos cortes mais utilizados na indústria, funcionando também como calibre de cortes.

## REFERÊNCIAS

Carbografite. **Catálogo de produtos – Solda**. Disponível <<http://www.carbografite.com.br/upload/carbografite-catalogo-completo-de-solda3.pdf>>. Rio de Janeiro, 2018. Acesso em: 10 de junho de 2020.

Chiaverini, V. **Tecnologia Mecânica – Volume II: Processos de fabricação e tratamento**. McGraw-Hill, São Paulo, 1986, 315p.

De Souza, C.; Moreira, A.B.; Carneval, R.O.; Dos Santos, J.M.R.; Simões, H.R. **Uso das técnicas de END: Ultra-som (TOFD e Phased Array), Radiografia, Partículas Magnéticas e ACFM na Avaliação de Juntas Soldadas com Trincas de Fadiga**. IV Conferencia Panamericana de END, Buenos Aires, 18p. 2007.

Fischer, U.; Gomeringer, R.; Heinzler, M.; Kilgus, R.; Näher, F.; Oesterle, S.; Paetzold, H.; Stephan, A. **Manual de Tecnologia Metal Mecânica**. Blucher, São Paulo, 2011, 412p.

Fonseca, A.S. **Soldagem TIG**. Sistema FIEMG, Minas Gerais, 2004.

Fortes, C.; Vaz, C.T. **Apostila de Eletrodos Revestidos**. ESAB, Minas Gerais, 2005, 32p.

Gimenes, L.J.; Urtado, E. **Calibração de equipamento de soldagem**. Infosolda, 5p. 2011.

Insize. **Catálogo Completo – Instrumentos de Medição**. Disponível <[http://www.insize.com.br/produtos/pdf/Catalogo\\_Completo\\_Produtos\\_Insize\\_2013.pdf](http://www.insize.com.br/produtos/pdf/Catalogo_Completo_Produtos_Insize_2013.pdf)>. São Paulo, 2013. Acesso em: 10 de junho de 2020.

ISO 6520-1. **Welding and Allied Processes – Classification of Geometric Imperfections in Metallic Materials – Part 1: Fusion Welding**. International Organization for Standardization, 1998, 23p.

Kiminami, C.S.; De Castro, W.B.; De Oliveira, M.F. **Introdução aos Processos de Fabricação de Produtos Metálicos**. Blucher, São Paulo, 2013, 236p.

Modenesi, P.J. **Terminologia Usual de Soldagem e Símbolos de Soldagem**. UFMG, Belo Horizonte, 2008.

Modenesi, P.J.; Marques, P.V. **Soldagem I: Introdução aos processos de soldagem**. UFMG, Belo Horizonte, 2000.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN** - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ansys 78, 79, 86, 91, 92, 135

Arduino 1, 2, 3, 7, 37

Arrastador 70, 71, 72, 74, 75, 76

Automação 1, 2, 6, 7, 35

Azeotropia 70, 71, 73, 75, 76

### B

Barras 36, 78, 79, 83

Bim 56, 57, 58, 68, 69

### C

Calibração 160, 161, 162, 167, 168, 169

Cimento ósseo 152

CNC 34, 35, 39

Contraste radiológico 152

Custos 6, 28, 30, 31, 32, 57, 134, 139, 168

### D

Depreciação 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 52, 53, 54, 55

Difusores 131, 132, 134, 138, 139

Dinâmica dos fluidos 132

### E

Eficiência 8, 10, 13, 15, 18, 19, 21, 23, 75, 92, 114, 118, 119, 121, 124, 125, 131

Elementos finitos 78, 79, 90, 91

Equilíbrio 9, 10, 70, 71, 72, 73, 74, 80, 82, 104, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Equipamentos 2, 8, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 57, 100, 101, 105, 112, 114, 122, 125, 160, 161, 162, 168

### F

Fator de equilíbrio 144, 145, 146, 147, 148, 149

Fibras vegetais 94

Flexão 78, 79, 80, 81, 82, 83, 93, 94, 97, 98, 100, 105, 109, 110, 111

Flexão estática 93, 94, 97, 98

## **G**

Guincho 100, 101

## **H**

Hidroxiapatita 152

## **I**

Iluminação 1, 2, 4, 6, 20, 21, 26, 28, 30, 31, 32, 33

Incompatibilidade 56, 57, 61, 62, 63, 68

Industrial 7, 18, 19, 20, 21, 23, 32, 33, 77, 113, 143

Inspeção de solda 160, 167

Inversor multinível 8, 10

## **L**

Led 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33

## **M**

Máquinas 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 100, 101, 111, 112

Métodos de avaliações 41

Mistura 70, 71, 72, 75, 147

## **O**

Obra pública 56, 57

## **P**

Peltier 113, 114, 122, 123

PenPlotter 34, 35, 38, 39

Periférico 1

Potência eólica 132, 133, 138, 139

Precisão 34, 35, 78, 79, 92, 96, 120

Projeto 2, 6, 25, 26, 28, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 56, 57, 58, 61, 63, 64, 68, 78, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 116, 118, 121, 123, 134, 147, 160, 161, 162, 163, 167, 168, 169

Prototipagem 3D 113

## **Q**

Qualidade de energia 8, 10, 13

## **S**

Sistema 1, 2, 4, 5, 6, 21, 22, 35, 37, 39, 58, 65, 66, 68, 71, 73, 80, 87, 94, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 112, 114, 115, 116, 120, 121, 133, 149, 152, 169

Sistema de transmissão 100, 102, 103, 112

Soldagem 160, 162, 164, 165, 167, 168, 169, 170

Sustentabilidade 8, 21, 94

## **T**

Transferência de calor 113, 123, 124, 125, 126, 127, 128

## **V**

Valor residual 40, 42, 43, 44, 53, 55

Viabilidade 20, 21, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 128, 131, 169

## **X**

XSEOS 70, 71, 74, 75, 76

# Projeto, Análise e Otimização na Área das Engenharias

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Projeto, Análise e Otimização na Área das Engenharias

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 