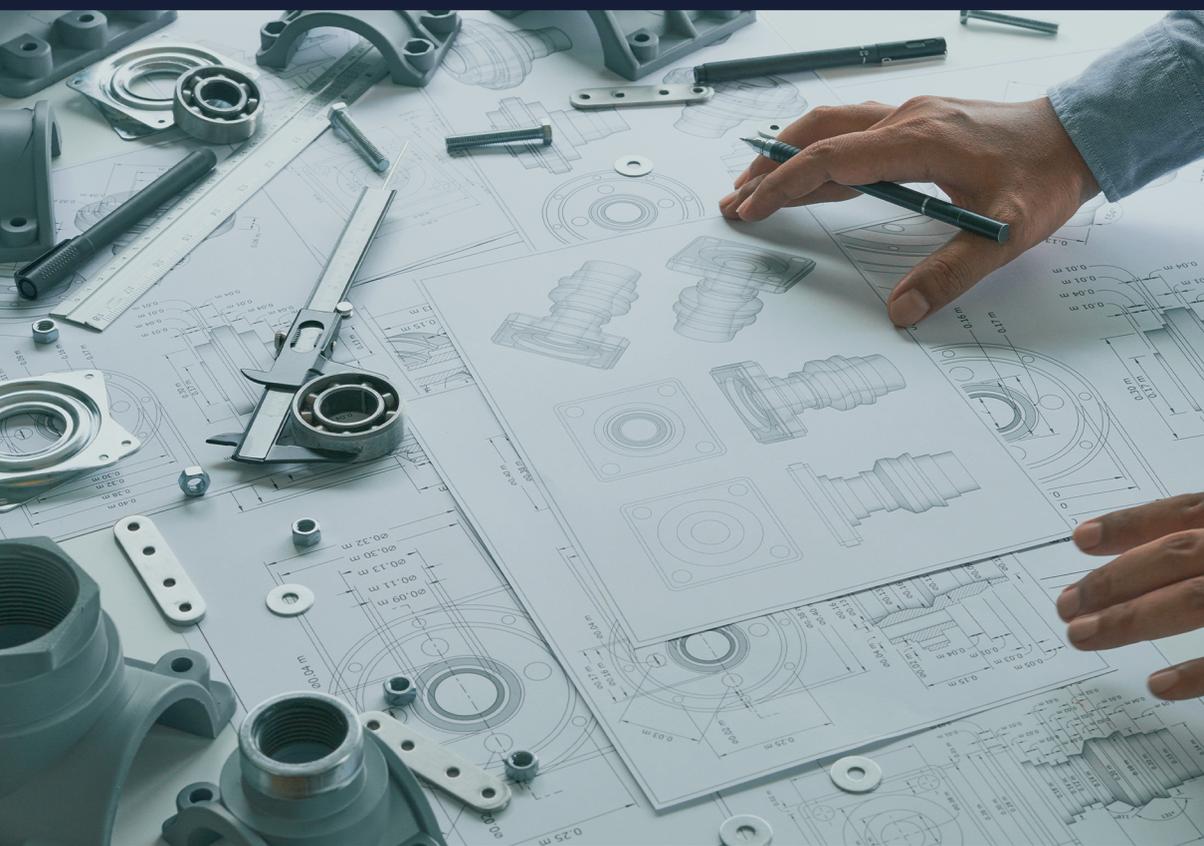


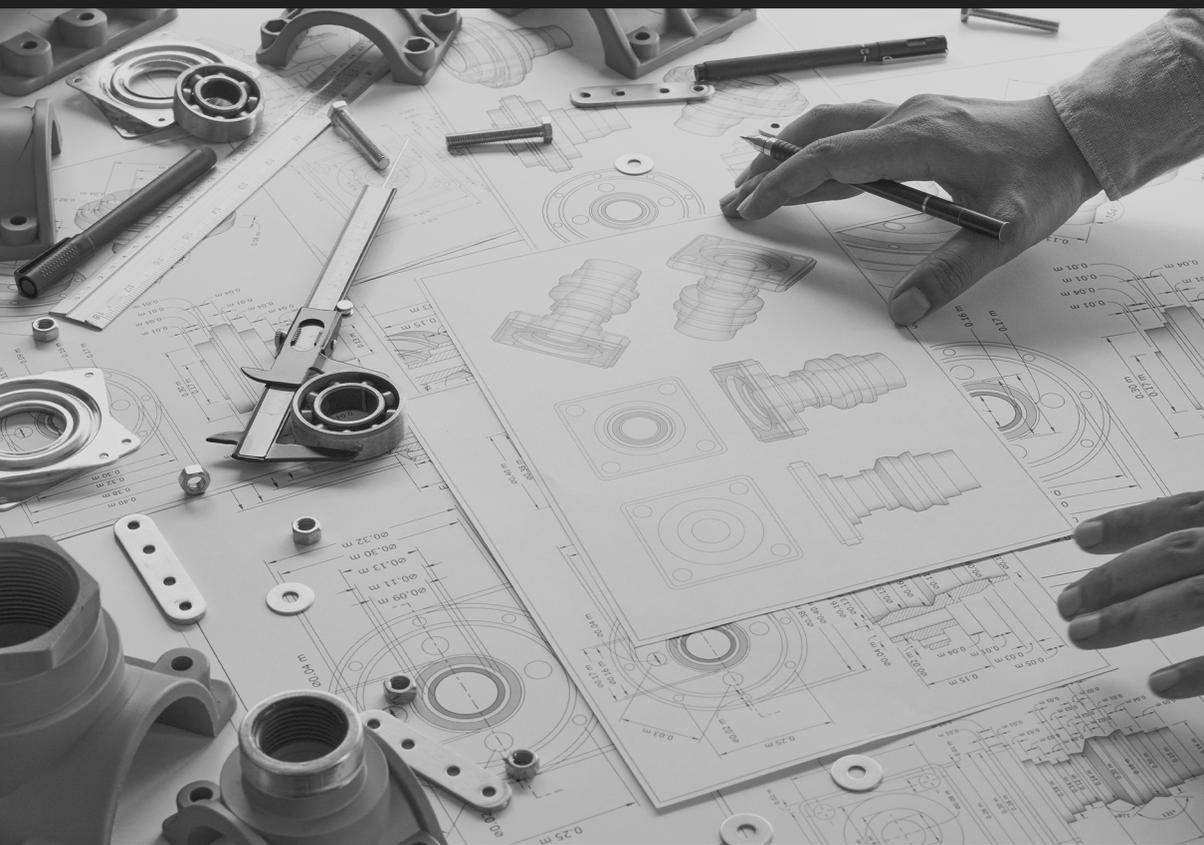
# ATIVIDADES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS NO CAMPO DA ENGENHARIA MECÂNICA



**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN**  
**JOÃO DALLAMUTA**  
**(ORGANIZADORES)**

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# ATIVIDADES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS NO CAMPO DA ENGENHARIA MECÂNICA



**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN**  
**JOÃO DALLAMUTA**  
**(ORGANIZADORES)**

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

### **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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **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  
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 Internazionele 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> 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<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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
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  
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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
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 Andrezza 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. 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  
Profª 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  
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 Alborno – 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. Lillian 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. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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

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

## Atividades científicas e tecnológicas no campo da engenharia mecânica

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Emely Guarez  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

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

A872 Atividades científicas e tecnológicas no campo da engenharia mecânica / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-486-3

DOI 10.22533/at.ed.863202610

1. Engenharia mecânica. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.  
CDD 621

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)

## APRESENTAÇÃO

Em um cenário cada vez mais competitivo, desenvolver novas maneiras de melhoria nos processos industriais, bem como para o próprio dia a dia da população é uma das buscas constantes das áreas de engenharia.

Desta forma buscar evitar ou prever falhas em sistemas é de vital importância, destacando-se o desenvolvimento de novos materiais, bem como de métodos analíticos e práticos para detecção. Entre os materiais os compósitos veem ganhado cada vez mais espaço devido a sua versatilidade, aliando resistência e peso.

Já para detecção de falhas os métodos de análise de vibrações é quase que unanimidade quando se quer um pleno funcionamento dos equipamentos. O estudo das análises de vibrações em sistemas vem ganhando cada vez mais espaço nos projetos, pois a redução dessas na maioria dos casos acarreta em uma maior vida útil ou um melhor funcionamento dos conjuntos.

Neste livro são apresentados trabalhos relacionados a engenharia mecânica, dentro de uma vertente teórico/prática onde busca-se retratar assuntos atuais e de grande importância para estudante, docentes e profissionais.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ABORDAGEM DE DETECÇÃO DE AVARIAS EM SISTEMA DINÂMICO UTILIZANDO TÉCNICA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

João Marcelo Abreu Bernardi

Edson Hideki Koroishi

**DOI 10.22533/at.ed.8632026101**

### **CAPÍTULO 2..... 12**

#### **UTILIZAÇÃO DE ATUADORES ELETROMAGNÉTICOS PARA O CONTROLE DE VIBRAÇÃO EM UMA VIGA DE MATERIAL COMPÓSITO**

Andrei Santos Oliveira

Camila Albertin Xavier da Silva

Edson Hideki Koroishi

Romeu Rony Cavalcante da Costa

Marco Túlio Santana Alves

**DOI 10.22533/at.ed.8632026102**

### **CAPÍTULO 3..... 21**

#### **CONTROLE ATIVO DE VIBRAÇÕES APLICADO A UMA VIGA FLEXÍVEL UTILIZANDO ATUADORES ELETROMAGNÉTICOS**

Matheus Rincon Modesto Maroni

Edson Hideki Koroishi

**DOI 10.22533/at.ed.8632026103**

### **CAPÍTULO 4..... 31**

#### **SUPRESSÃO DO FENÔMENO DE FLUTTER EM PAINÉIS COMPÓSITOS AERONÁUTICOS VIA TÉCNICA DE CONTROLE PASSIVO**

Lorrane Pereira Ribeiro

Antônio Marcos Gonçalves de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.8632026104**

### **CAPÍTULO 5..... 42**

#### **FABRICAÇÃO DE UM MANIPULADOR ROBÓTICO BASEADO EM UM GUINDASTE**

Ana Carolina Dantas Rocha

Eduardo Victor Lima Barboza

José Leonardo Nery de Souza

Otávio Clarindo Lopes Filho

Adriano Marinheiro Pompeu

Dheiver Francisco Santos

**DOI 10.22533/at.ed.8632026105**

### **CAPÍTULO 6..... 56**

#### **GANHO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO POR ENRIJECEDOR EM CHAPA DOBRADA A FRIO**

João Paulo Marques de Aquino

João de Jesus dos Santos

Lais Amaral Alves

**DOI 10.22533/at.ed.8632026106**

**CAPÍTULO 7..... 70**

**PADRONIZAÇÃO DE MATERIAIS COMO MEIO DE ECONOMIA EM SUPRIMENTO DE BENS: UM ESTUDO DE CASO**

Patrícia Aparecida Casteluber Nascimento

Gabrielle Silva Ribeiro

Beatriz Marvila Borges

Letícia dos Santos Sciortino

**DOI 10.22533/at.ed.8632026107**

**CAPÍTULO 8..... 77**

**A GENERALIZED INTEGRAL TRANSFORMED TECHNIQUE: LITERATURE REVIEW AND COMPARATIVE RESULTS WITH FINITE VOLUME METHOD**

Hildson Rodrigues de Queiroz

Flavio Maldonado Bentes

Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega

Fabiano Battemarco da Silva Martins

**DOI 10.22533/at.ed.8632026108**

**CAPÍTULO 9..... 101**

**UTILIZAÇÃO DE WC NA MOAGEM DE ALTA ENERGIA DE CAVACOS DE AÇO ALTO CROMO**

Roberta Alves Gomes Matos

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

**DOI 10.22533/at.ed.8632026109**

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 108**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 109**

## PADRONIZAÇÃO DE MATERIAIS COMO MEIO DE ECONOMIA EM SUPRIMENTO DE BENS: UM ESTUDO DE CASO

*Data de aceite: 01/10/2020*

*Data de submissão: 03/08/2020*

### **Patrícia Aparecida Casteluber Nascimento**

Faculdade do Centro Leste - UCL  
Serra - ES

<http://lattes.cnpq.br/3132776074896021>

### **Gabrielle Silva Ribeiro**

Faculdade do Centro Leste - UCL  
Serra - ES

<http://lattes.cnpq.br/5802221265578775>

### **Beatriz Marvila Borges**

Faculdade do Centro Leste - UCL  
Serra - ES

<http://lattes.cnpq.br/4598111118850352>

### **Letícia dos Santos Sciortino**

Faculdade MULTIVIX  
Vitória - ES

<http://lattes.cnpq.br/2995674967462275>

**RESUMO:** Este trabalho objetivou identificar e mapear as oportunidades na área de suprimento de bens, visando otimizar o processo de aquisição e reduzir o custo de estoque de materiais de uso comum de uma companhia. A metodologia empregada teve como base a padronização de atributos técnicos imprescindíveis para a caracterização do material, conjunto esse denominado PDM (Padronização de Descrições de Materiais), posteriormente é feita a análise de range de aplicação destes materiais, para assim aumentar o raio de utilização e conseqüentemente a

substituição daqueles não padronizados. Para demonstrar o desenvolvimento da metodologia, foi realizado um estudo de caso em parafusos do tipo estojo para área naval. Os resultados apresentados demonstram uma redução na variação de especificações dos parafusos do tipo estojo disponíveis para aquisição, gerando assim uma economia significativa em custos com estoque e facilitando a compra dos materiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão, padrão, materiais, estoque, parafuso estojo.

### STANDARDIZATION OF MATERIALS AS A MEANS OF ECONOMY IN SUPPLY CHAIN: A CASE STUDY

**ABSTRACT:** This study aimed to identify and map the opportunities in the goods supply area, aiming to optimize the acquisition process and reduce the common use materials stocks cost of a company. The methodology used was based on the standardization of essential technical attributes for the material characterization this set named PDM (Standardization of Material Descriptions), afterwards is done the range analysis of these materials applications, in order to increase their use and consequently the substitution of the non-standardized materials. To demonstrate the methodology development, was realized a study case in screw of the type case for naval area. The presented results demonstrated a reduction in the number of screw of the type case available for purchase, as result a significant saving in stock costs and facilitating the acquisition of the materials.

**KEYWORDS:** Management, standard, materials, stock, screw, nuts.

## 1 | INTRODUÇÃO

Estabelecer um padrão, é uma forma de garantir qualidade e, comumente, resulta, também, em redução de custos. A habilidade de realizar melhorias na base de fornecimento está entre as maiores oportunidades para aumentar a lucratividade e a competitividade das empresas (CHING, 1999). Nesse seguimento, a padronização das descrições dos materiais leva a redução da variedade de materiais utilizados em qualquer seguimento que necessita de estocagem e giro de bens. Conseqüentemente, gera a facilitação do controle de estoques, em diminuição do espaço físico dos armazéns e em redução dos custos de estocagem, manuseio e distribuição (área ocupada, instalações, utensílios, equipamentos, entre outros) e redução de perdas.

Basear-se em padrões técnicos (ISO, DIN, SAE, ABNT, etc) é um aspecto significativo da padronização, que permite adquirir produtos com garantia de qualidade e segurança, principalmente, quando os padrões são exigidos pela legislação. De outro modo, leva-se também a adequação do mercado fornecedor, fazendo com que os materiais sejam comercialmente viáveis e possuam a intercambialidade funcional, isto é, materiais de diferentes fabricantes podem atender a mesma função requerida pelo projeto e uso dos equipamentos (NOGUEIRA ET AL., 1984).

Considerando a importância do funcionamento adequado no transporte de fluídos em uma planta industrial, esse trabalho teve como objeto de estudo o parafuso estojo, material de extrema importância na manutenção das conexões para tubulação. Sendo assim, faz-se necessário levantar as características principais do material de estudo, realizar a padronização, para enfim obter uma redução importante em custos de suprimento e estocagem.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende uma categoria de material essencial para pleno funcionamento de plantas de tubulação que possuem ligações flangeadas: o parafuso estojo. Segundo Telles (2012), os estojos são barras cilíndricas rosqueadas com porcas e contraporcas independentes. Para cada tipo de aplicação, uma ligação flangeada é composta de dois flanges, uma junta de vedação e estojos com características compatíveis. Em geral, a quantidade de parafusos utilizados varia conforme o diâmetro nominal do flange, por exemplo: são necessários 4 jogos de estojo para uma ligação com flange de DN ½”.

Santos (2019) define o PDM como a base para identificar quais os dados técnicos para compor a descrição e conseqüentemente qual a ordem estará disposta na descrição, de forma a identificar, classificar e enriquecer o cadastro de materiais de uma empresa, visando a eliminação das multiplicidades dos materiais. De acordo com a montagem de descritivos técnicos para a aquisição do material em questão, as especificações e

propriedades requeridas, existem inúmeras combinações de características técnicas para adquirir o parafuso estojo. Desta maneira, realizou-se a identificação das características mais comuns nos descritivos técnicos, para atender as diversas áreas envolvidas na utilização de tubulações industriais (GONÇALVES, 2013).

Segundo Deus (2013), “[...] a especificação (descrição) é a identificação dos aspectos mais relevantes de um produto, que ajuda a classificá-lo de acordo com algum critério de interesse circunstancial. Para que a descrição seja feita de maneira adequada, é preciso considerar alguns critérios ou regras, que ajudam a tornar o processo preciso e eficiente [...]”, portanto, para elaboração das combinações, foi analisado tecnicamente e definido as seguintes características como principais: Material de fabricação do parafuso, revestimento do parafuso, especificação das porcas, revestimento da porca, tamanho (passo, série e classe), e por fim o comprimento do parafuso. Para cada especificação do flange, foi padronizado os materiais de fabricação conforme Tabela 1.

<b>Material do flange</b>	<b>Material dos parafusos</b>	<b>Material das porcas</b>
ASTM B 62 ASTM A 536 Gr 65-45-12 ASTM A 126 CL B ASTM A 105 ASTM A 216 Gr WCB	AL ASTM A193 gr. B7 revestido em Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8	AC ASTM A 194 Gr 2H revestido em Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8
ASTM A 350 Gr LF2 CL 1 ASTM A 352 Gr LCB ASTM A 350 Gr LF3 CL 1 ASTM A 352 Gr LC3	AL ASTM A320 gr L7 revestido em Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8	AL ASTM A194 gr 7L revestido em Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8
ASTM A 217 Gr C5 ASTM A 182 Gr F304 ASTM A 351 Gr CF8 ASTM A 182 Gr F316 ASTM A 351 Gr CF8M ASTM A 182 Gr F317 ASTM A 351 Gr CG8M ASTM A 182 Gr F347 ASTM A 351 Gr CF8C ASTM A 182 Gr F11 CL 2	AL ASTM A193 gr B16 revestido em Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8	AL ASTM A194 gr 7 revestido em Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8

Tabela 1. Padronização de material de fabricação e revestimento para estojos.

Considerou-se inicialmente para os parafusos e porcas, os materiais de fabricação e revestimentos mais comuns no mercado fornecedor, o dimensional em um range de 3/16” à 4.1/2”, e o comprimento variando entre 1.1/8” até 90.1/2”, isto é, sempre avaliando a viabilidade funcional, a intercambialidade e o fornecimento comercial.

Seguindo para a padronização, definiu-se os três principais materiais de fabricação dos parafusos, e de acordo com as respectivas normas, que são eles: o estojo A193 gr B16, que é conhecido como *high strength bolting*, por atuar em ambientes de grandes pressões e temperaturas, em flanges que requerem torques elevados e reaperto, quando necessário, apresentando alto nível de escoamento. Já a definição pela especificação de ALASTM A193 gr. B7 se dá devido às condições de uso, suas propriedades mecânicas e à temperatura que se atinge, esse também é muito utilizado nas grandes indústrias para alta temperatura ou pressão, além de outras aplicações severas. Por fim, e não menos importante, o ALASTM A320 gr L7, que é fabricado em aço liga 4140, que garante durabilidade e fixação precisa, sendo comumente especificado para uso geral.

Outro aspecto importante para padronização é o dimensional dos parafusos e porcas, por isso foi especificado que as dimensões dos parafusos para flanges devem ser conforme as ASME B16.5 e ASME B18.2.1. As roscas devem ser conforme a ASME B1.1, sendo que para parafusos de diâmetros 1” e menores devem ser do tipo “*coarse threads series*” UNC-2A e para parafusos de diâmetros 1 1/8” e maiores devem ser do tipo “*8 threads series*” 8UN-2A. As dimensões das porcas devem ser conforme a ASME B18.2.2 e as roscas devem ser conforme a ASME B1.1, sendo que, para porcas de diâmetros 1” e menores, usar a série UNC-2B, para diâmetros de 1 1/8” e maiores, usar a série 8UN-2B.

Os comprimentos dos estojos e parafusos a partir de 3 1/2” são definidos em múltiplos de 1/2”, com arredondamento para cima, tornando-se a última característica avaliada na metodologia aplicada.

Através dessas definições, foi possível realizar o saneamento das combinações possíveis, conforme exemplo da Tabela 2.

<b>Característica Técnica</b>	<b>Objeto não padronizado</b>	<b>Objeto padronizado</b>
<b>Nome padronizado</b>	Parafuso estojo	Parafuso estojo
<b>Porcas</b>	Com 2 porcas sextavadas pesadas	Com 2 porcas sextavadas pesadas
<b>Padrão das porcas</b>	Padrão ASME B18.2.2	Padrão ASME B18.2.2
<b>Tratam. Alívio tensões hidrog.</b>	Conforme ASTM B849 e B850	Conforme ASTM B849 e B850
<b>Material de fabricação</b>	AL ASTM A193 gr B7M	AL ASTM A193 gr. B7
<b>Revestimento do parafuso</b>	Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8	Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8

<b>Tamanho, passo, série e classe</b>	Tam. 1 1/2pol - 6 UNC-2A	Tam. 1 1/2pol - 8 UN-2A
<b>Comprimento do parafuso estojo</b>	Comprimento 10 1/4pol	Comprimento 10 1/2pol
<b>Material/especificação(porcas)</b>	AC ASTM A194 gr 2HM	AC ASTM A194 gr 2H
<b>Revestimento da porca</b>	Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8	Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8

Tabela 2. Exemplificação de PDM padronizado.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos, observa-se uma redução significativa na variedade de descritivos (Tabela 3).

De acordo com o demonstrativo de redução após a padronização, foi possível obter uma diminuição de 60% da variedade fixando-se o revestimento Zn-Ni ASTM B841 cl1-B/E gr 5-8 para o parafuso e as porcas.

<b>Características</b>	<b>Sem padronização</b>	<b>Com padronização</b>	<b>Redução (%)</b>
Revestimento do parafuso	10	4	60%
Revestimento da porca	10	4	60%
Material de fabricação (parafuso)	37	20	46%
Tamanho, passo, série e classe	58	32	45%
Comprimento do parafuso estojo	137	91	34%
Material de fabricação (porcas)	35	29	17%
<b>Total de combinações viáveis</b>	<b>4414</b>	<b>2583</b>	<b>41%</b>

Tabela 3. Demonstrativo de redução da variedade com a padronização

Observa-se neste trabalho que existe uma gama considerável de materiais de fabricação para estojos. Dos 37 tipos diferentes de materiais mais utilizados no mercado, percebe-se que, conforme Tabela 1, ao determinar três materiais de parafusos como principais, foi possível obter 20 materiais diferentes que atendem e substituem tecnicamente todas as exigências de uma instalação, para as respectivas aplicações, representando uma redução de 46%.

Já para a característica do material de fabricação das porcas, não foi possível alcançar uma perda relevante da variedade, pois a especificação depende também da classificação do material do parafuso, resultando em apenas 17%.

O comprimento do parafuso foi o atributo mais crítico a ser quantificado e avaliado. Entretanto, foi possível determinar os ranges conforme catálogos comerciais, alcançando um índice de 34% de redução.

Por fim, foi possível ajustar o tamanho (DN), apenas corrigindo o passo, série e classe conforme o diâmetro especificado. Portanto, de 58 possibilidades foi possível a utilização de somente 32 dimensões distintas.

## 4 | CONCLUSÃO

Através do objeto de estudo e a proposta de metodologia aqui apresentados, constatou-se que é possível reduzir 41% da variedade de descritivos comercialmente viáveis de parafuso estojo, fixando-se as características essenciais para definição do material.

Analisando a demanda e o ramo da companhia, além de padronizar, permitisse catalogar de forma estruturada e sistemática os materiais, garantindo assim a uniformização dos dados e a qualidade da informação, conseqüentemente na restrição da diversidade de especificações.

Conforme o referencial e a metodologia aplicada, conclui-se que uma empresa que pretende introduzir inovações ou melhorias na gestão de materiais, visando economia na cadeia de suprimento de bens, deve padronizar suas especificações técnicas de modo a atender às necessidades das partes interessadas, pois segundo Ching (1999), 1% de redução do custo de suprimento, proporciona 10% de aumento do lucro.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM 193 - Standard specification for alloy-steel and stainless steel bolting for high temperature or high pressure service and other special purpose applications.** [S.l.], p. 13. 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM 194 - Standard Specification for carbon steel, alloy steel, and stainless steel nuts for bolts for high pressure or high temperature service, or both.** [S.l.], p. 12. 2018.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM A320 - Standard specification for alloy-steel and stainless steel bolting for low-temperature service.** [S.l.], p. 8. 2018.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM B841 - Standard Specification for electrodeposited coatings of zinc nickel alloy deposits.** [S.l.], p. 5. 2018.

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada.** 1ª. ed. [S.l.]: Atlas, 1999.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento na cadeia de suprimentos - Estratégia, planejamento e operação.** 1ª. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 2003.

DEUS, T. T. A Importância de se estabelecer procedimentos de controle de estoque na tree computação. **Fundação Pedro Leopoldo**, Agosto 2013. Disponível em: <[http://www.fpl.edu.br/2018/media/pdfs/graduacao/tcc/2013/tcc\\_tamar\\_teles\\_de\\_deus\\_2013.pdf](http://www.fpl.edu.br/2018/media/pdfs/graduacao/tcc/2013/tcc_tamar_teles_de_deus_2013.pdf)>. Acesso em: 27 Março 2019.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais - princípios, conceitos e gestão.** [S.l.]: Atlas, 2009.

GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais**. [S.l.]: Elsevier, 2013.

NOGUEIRA, E. A.; GOMES, A. J. S. **Classificação de materiais suprimento método & técnica**. [S.l.]: Copyright, 1984.

SANTOS, C. N. A Padronização Descritiva de Materiais (PDM) e sua Importância como Ferramenta de Maximização de Processos e Atividades Empresariais. **Avm**, 2012. Disponível em: <[http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias\\_publicadas/K220513.pdf](http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K220513.pdf)>. Acesso em: 16 Fevereiro 2019.

TELLES, P. C. S. **Tubulações industriais - materiais, projetos, montagem**. [S.l.]: LTC, 2012.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aerelasticidade 31  
Atuador Eletromagnético 21, 22, 26  
Automação Industrial 42, 45

### B

Barras Comprimidas 56

### C

Circuitos Shunt Multimodais 31  
Controle Ativo de Vibrações 12, 15, 19, 21  
Controle Passivo de Vibrações 31, 32

### E

Enrijecedor Intermediário 56, 58, 59, 63, 64, 65, 66, 67, 68  
ERA/OKID 12, 13, 15, 20  
Estoque 70, 75  
Evolução Diferencial (ED) 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 30, 41, 55, 69, 75, 106

### G

Gestão 70, 75, 108

### I

Inteligência Artificial 1, 2

### L

LQR (Regulador Linear Quadrático) 12, 13, 15, 21, 28, 29, 30

### M

Materiais 13, 31, 32, 42, 43, 46, 47, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 102, 108  
Material Compósito 12, 13, 16, 19, 35  
Mecatrônica 42, 54  
Microcontroladores 42, 44, 55

### P

Padrão 24, 25, 26, 27, 70, 71, 73  
Parafuso Estojo 70, 71, 72, 73, 74, 75  
Perfis Formados a Frio 56, 57, 58, 69

## **R**

Rede Neural Artificial (RNA) 1

Resistência à Compressão 56, 57, 58, 64, 65, 66, 67, 68

## **S**

Sistema Dinâmico 1, 21

## **V**

Viga Flexível 21, 22

---

# ATIVIDADES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS NO CAMPO DA ENGENHARIA MECÂNICA

---

[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) 

# ATIVIDADES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS NO CAMPO DA ENGENHARIA MECÂNICA

---

---

[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) 