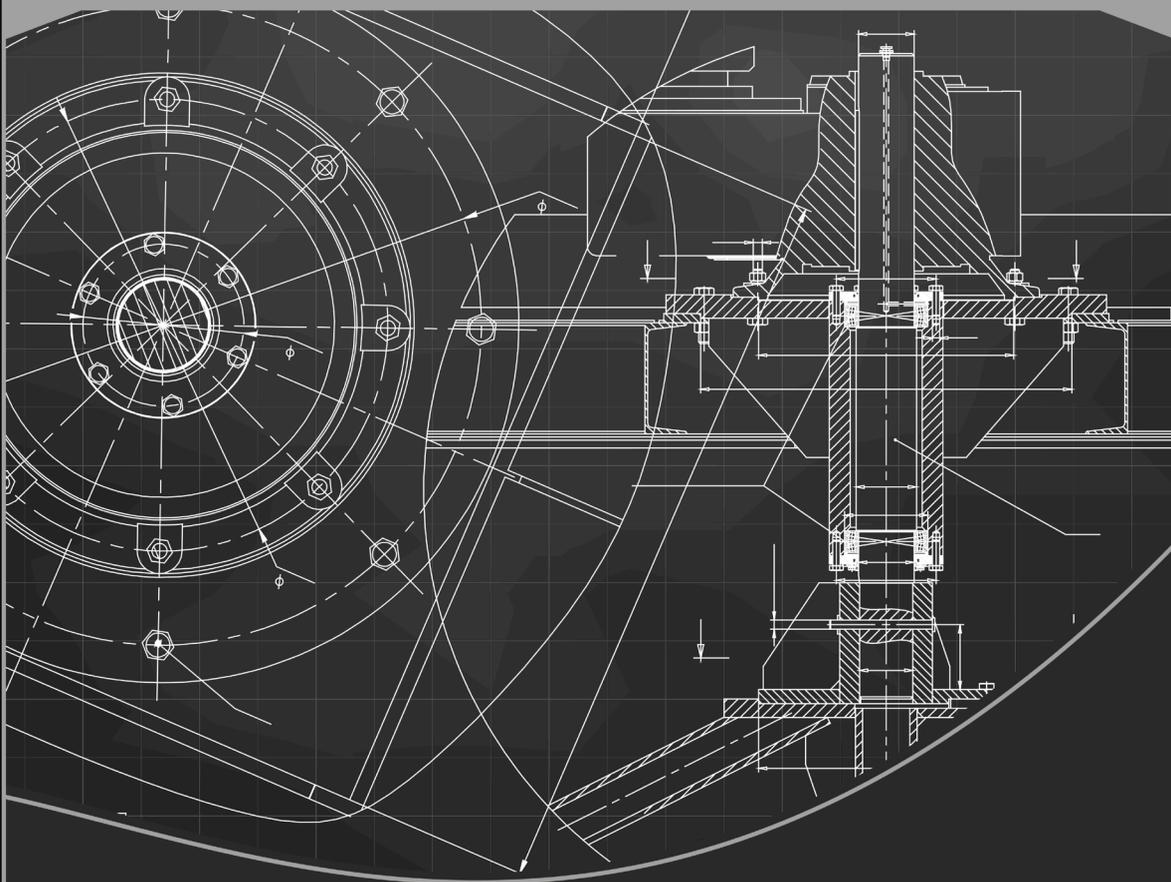


# Engenharia mecânica:

A influência de máquinas, ferramentas  
e motores no cotidiano do homem

2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora

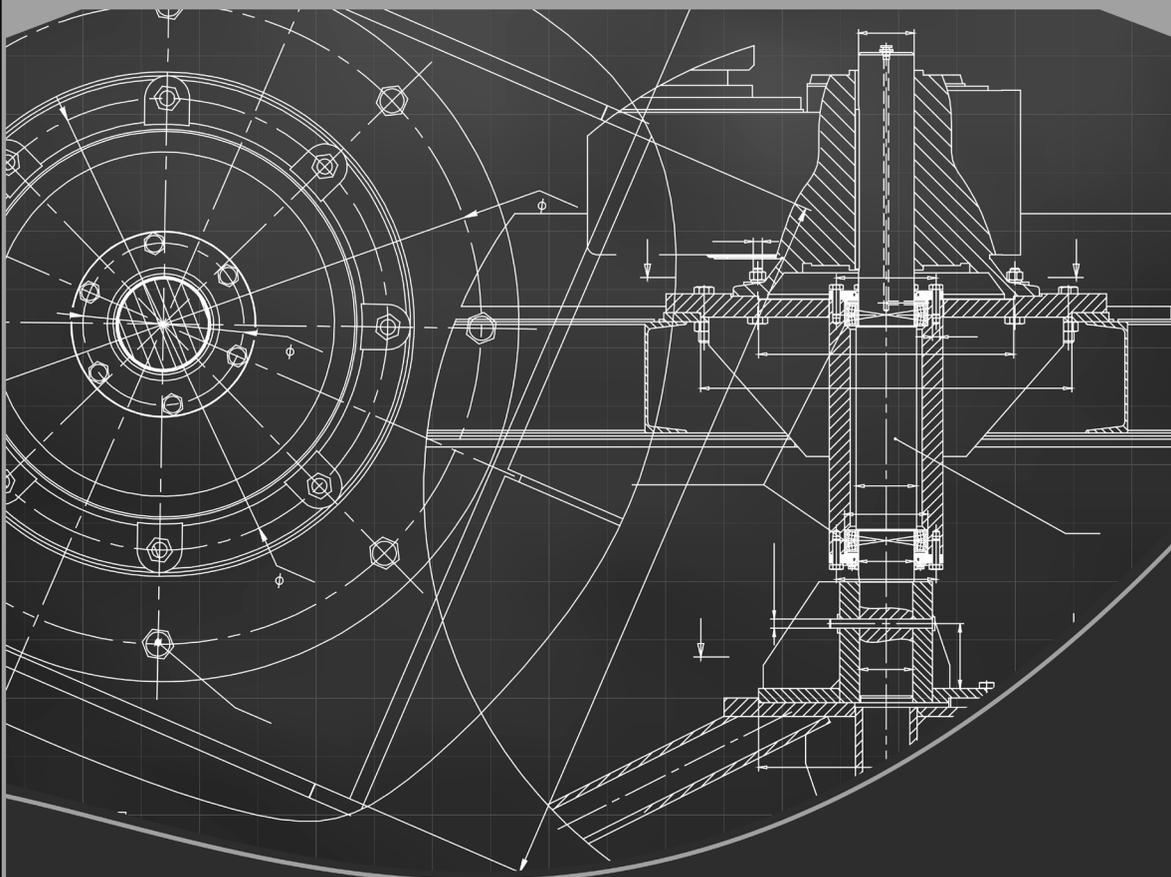
Ano 2021

# Engenharia mecânica:

A influência de máquinas, ferramentas  
e motores no cotidiano do homem

2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora

Ano 2021

**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  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª 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  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
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  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
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  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª 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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
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  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
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 Miraniide 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. 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  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza 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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
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/UFGA  
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia 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  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
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

## Engenharia mecânica: a influência de máquinas, ferramentas e motores no cotidiano do homem 2

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

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

E57 Engenharia mecânica: a influência de máquinas, ferramentas e motores no cotidiano do homem 2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-117-3

DOI 10.22533/at.ed.173211806

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

## 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

A Engenharia Mecânica pode ser definida como o ramo da engenharia que aplica os princípios de física e ciência dos materiais para a concepção, análise, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos. O aumento no interesse por essa área se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral.

Nos dias atuais a busca pela redução de custos, aliado a qualidade final dos produtos é um marco na sobrevivência das empresas, reduzindo o tempo de execução e a utilização de materiais.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de mecânica e materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. A caracterização dos materiais é de extrema importância, visto que afeta diretamente aos projetos e sua execução dentro de premissas técnicas e econômicas.

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. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DE UTILIZAÇÃO DA FIBRA DE BANANEIRA COM RESINA SINTÉTICA EM COMPÓSITOS**

Rúi Carlos de Sousa Mota

José Ubiragi de Lima Mendes

**DOI 10.22533/at.ed.1732118061**

### **CAPÍTULO 2..... 18**

#### **CARACTERIZAÇÃO DA BORRA DE PIAÇAVA (*ATTALEA FUNIFERA*) PARA PRODUÇÃO DE BRIQUETES**

Alexandre Silva de Moraes

Vitor da Silva Lacerda

Alberto Matheus Freitas Oliveira

Ana Claudia Rangel da Conceição

Carlos Alberto França Junior

Victor Antunes Silva Barbosa

Mirtânia Antunes Leão

**DOI 10.22533/at.ed.1732118062**

### **CAPÍTULO 3..... 34**

#### **STRUCTURAL OPTIMIZATION OF A NOSE LANDING GEAR FOR CESSNA 172 AIRPLANE**

Raphael Basilio Pires Nonato

Alexander Dias Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.1732118063**

### **CAPÍTULO 4..... 49**

#### **AVALIAÇÃO DO GRAU DE SENSITIZAÇÃO E O APARECIMENTO DE FASES INTERMETÁLICAS EM TRECHO DE TUBULAÇÃO DE FORNO DE COQUEAMENTO RETARDADO**

Thiago Batista David

Erike Wilker Arruda Figueredo

Fillipe Stephany de Souza Virgolino

Luiz Adeildo da Silva Junior

Moisés Euclides da Silva Junior

**DOI 10.22533/at.ed.1732118064**

### **CAPÍTULO 5..... 60**

#### **FABRICAÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO AA7013 ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE METALURGIA DO PÓ**

Enéas Carlos de Oliveira Silva

Eduardo José Silva

Thiago Batista David

Moisés Euclides da Silva Junior

Oscar Olimpio de Araujo Filho

**DOI 10.22533/at.ed.1732118065**

**CAPÍTULO 6..... 78**

**FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO AA7009 ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE METALURGIA DO PÓ**

Enéas Carlos de Oliveira Silva  
Eduardo José Silva  
Thiago Batista David  
Moisés Euclides da Silva Junior  
Oscar Olimpio de Araujo Filho

**DOI 10.22533/at.ed.1732118066**

**CAPÍTULO 7..... 96**

**FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO AA8011 ATRAVÉS DAS TÉCNICAS DE METALURGIA DO PÓ**

Sandra Torres Zarzar  
Diogo Monteiro do Nascimento  
José Endreo Baracho da Costa  
Moisés Euclides da Silva Junior  
Oscar Olimpio de Araujo Filho

**DOI 10.22533/at.ed.1732118067**

**CAPÍTULO 8..... 111**

**METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS ASSOCIADOS À APLICAÇÃO DE SOLDAGEM EM TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS**

Wagner Gutemberg Cavalcanti da Silva  
Felipe Leandro dos Santos  
Helen Rodrigues Araújo  
Marcio Rolemberg Freire  
Moisés Euclides da Silva Junior

**DOI 10.22533/at.ed.1732118068**

**CAPÍTULO 9..... 126**

**APLICAÇÃO DE MQL NO TORNEAMENTO DO AÇO SAE 4340 COM INSERTO DE METAL DURO TEXTURIZADO A LASER E REVESTIDO DE TiAIN**

Rhander Viana  
Milton Sérgio Fernandes de Lima  
Paulo Vinícius da Silva Resende

**DOI 10.22533/at.ed.1732118069**

**CAPÍTULO 10..... 142**

**ESTUDO DO GRADIENTE DE TEMPERATURA DURANTE O FRESAMENTO DO AÇO AISI 4340 UTILIZANDO O MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS**

Nicollas Vivaldini  
Rodrigo Henriques Lopes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.17321180610**

**CAPÍTULO 11 ..... 150**

**IDENTIFICAÇÃO DO MOMENTO IDEAL DE TROCA DE FERRAMENTAS DE CORTE ATRAVÉS DO MONITORAMENTO DO DESGASTE POR SINAL DE VIBRAÇÃO E**

## **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Lucas Costa Brito

Márcio Bacci da Silva

Marcus Antonio Viana Duarte

**DOI 10.22533/at.ed.17321180611**

## **CAPÍTULO 12..... 165**

### **METROLOGIA PARA ENGENHARIAS: CONSTRUÇÃO DE UM PROJETO METROLÓGICO PARA APLICAÇÃO DE CONCEITOS**

Lisiane Trevisan

Daniel Antonio Kapper Fabricio

**DOI 10.22533/at.ed.17321180612**

## **CAPÍTULO 13..... 175**

### **POTENCIAL ECONÔMICO E ENERGÉTICO DO APROVEITAMENTO DO CALOR REJEITADO POR CONDICIONADORES DE AR**

David Coverdale Rangel Velasco

José Alexandre Tostes Linhares Júnior

Felipe Perissé Duarte Lopes

Carlos Maurício Fontes Vieira

Afonso Rangel Garcez de Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.17321180613**

## **CAPÍTULO 14..... 184**

### **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO REGIME DE TRABALHO DE REFRIGERADOR DE GRÃOS INTEGRADO A TUBOS CANADIANOS**

Eduarda Silva Costa

Matheus Júnio Souza da Silva

Ramiro de Matos Bertolina

Thiago Ferreira Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.17321180614**

## **CAPÍTULO 15..... 193**

### **DIMENSIONAMENTO DE CARGA TÉRMICA DE CONDICIONARES DE AR NO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO COMPARATIVO ENTRE A NR 17 E NBR 16401**

David Coverdale Rangel Velasco

José Alexandre Tostes Linhares Júnior

Márcio Paulo Bonifácio das Neves

André Luiz Vicente de Carvalho

Afonso Rangel Garcez de Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.17321180615**

## **CAPÍTULO 16..... 205**

### **AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NO INTERIOR DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR PERTENCENTE À FROTA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO NO MUNICÍPIO DE CUIABÁ-MT**

Roberta Daniela de Souza

Marcelo Dias de Souza

Jonathan Willian Zangeski Novais

**DOI 10.22533/at.ed.17321180616**

**CAPÍTULO 17..... 211**

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE UM VEÍCULO BAJA**

Arthur Barroso Costa

João Lucas Moura Ferreira

Igor Antunes Ferreira

Luiz Gustavo Monteiro Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.17321180617**

**CAPÍTULO 18..... 234**

**UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DO USO DA AUTOMAÇÃO NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL**

Igor Moreno Mamedes

Andrea Teresa Riccio Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.17321180618**

**CAPÍTULO 19..... 245**

**PRINCIPAIS PARÂMETROS DE DESEMPENHO EMPREGADOS PELAS EMBARCAÇÕES DE PEQUENO PORTE MOVIDAS A ENERGIA FOTOVOLTAICA NO DESAFIO SOLAR BRASIL**

David Coverdale Rangel Velasco

Valter Luís Fernandes de Sales

**DOI 10.22533/at.ed.17321180619**

**CAPÍTULO 20..... 255**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA ENERGIA FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL**

David Coverdale Rangel Velasco

Elivandro Tavares Lôbo

Welder Azevedo Santos

Wagner Vianna Bretas

Rodrigo Martins Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.17321180620**

**CAPÍTULO 21..... 268**

**SINTONIA DE CONTROLADORES DE TEMPERATURA COM REDES NEURAIS**

Tiago Luís Andrade Pereira

Anderson Daleffe

**DOI 10.22533/at.ed.17321180621**

**CAPÍTULO 22..... 284**

**COMPARISON OF STRAIN AND LOAD OBTAINED VIA STRAIN GAGE BY WIRE AND WIRELESS TRANSMISSIONS**

Raphael Basilio Pires Nonato

Luiz Carlos Gomes Sacramento Júnior

Leonardo Ferreira Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.17321180622**

<b>CAPÍTULO 23.....</b>	<b>300</b>
<b>SISTEMA AUTOMATIZADO DESTINADO À ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE</b>	
Eliezer Silva Bonfim de Jesus	
Guilherme de Souza Carneiro Meireles	
Josedacson Barbosa de Lacerda	
Kevin Ruan dos Reis Oliveira	
Rúi Carlos de Sousa Mota	
<b>DOI 10.22533/at.ed.17321180623</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>307</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>308</b>

## PRINCIPAIS PARÂMETROS DE DESEMPENHO EMPREGADOS PELAS EMBARCAÇÕES DE PEQUENO PORTE MOVIDAS A ENERGIA FOTOVOLTAICA NO DESAFIO SOLAR BRASIL

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 03/03/2021

### David Coverdale Rangel Velasco

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Fluminense  
Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/9356476964884212>

### Valter Luís Fernandes de Sales

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Fluminense  
Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/6366696562174157>

**RESUMO:** O Desafio Solar Brasil (DSB) é um rali de barcos, movidos a energia solar, proposto para disseminar o espírito da competitividade, aliado à busca por inovação tecnológica, sustentabilidade e a cultura da cooperação mútua. Alcançar tais objetivos é a energia que move participantes de diversas regiões do país, em especial estudantes de cursos técnicos e de engenharia, professores e colaboradores diversos que buscam incessantemente pela constituição e desenvolvimento do melhor conjunto, constituído por embarcação e equipe. Neste sentido a pesquisa visou identificar que parâmetros técnicos relativos às embarcações proporcionaram os melhores desempenhos. O método da pesquisa consistiu na análise do regulamento e dos recursos e estratégias utilizados pelas equipes vencedoras das últimas etapas. Foram identificados e sequenciados

os parâmetros prioritários a saber: telemetria; controlador de carga; motor de propulsão; bateria; casco da embarcação. Estes são, portanto, os aspectos que os que já participam ou pretendem participar devem priorizar no sentido de alcançarem os melhores resultados, em termos competitivos, para concepção e uso das embarcações no DSB.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar fotovoltaica, propulsão de embarcações de pequeno porte, desafio solar brasil.

### MAIN PERFORMANCE PARAMETERS EMPLOYED BY SMALL VESSELS MOVED TO PHOTOVOLTAIC ENERGY IN THE BRAZILIAN SOLAR CHALLENGE

**ABSTRACT:** The Challenge Solar Brazil (DSB) is a boat rally, powered by solar energy, proposed to disseminate the spirit of competitiveness, combined with the search for technological innovation, sustainability and the culture of mutual cooperation. Achieving these goals is the energy that moves participants from different regions of the country, especially students from technical and engineering courses, professors and diverse collaborators who constantly seek the constitution and development of the best group, consisting of a vessel and team. In this sense, the research aimed to identify which technical parameters related to vessels provided the best performances. The research method consisted of analyzing the regulations and the resources and strategies used by the winning teams in the last stages. Priority parameters were identified and sequenced, namely: telemetry; charge controller; propulsion engine; drums; hull of the vessel.

These are, therefore, the aspects that those who already participate or intend to participate should prioritize in order to achieve the best results, in technical terms, for the design and use of vessels in the DSB.

**KEYWORDS:** Photovoltaic solar energy, propulsion of small vessels, challenge solar brazil.

## 1 | INTRODUÇÃO

A emprego da energia solar fotovoltaica na propulsão de embarcações já é uma realidade no Brasil, vide o exemplo das embarcações de pequeno porte desenvolvidas especialmente para participar do DSB. A Figura 1 demonstra um exemplo dessas embarcações.



Figura 1. Ilustração de uma embarcação típica do DSB.

Fonte: Migueis 2019.

O DSB é um evento nacional inspirado numa competição holandesa chamada *Frisian Solar Challenge*, que acontece a cada dois anos no norte do país europeu. Lá, os participantes percorrem aproximadamente 220 quilômetros de canais das 11 cidades da região de Frísia (PORTALSOLAR, 2017).

Por aqui, organizada sob a forma de competições entre equipes, o DSB busca, entre outros objetivos, promover o desenvolvimento de tecnologia, formar estudantes de ciências e tecnologias no uso de fontes alternativas de energia, popularizar a cultura náutica, incentivar o uso das fontes alternativas de energias, promover o intercâmbio entre estudantes e pesquisadores de ciências e tecnologias (DSB, 2009a).

Conforme aponta Batista *et al.* (2015), as embarcações de pequeno porte movidas a energia limpa, como as do DSB, auxiliam no desenvolvimento e divulgação de tais tecnologias. Assim o presente trabalho insere-se como um possível guia para a construção de embarcações movidas a energia solar, especialmente as empregadas no DSB, vislumbrando em contribuir para que se obtenha um melhor custo benefício das embarcações e pontos onde as inovações poderiam possuir maior impacto.

## **2 | MATERIAIS E MÉTODOS**

A definição dos principais parâmetros de desempenho de um barco para o DSB iniciou-se por meio da análise do regulamento vigente, artigos publicados pelas equipes, projetos de embarcações do DSB e respectivos desempenhos até 2020, especialmente as etapas de 2018 e 2020, bem como de uma bibliografia complementar.

### **2.1 Regulamento avaliado**

O regulamento avaliado foi elaborado em 2018 e continua vigente até o presente momento. Nele, além de descritas as responsabilidades das partes e as instruções da competição, são listados requisitos que uma equipe deve seguir para poder competir. Desta forma a viabilidade de cada elemento depende inicialmente deste regulamento, visto que por melhor que seja o barco, ele não poderá competir caso não se enquadre no regulamento. Por fim, a análise do regulamento teve o enfoque em requisitos como: delimitação das categorias, segurança, construção, sistemas elétricos (painéis solares, baterias e circuitos elétricos).

### **2.2 Artigos publicados pelas equipes participantes**

Ao participar do DSB as equipes desenvolvem suas embarcações e aperfeiçoam tecnologias existentes, criando inovações. A difusão das mesmas vai além da participação na competição. Assim, o DSB possui seu próprio congresso no qual são publicados artigos nos eixos: veículos elétricos, fontes alternativas de energia, educação em ciência, etc. Contudo, também existem diversos artigos publicados em diferentes congressos, revistas, etc. Ao analisar estes artigos é possível obter informações sobre o desenvolvimento das embarcações das equipes, bem como suas justificativas.

### **2.3 Projeto das embarcações competidoras**

Durante a DSB 2018 (Búzios/RJ) e 2020 (São Francisco do Sul/SC) os presentes autores participaram como observadores da competição, tendo acesso ao paddock e as equipes que ali estiveram. Desta forma, foi possível ver grande parte do projeto das embarcações, bem como conversar com seus respectivos projetistas acerca deles. Esta análise possibilita verificar a influência das diversas variáveis das embarcações e seus objetivos, bem como confrontá-los com os resultados obtidos na competição e as informações já publicadas em objetos clássicos de estudo, como livros e periódicos.

## 2.4 Análise da competição

Ao realizar um projeto é necessário seguir algumas premissas e não necessariamente elas se confirmam na prática. Esse fato somado à possíveis erros de projeto, gestão, estratégia, etc podem ensejar em resultados diferentes dos esperados para as embarcações durante a competição. Assim, a competição é um importante instrumento que aponta os resultados finais das embarcações. Realizar tal análise permite não só filtrar e definir os principais parâmetros de desempenho, mas também para validar que tais parâmetros realmente foram decisivos para o desempenho das equipes.

## 2.5 Análise bibliográfica complementar

De forma a fundamentar as demais análises é importante correlacioná-las com as bibliografias complementares. Isto não só aumenta a confiabilidade as informações da pesquisa, mas também permite que seja explicado de forma científica coisas que anteriormente foram constatadas por um processo experimental.

# 3 | RESULTADOS E CONCLUSÕES

Constatou-se que o principal desafio durante a competição é utilizar a energia produzida da melhor maneira possível, pois o evento é realizado ao longo de uma semana e a utilização inadequada durante um período pode não só prejudicar o desempenho durante aquele momento, mas também durante o restante da competição. Assim foram definidos cinco parâmetros principais de desempenho. Estes parâmetros influenciam direta e/ou indiretamente na eficiência da utilização de energia durante a competição e serão explicados nas subseções a seguir.

## 3.1 Casco

O casco da embarcação é de grande importância para obter um desempenho adequado e é um dos componentes mais duráveis da embarcação, visto algumas equipes utilizam cascos criados há 10 anos. O design do barco influencia na resistência ao movimento e pode ser projetado de forma a ficar mais adequado a um determinado regime de escoamento. Contudo tal elaboração é de difícil realização necessitando de cálculos complexos e/ou simulações em programas específicos como *Computational Fluid Dynamics* (CFD) e *MaxSurf*, vide o exemplo da Figura 2.

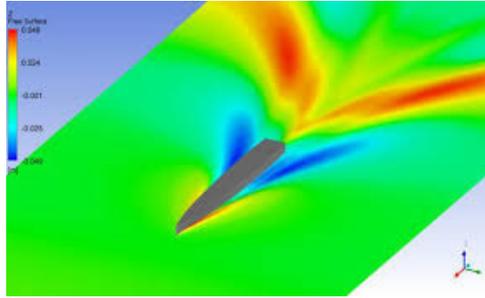


Figura 2. Análise utilizando o software *Computational Fluid Dynamics*.

Fonte: Machado (2015).

Outro fator importante é que o casco representa um grande percentual do peso da embarcação e por consequência influencia no consumo de energia. Esse fato possui uma alta influência no desempenho das embarcações, especialmente as que competem na categoria livre, nesta categoria não existe peso mínimo da embarcação. Assim, escolher elaborar o projeto da embarcação deve-se ter o cuidado para não superdimensionar a resistência do barco, bem como de utilizar métodos de fabricação e materiais que resulte no barco mais leve.

Considerando os esforços em que o casco da embarcação está submetido, bem como a resistência e densidade do material, constatou-se que é o mais leve para esta finalidade é o compósito estrutural do tipo sanduíches com núcleo em forma de colmeia, *Nomex*. Este material possui uma alta resistência específica, sendo também utilizado na indústria aeronáutica e pode reduzir o peso do casco da embarcação em mais de 70% (informação verbal)<sup>1</sup>.

### 3.2 Baterias

As baterias representam um importante componente do sistema, pois são elas que armazenam toda a energia e as diferentes tecnologias das mesmas permitem trabalhar dentro de uma curva de carga/descarga mais adequadas, além de representar um valor significativo do peso da embarcação, especialmente quando se utilizam tecnologias baseadas em chumbo.

O regulamento estabelece que a capacidade da bateria será considerada de acordo com uma curva de descarga de uma hora (C1) dada pelo fabricante, sendo a capacidade nominal total das mesmas limitada. Cada equipe pode escolher quais baterias devem ser utilizadas e associá-las, desde que permaneçam dentro dos limites de tensão e corrente estabelecidos pela competição. Os bancos de baterias são divididos em dois grupos, o sistema auxiliar, que é específico para alimentação unicamente do rádio e das bombas de porão, e sistema principal, que é para os demais equipamentos do barco (DSB, 2018a).

1. Informação fornecida pelo engenheiro naval e Yacht designer, Ronaldo F. Migueis, em junho de 2020.

A tecnologia com maior destaque na competição é a de Lítio, pois permite um melhor carregamento com um peso inferior, possuindo assim uma ótima densidade energética. Na competição europeia a utilização das baterias de lítio tem sido quase que unânime pelos motivos supracitados (MACHADO, 2015). As baterias a base de chumbo são o contrário, possuem uma menor densidade energética e são mais simples de utilizar, sendo as únicas que um sistema de monitoramento da bateria não é obrigatório.

### 3.3 Motor

A utilização de um motor adequado é fundamental para o desempenho do barco, visto que ele é o responsável pela locomoção da embarcação e é o componente que solicita a maior parte da energia do sistema. Contudo os motores elétricos de embarcações fabricados no Brasil, no que tange rendimento energético, estão defasados com os de outros países, sendo elas comumente importados (NASCIMENTO *et al.*, 2011). Observou-se durante a competição a existência de motores adaptados que inicialmente foram projetados para outras finalidades, mas sua adaptação foi uma maneira mais viável de combinar uma maior eficiência energética com menor custo.

Uma relação interessante dos motores elétricos é que conforme a velocidade aumenta o consumo sobe exponencialmente, conforme a Figura 3 que demonstra um gráfico de um dos motores mais comuns utilizados na competição em análise.

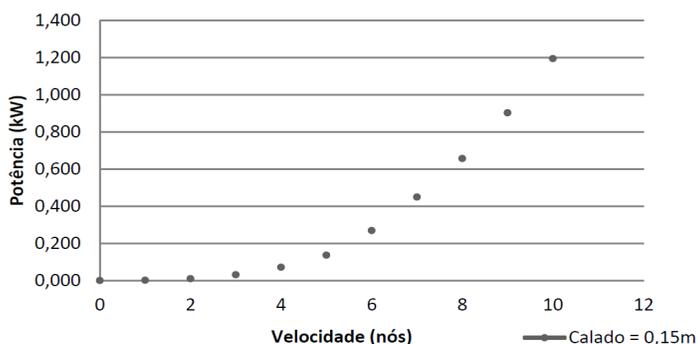


Figura 3. Potência demandada pelos propulsores versus velocidade da embarcação.

Fonte: NASCIMENTO *et al.* (2011).

Isto ocorre devido a influência desta variável no arrasto, sendo também o consumo influenciado por outras variáveis como geometria e peso da embarcação, o que reforça a importância da confecção adequada do casco da embarcação e a busca por minimizar o seu peso (ÇENGEL e CIMBALA, 2015). Araújo *et al.* (2016) apresentaram a estratégia de sua equipe em sua pesquisa, tentando utilizar-se de dois motores para reduzir o consumo

e/ou atingir potências superiores. Para tal é prudente utilizar-se de cálculos, simulações e/ou testes que verifiquem tal viabilidade e posição adequada dos motores como pode ser observado na Figura 4. Isto é necessário, pois a depender do projeto, o desempenho da embarcação pode cair e até mesmo favorecer a cavitação do motor, sendo o posicionamento do motor um fator recomendado até mesmo para equipes que utilizam apenas um motor.

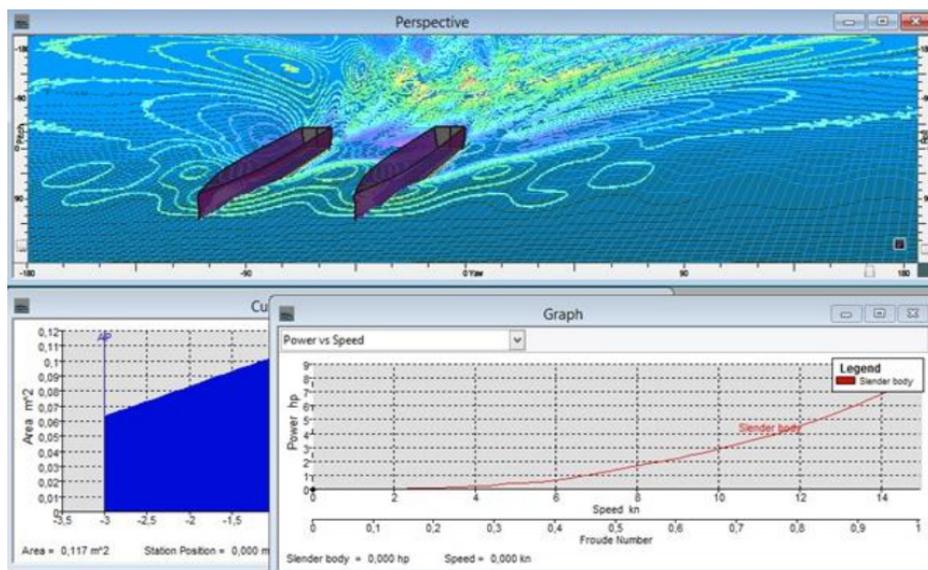


Figura 4. Testes hidrodinâmicos utilizando o *MaxSurf*.

Fonte: ARAUJO *et al.* (2016).

A estratégia de adotar dois motores não se provou tão eficaz visto que as equipes que se destacam na competição não utilizam dois motores, mas sim um único motor que normalmente é importado ou motores adaptados com eficiências superiores. Isto ocorre, pois as equipes que utilizam dois motores menos potentes geralmente possuem motores normalmente nacionais que embora sejam mais baratos, possuem eficiências inferiores. Quanto ao tipo de alimentação de corrente, Silva *et al.* (2013) observaram que os motores de corrente contínua apresentam um rendimento aproximadamente 20% inferior que os de corrente alternada e reitera que os motores de maior rendimento são comumente importados.

### 3.4 Controlador de carga

O Controlador de carga é um componente fundamental de qualquer sistema fotovoltaico, pois ele: ajusta a tensão de carga de acordo com o estado da bateria, protege o sistema e permite o monitoramento da produção de energia. No mercado existem

controladores de carga do tipo *Pulse Width Modulation* (PWM) e *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), sendo o último recomendado por possuir uma eficiência superior mesmo que seja mais caro que o primeiro. O MPPT é mais eficiente que o PWN, no qual o ganho de eficiência varia de acordo as condições de uso e fabricante sendo estimado entre 30% e 40%. Contudo, os mais conservadores acreditam que este valor é inferior e está entre 10% e 15% (PHOTON, 2008 *apud* NASCIMENTO *et al.* 2011).

Há também a possibilidade de desenvolver seu próprio um controlador de carga, visto que já existem pesquisas sobre isso e o desenvolvimento tecnológico é valorizada na competição, possuindo até um prêmio especificamente para isso, o Prêmio Fernando Amorim (DSB, 2018b; IFSC, 2015).

### 3.5 Telemetria

O DSB não é uma competição que se pode ganhar simplesmente por possuir o melhor barco. É uma competição onde diversas variáveis, conforme já mencionado, podem intervir no planejamento, dentre elas podemos acrescentar: incidência solar, condições marítimas, desempenho inesperado durante as provas ou até mesmo mudanças no cronograma da competição. Durante o 1º dia do DSB de 2009, foi observado a importância da estratégia e Filipe Manzoni, através do site oficial do DSB, disse que uma determinada equipe: “provou que mais importante que os motores e a sua potência, foi a estratégia e o uso correto da energia” (DSB, 2009b).

A possibilidade de monitorar o estado do barco é fundamental para a definição da estratégia necessária para competir, seja para saber se o barco possui energia para realizar uma prova ou para até mesmo mudar a velocidade da embarcação durante a competição, dada uma mudança repentina na incidência solar.

Embora algumas das variáveis medidas possam ser visualizadas pelo piloto, ter que monitorá-las e definir a melhor estratégia para cada momento é muito difícil. Assim muitas equipes deixam o piloto encarregado de somente visualizar as variáveis mais simples como a velocidade enquanto outros membros da equipe ficam encarregados definir a melhor estratégia transmitindo somente o que o piloto deve fazer para conseguir um desempenho superior. É importante ressaltar que não possuir a telemetria não impossibilita a equipe de fazer uma estratégia adequada, mas dificulta, especialmente na adaptação durante a competição.

A tecnologias para realizar a transmissão de dados durante o DSB são diversas, sendo destaque para as que são independentes de internet móvel. O DSB não é sempre realizado nos mesmos locais, assim ao desenvolver um sistema que seja dependente de infraestrutura de terceiros não é garantia de sucesso. No geral utilizam-se de microcontroladores que operam numa relação entre frequência e comprimento de onda satisfatórios. Isto é, que resulta numa combinação de qualidade de transferência e alcance satisfatórios à equipe.

### 3.6 Considerações Finais

Os parâmetros aqui apresentados são decorrentes de avaliações sobre a competição no estado atual, especialmente nas etapas analisadas. Assim, condições climáticas diferentes das competições avaliadas, alterações no regulamento, desenvolvimento de novas tecnologias, entre outras possíveis mudanças podem alterar a importância dos parâmetros aqui apresentados, bem como dar uma importância superior aos parâmetros que atualmente não prioritários.

### REFERÊNCIAS

ARAUJO, C. P. M. *et al.* **Construção de uma embarcação solar para competição universitária.** XLIV congresso brasileiro de educação em engenharia, Rio Grande do Norte, Brasil, 2016.

BATISTA, F. A. B. *et al.* **Embarcação solar de pequeno porte como objeto de pesquisa para o desenvolvimento e divulgação do uso de tecnologias associadas a energias limpas.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 4, p. 411–430, 2015.

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos fluidos: fundamentos e aplicações.** 3. ed. AMGH, Porto Alegre, Brasil, 990 p., 2015.

DESAFIO SOLAR BRASIL. **O Desafio.** Desafio Solar Brasil, 2009a. Disponível em: <<https://desafiosolar.wordpress.com/odesafio/>>. Acesso em: 27 fev. 2019.

DESAFIO SOLAR BRASIL. **1º dia de competição: tempo encoberto faz com que equipes mudem estratégia.** Desafio Solar Brasil, 2009b. Disponível em: <<https://desafiosolar.wordpress.com/2009/10/20/primeiro-dia-de-competicao-tempo-encoberto-faz-da-estrategia-a-arma-mais-eficiente/>>. Acesso em: 28 fev. 2019.

DESAFIO SOLAR BRASIL. **Regras de competição.** Rio de Janeiro, DSB, 2018a. Disponível em: <<https://desafiosolar.wordpress.com/odesafio/regras>>. Acesso em: 27 fev. 2019.

DESAFIO SOLAR BRASIL. **Resultado Final do DSB 2018.** DSB, 2018b. Disponível em: <<https://desafiosolar.wordpress.com/2018/09/18/resultado-final-do-dsb-2018/>>. Acesso em: 28 fev. 2019.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. **EDITAL 06 - 2015/PROPI: Resultado final (reitoria).** Santa Catarina, Brasil, IFSC, 2015. Disponível em: <[https://caco.ifsc.edu.br/arquivos/pesquisa/coord\\_pesq/editais2015/Edital%2006/resultado\\_gp\\_final\\_2015\\_reitoria.pdf](https://caco.ifsc.edu.br/arquivos/pesquisa/coord_pesq/editais2015/Edital%2006/resultado_gp_final_2015_reitoria.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2019.

MACHADO, A. S. **Construção de embarcação solar de alto desempenho para competição.** Projeto de Graduação em Engenharia Naval e Oceânica - Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 42 p., 2015.

MACHADO, O. J. *et al.* **Mudança na regra das baterias.** Desafio Solar Brasil, 2015. Disponível em: <<https://desafiosolar.org/2015/09/18/mudanca-na-regra-de-bateria/>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

MIGUEIS, R. F. **Arquivo Pessoal**, 2019.

NASCIMENTO, L. R. *et al.* **Barco solar: embarcação elétrica alimentada por energia solar fotovoltaica.** Revista Brasileira de Energia Solar, v. II, p. 41-48, 2011.

PORTAL SOLAR. **Desafio Solar: conheça o campeonato de barcos movidos à energia solar Portal Solar - Tudo sobre Energia Solar Fotovoltaica,** 2017. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/>>. Acesso em: 27 fev. 2019.

SILVA, G. G. DA *et al.* **Desenvolvimento do barco solar do IFSC.** Revista Ilha Digital, v. 4, p. 91-96, 2013.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

AA8011 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 108  
Aço Inoxidável 49, 50, 53, 54, 58, 59  
Aeração 184, 185, 186, 187, 190, 192  
Alimentação 115, 120, 122, 249, 251, 300, 301, 302, 303  
Análise de Investimento 255  
Animais 300, 301, 306  
Ar Condicionado 175, 178, 181, 202, 203, 204, 238  
Automação e Controle 234  
Automação Industrial 234, 243, 268  
Automação Residencial 238, 241, 243, 300, 306

### B

Bananeira 1, 2, 3, 15, 16  
Bioenergia 19  
Biomassa 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 238  
Briquetes 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31

### C

Carga Térmica 54, 175, 177, 178, 193, 195, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 282  
Catia V5 211, 212, 220, 222, 224  
Climatização 187, 193, 194, 238, 239, 242, 244  
Compósito 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 249  
Conforto 209, 300  
Conforto Térmico 193, 194, 195, 199, 201, 202, 204, 205, 206, 209, 210  
Controle 6, 13, 112, 128, 166, 171, 173, 188, 207, 210, 234, 236, 237, 238, 240, 241, 242, 243, 244, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 282, 283, 302, 303  
Corrosão Intergranular 49, 50, 51, 54, 55, 58, 59  
Custos 2, 18, 20, 61, 97, 111, 112, 113, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 151, 176, 234, 255, 256, 257, 262, 263

### E

Educação 1, 18, 30, 165, 166, 173, 174, 204, 245, 247, 253, 255, 300  
Eficiência 114, 116, 178, 180, 181, 190, 196, 234, 235, 236, 237, 238, 242, 243, 244

Eficiência Energética 18, 175, 177, 178, 181, 182, 183, 184, 196, 204, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244

Elementos Finitos 142, 143, 144, 148, 149

Energia 61, 76, 94, 98, 100, 120, 155, 178, 183, 189, 235, 236, 243, 245, 254, 257, 266, 267, 306

Energia Solar Fotovoltaica 245, 246, 254

Engenharia Mecânica 17, 49, 77, 95, 96, 111, 148, 150, 165, 166, 174, 182, 184, 192, 307

Ergonomia 193, 204, 211, 212, 213, 215, 220, 232

Extrusão 96, 97, 98, 100, 105, 107, 108, 109

## **F**

Fase Sigma 49, 50, 51, 53, 56

Fibra Natural 1

Fibra Vegetal 1, 2

## **I**

Índice de Calor 205, 206, 207, 208

Inteligência Artificial 150, 152, 154, 159, 237, 268, 283

## **L**

Laser 60, 61, 78, 79, 96, 97, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

Liga AA7009 78

Liga AA7013 60

## **M**

Metalurgia do Pó 60, 61, 62, 71, 76, 77, 78, 79, 90, 94, 95, 96, 97, 98, 103

Metrologia 165, 166, 169, 170, 173, 174, 177, 183

Moagem de Alta Energia 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 84, 86, 89, 91, 92, 94, 96, 98, 100

## **O**

Ônibus 205, 206

## **P**

Piaçava 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

Propulsão de Embarcações 245, 246

## **R**

Redes Neurais 150, 152, 237, 240, 243, 244, 268, 269, 272, 276, 282, 283

Refrigerador de Grãos 184, 186

Resíduo 19, 30, 54

## **S**

Sistemas Fotovoltaicos 255, 265, 266, 267

Soldagem 61, 62, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 307

Sustentabilidade 175, 234, 245, 253

## **T**

Temperatura de Corte 142, 148, 152

Temperatura do Ar 184, 189, 199, 200, 205, 206, 207, 208

Texturização 126, 128, 129, 130, 139

Torneamento 126, 130, 133, 135, 136, 139, 148, 150, 152, 156, 161

Tubos Canadianos 184, 186, 192

Tubulações Industriais 111, 112, 119

## **U**

Umidade Relativa do Ar 6, 195, 205, 206, 207, 208

Usinagem 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 150, 151, 154, 156, 161

# Engenharia mecânica:

A influência de máquinas, ferramentas  
e motores no cotidiano do homem

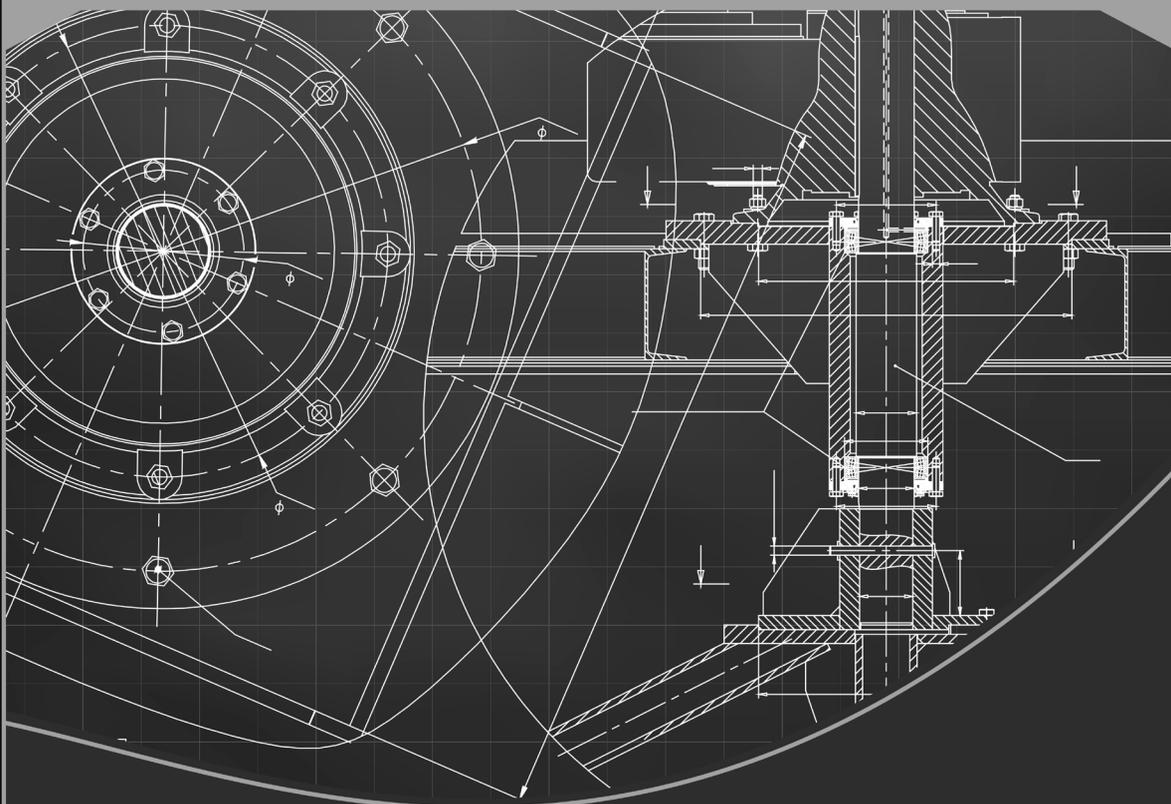
# 2

🌐 [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)



**Atena**  
Editora

Ano 2021

# Engenharia mecânica:

A influência de máquinas, ferramentas  
e motores no cotidiano do homem

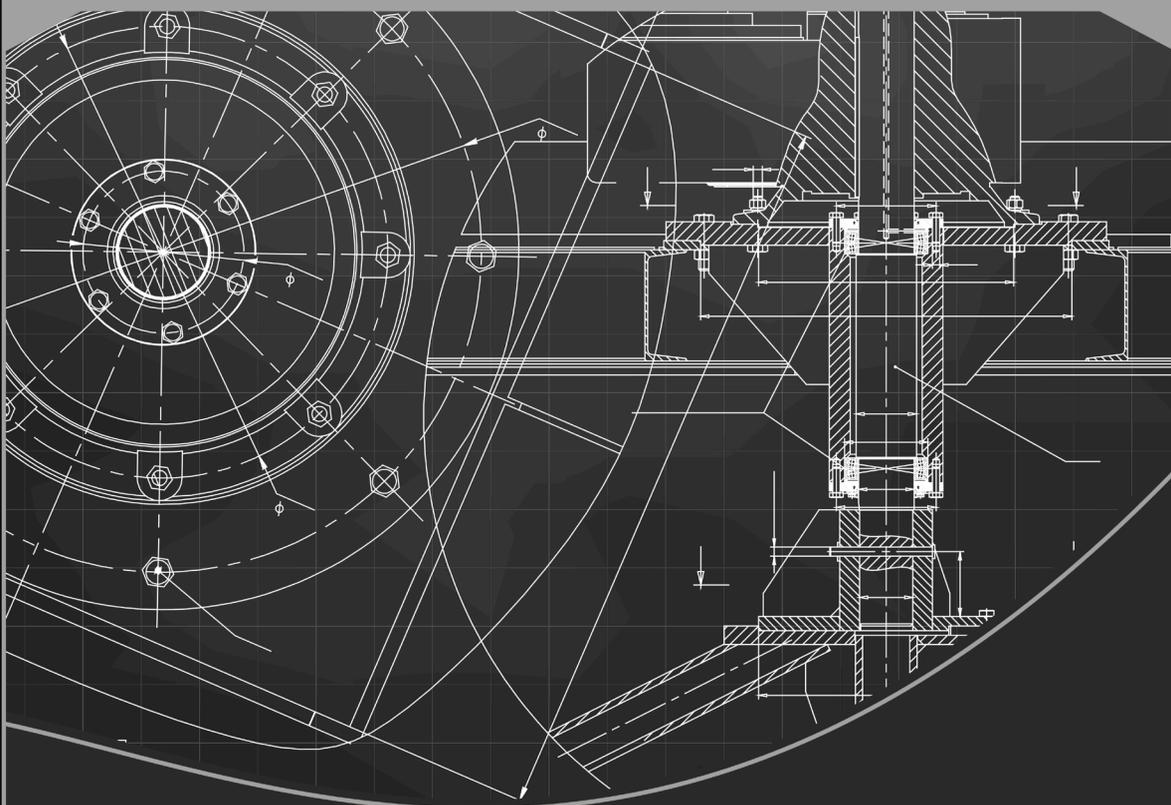
2

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

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

📷 @atenaeditora

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



**Atena**  
Editora

Ano 2021