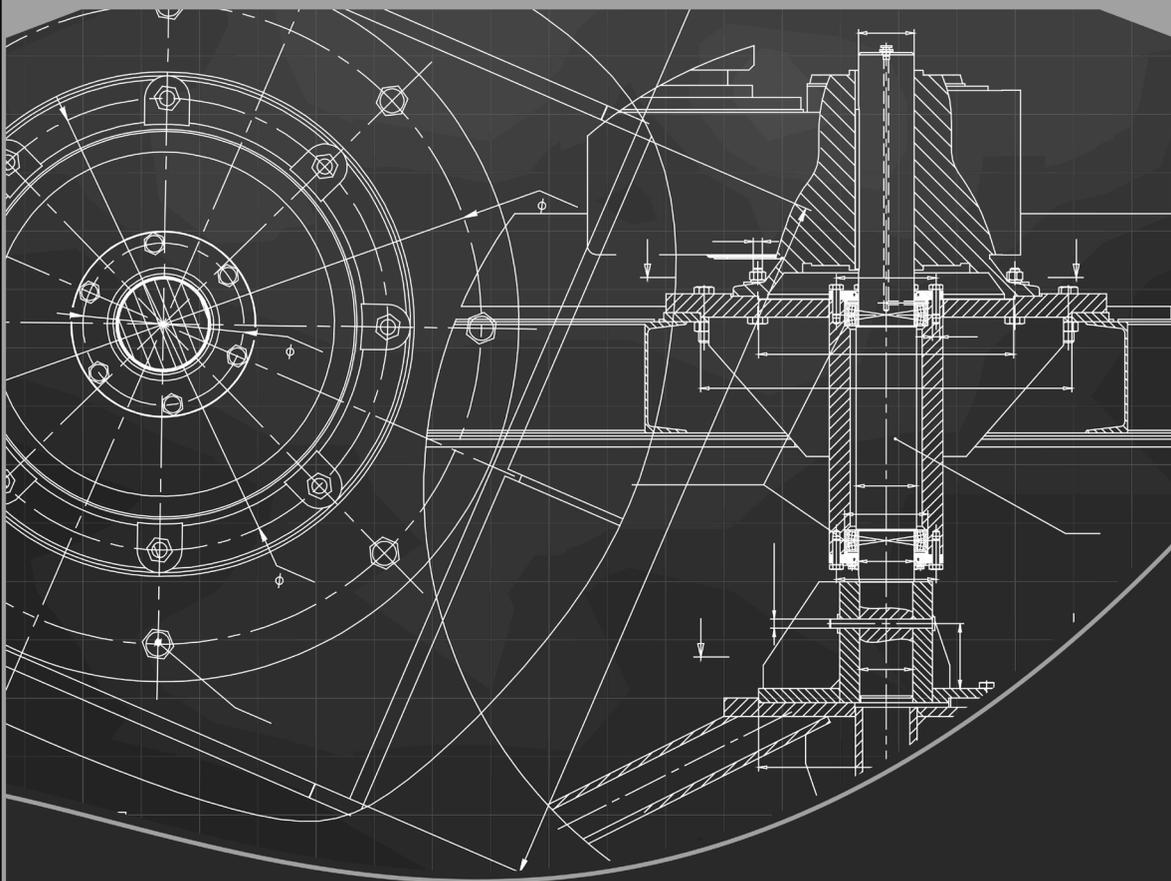


# Engenharia mecânica:

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

2

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)



**Atena**  
Editora

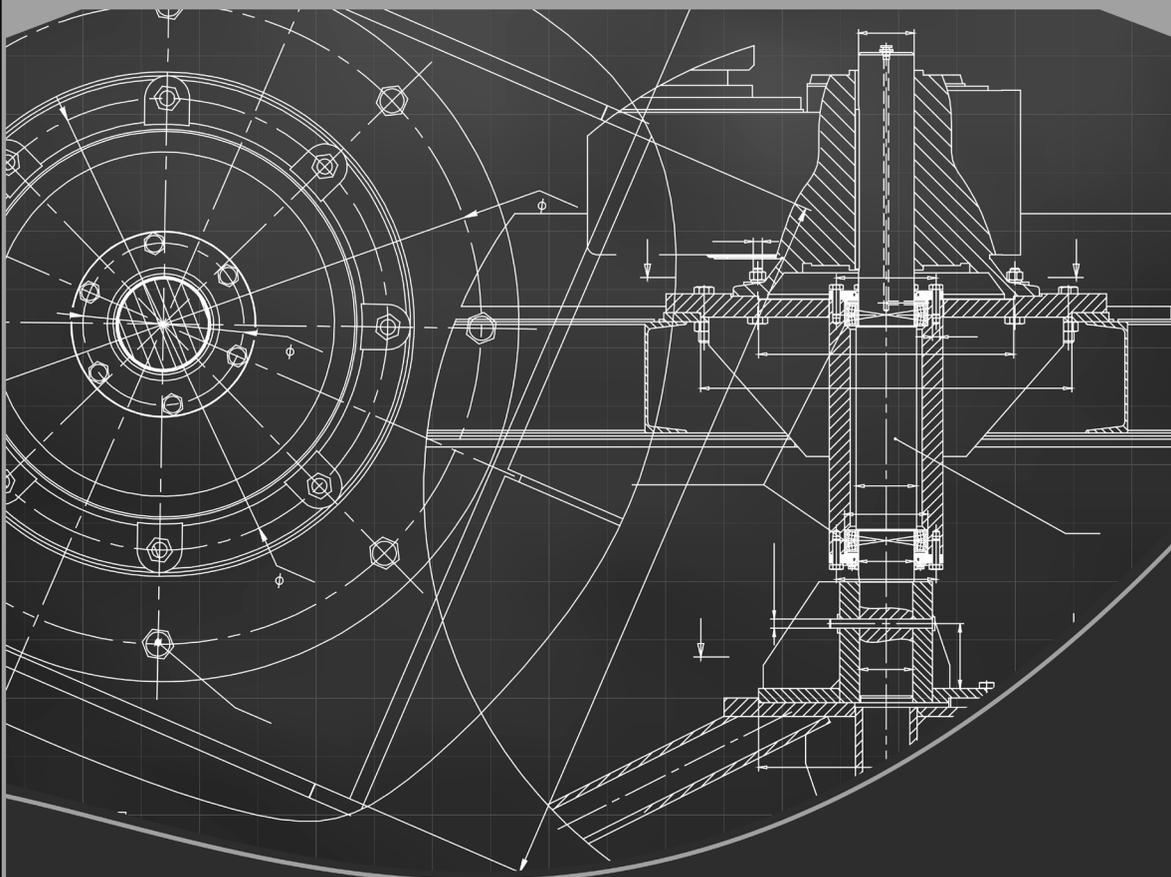
Ano 2021

# 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. Elói 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. Alexsandro 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>

*Data de aceite: 01/06/2021*

### **Arthur Barroso Costa**

Universidade Federal de São João del-Rei  
(UFSJ); Campus Santo Antônio; DEMEP

### **João Lucas Moura Ferreira**

Universidade Federal de São João del-Rei  
(UFSJ); Campus Santo Antônio; DEMEP

### **Igor Antunes Ferreira**

Universidade Federal de São João del-Rei  
(UFSJ); Campus Santo Antônio; DEMEP

### **Luiz Gustavo Monteiro Guimarães**

Universidade Federal de São João del-Rei  
(UFSJ); Campus Santo Antônio; DCTEF

**RESUMO:** A ergonomia reflete no desempenho de nossas atividades e, desse modo, uma postura adequada para conduzir um veículo afetará a performance dele. O objetivo do presente estudo é analisar tal postura e o conforto em um veículo de competição Baja SAE. Partindo de um modelo CAD (Computer Aided Design) do chassi, avaliou-se a ergonomia de seis manequins diferentes, sendo três deles pilotos da equipe Komiketo Baja UFSJ e outros três com os respectivos percentis: 05% feminino, 50% masculino e 95% masculino, pelo método RULA (Rapid Upper Limb Assessment), a partir do questionário RULA, do software CATIA V5, de acordo com Tilley e um questionário subjetivo aplicado aos pilotos, obtivemos, como resultado, o desconforto percebido na pilotagem e, a partir

dele, os níveis de ação nas posturas com maior índice de frequência. A referida análise apontou a necessidade de investigar e alterar a posição do condutor e de alguns componentes do carro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Baja Sae Brasil, Catia V5, Ergonomia, Rula, Tilley.

### ERGONOMIC EVALUATION OF A BAJA VEHICLE

**ABSTRACT:** Ergonomics reflects the performance of our activities and, consequently, an adequate posture to drive a vehicle will affect its performance. The aim of the present study is to analyze this posture and the driver's comfort in a Baja SAE Competition vehicle. Based on a CAD (Computer Aided Design) model of the chassis, the ergonomics of six different mannequins were evaluated, three of them pilots from the Komiketo Baja UFSJ team and three with the respective percentiles: 05% female, 50% male and 95 % male, by the RULA method (Rapid Upper Limb Assessment), through the RULA questionnaire, from the CATIA V5 software, according to Tilley and a subjective questionnaire applied to the pilots, we obtained, as a result, the discomfort perceived in the piloting and, from it , the action levels in the postures with the highest frequency index. This analysis pointed to the need to investigate and change the positioning of the driver and some components of the car.

**KEYWORDS:** Baja Sae Brazil, Catia V5, Ergonomics, Rula, Tilley.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, os carros de competição não visam somente um bom desempenho dinâmico, em que a performance é priorizada, mas também o conforto. O desconforto muscular pode acarretar perda de rendimento e lesões no piloto. Um projeto visando a boa interação entre o piloto e o carro, através de uma postura confortável e comandos acessíveis, permite que o condutor consiga extrair o máximo de desempenho possível durante a pilotagem.

A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) divide os domínios da ergonomia em: ergonomia física, cognitiva e organizacional. Ergonomia física relaciona as características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas do ser humano em sua relação com a atividade física. Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde ([http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia)).

O presente trabalho presa por analisar a ergonomia e interação de projetos dos sistemas de um veículo *off road*, focado nas competições Baja SAE (Society of Automotive Engineering) Brasil, estudando o protótipo KB08 da equipe Komiketo Baja UFSJ da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Em uma determinada etapa do processo, observou-se a conveniência de determinar aspectos de conforto para o piloto e que iria interferir nos setores de Direção e Freios, além de outros componentes internos da gaiola.

Aliando os pareceres dos pilotos a respeito da ergonomia do veículo, que foram obtidos a partir de um questionário subjetivo, com a análise “RULA” (*Rapid Upper Limb Assessment*), realizada através, tanto de simulações utilizando o *software* CATIA V5, quanto da aplicação do questionário RULA a eles, resultaram na identificação de problemas posturais, ao se conduzir o carro. As posturas exercidas nos postos de trabalho são enquadradas de acordo com as angulações entre os membros e o corpo. Tilley (1993), aponta faixas de ângulos confortáveis, por membro, que atendem diferentes estaturas na posição de pilotagem.

O estudo tem como objetivo principal realizar as análises ergonômicas, e sugerir mudanças posturais, para assim, verificar possíveis problemas futuros com a atual dinâmica de pilotagem. Com isso, investigações ergonômicas são importantes para a equipe, uma vez que cada piloto desempenhe melhor a sua atividade se estiver sentindo-se confortável.

## 2 | OBJETIVOS

O objetivo desse estudo é analisar e identificar parâmetros posturais, a serem considerados em um projeto de um chassi tubular, baseado em estudos de Antropometria, normas RATBSB 2019 – Emenda 3 e questionários. Esses parâmetros serão avaliados a partir de questionários focados na prática da pilotagem e em simulações virtuais. Deve-

se encontrar pontos críticos no posicionamento de um piloto de competição Baja SAE da equipe Komiketo Baja UFSJ.

Posteriormente, serão determinados pontos que provoquem desconforto ao piloto. E ainda serão comparados com as simulações virtuais e os questionários subjetivos. Por fim, serão propostos planos de ação para solucionar os desconfortos indicados.

## 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Ergonomia

A palavra ergonomia se origina do grego, sendo a junção dos termos “*ergon*”, que significa trabalho e “*nomos*”, que significa norma ou lei. Segundo a International Ergonomics Association (IEA) “a ergonomia é a disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os homens e os outros componentes de um sistema, fazendo aplicações de princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar das pessoas e o desempenho global dos sistemas” (IIDA, 2005). De acordo com a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), a ergonomia (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e a aplicação de teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visam otimizar o bem-estar humano e a performance global dos sistemas ([http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia)).

### 3.2 Antropometria

O termo antropometria provém do grego *ánthropos* (antropo), que significa homem, e *métron* (metria) correspondente à medida do homem. A área é parte integrante dos estudos da antropologia física, que se ocupa da determinação de medidas das dimensões e das proporções corporais externas (SILVA, 2007). De acordo com Lida (1997), pode-se dizer que a antropometria é o estudo que avalia e mensura as medidas físicas do corpo humano como um todo ou de suas partes como, por exemplo, altura, peso, medida de mãos e seus dedos, braços, pernas, coxas, quadril, ombros etc.

As medidas do corpo se diferenciam por diversos fatores nutricionais, climáticos, culturais, sexo, idade etc. Cada grupo populacional possui características antropométricas distintas, a Figura 1 mostra a diferença de membros de etnias distintas.



de que, a probabilidade de encontrar uma pessoa dessa estatura é bem pequena (SILVA, 2007).

### 3.3 Avaliação ergonômica

Existem várias metodologias para avaliação ergonômica, deve-se escolher qual delas é mais adequada ao contexto e objetivos da análise. As análises foram realizadas utilizando a bibliografia de Tilley (1993) e o método RULA, pois ambos identificam problemas nas posturas de pilotagem e geram resultados que nos possibilitam traçar planos para melhorar a ergonomia.

#### 3.3.1 Método RULA

Conforme McAtamney e Corlett (1993), o Método RULA – *Rapid Upper Limb Assessment* (Avaliação Rápida dos Membros Superiores), propõe um protocolo de avaliação rápida dos potenciais riscos aos membros superiores em função da postura adotada e da carga externa a que o corpo é submetido.

Para a avaliação, foi criado um sistema de registro das posturas de trabalho, no qual o corpo humano foi dividido em dois grupos, A e B. O grupo A inclui braço, antebraço, punho e uma seção específica para o movimento de pronação (para baixo) e supinação (para cima) do punho. Já o grupo B, é formado pelo pescoço, tronco e pernas. Essa divisão possibilita abordar toda a postura corporal e quaisquer partes do corpo que interferem na postura dos membros superiores.

Cada parte corporal é dividida em faixas de pontuação. As faixas partem da pontuação 1, que corresponde a postura mais confortável, e são somados pontos conforme a exposição do movimento ou postura ao risco. Os lados do corpo, se necessário, deve ser analisado separadamente. Os esforços e os movimentos exercidos pelo corpo também possuem um sistema de pontuação. A análise é dividida em três etapas (MCATAMNEY; CORLETT, 1993).

#### 3.3.2 Primeira etapa: pontuação dos grupos

Na primeira fase é feita a análise do indivíduo em sua posição de trabalho. É dado uma pontuação por parte corporal dependendo da posição de cada membro. As pontuações, de acordo com a amplitude das partes corporais, dos grupos foram estabelecidas por McAtamney e Corlett (1993). As Figuras 2 e 3 apresentam o diagrama de pontuação dos membros presentes no grupo A e B, respectivamente.

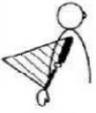
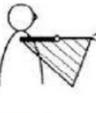
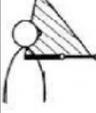
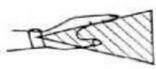
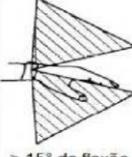
Escores	1	2	2	3	4	Ajustes
Braços	 20° de extensão a 20° de flexão	 > 20° de extensão	 20 a 45° de flexão	 > 45 a 90° de flexão	 ≥ 90° de flexão	+ 1 ombro elevado + 1 braço abduzido - 1 braço apoiado
Antebraços	 60 a 100° de flexão	 < 60° de flexão ou > 100° de flexão			 + 1 Antebraço cruza o plano sagital + 1 Antebraço rotacionado externo ao tronco	
Punhos	 0° Neutro ou meia inclinação de pronação ou supinação	 15° de flexão a 15° de extensão ou total pronação ou supinação	 ≥ 15° de flexão ou extensão		 + 1 Desvio ulnar ou radial	

Figura 2. Relação de pontos para o grupo A.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

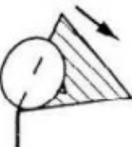
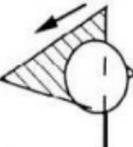
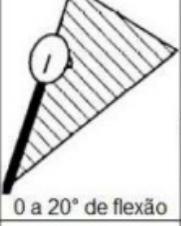
Escores	1	2	3	4	Ajustes
Pescoço	 0° a 10° de flexão	 10 a 20° de flexão	 > 20° de flexão	 Em extensão	+ 1 pescoço torcido ou rotacionado + 1 pescoço inclinado lateralmente
Tronco	 0° ou bem apoiado quando sentado	 0 a 20° de flexão	 0 a 20° de flexão	 > 60° de flexão	+ 1 tronco torcido ou rotacionado + 1 tronco inclinado lateralmente
Pernas	Pernas e pés bem apoiados e equilibrados	Pernas e pés não estão corretamente apoiados e equilibrados			

Figura 3. Relação de pontos para o grupo B.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

Para encontrar a pontuação dos grupos, é necessário utilizar as Figuras 4 para o grupo A e 5 para o grupo B. Os membros possuem uma linha ou coluna subdividida em

diferentes notas. A pontuação final do grupo é o valor da intercessão das notas obtidas pelo avaliado em cada membro.

Tabela A - Pontuação da postura dos membros superiores									
Braço	Antebraço	Pontuação da postura do pulso							
		1		2		3		4	
		Rotação do pulso		Rotação do pulso		Rotação do pulso		Rotação do pulso	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

<b>Pontuação do Grupo A</b>	
-----------------------------	--

Figura 4. Tabela de pontuação do Grupo A.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

Tabela B - Pontuação da Postura dos Membros Inferiores												
Pesçoço	Pontuação da Postura do Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Pernas		Pernas		Pernas		Pernas		Pernas		Pernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

<b>Pontuação do Grupo B</b>	
-----------------------------	--

Figura 5. Tabela de pontuação do Grupo B.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

### 3.3.2.1 Segunda etapa: pontuação da postura e da carga

Para uma análise completa da condição de trabalho e dos riscos que o corpo é submetido, deve-se considerar os movimentos realizados pelo trabalhador e a força exercida por ele. Foi criado um sistema de pontuação em que as notas aumentam conforme o desconforto, partindo da nota 0, a mais confortável. As Figuras 6 e 7 mostram a nota relativa aos tipos de movimento e a cada carga fixa, respectivamente.

Pontuação	Contração Muscular
0	Postura fundamentalmente dinâmica, postura estática inferior a 1 minuto, e não repetitiva.
1+	Postura estática prolongada por período superior a 1 minuto.
2+	Postura repetitiva, mais que 4 vezes por minuto.

Figura 6. Tabela de pontuação da contração muscular.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

Pontuação	Força e Carga
0	Menor que 2 kg – Intermitente.
1+	Entre 2 kg e 10 kg. – Intermitente.
2+	Entre 2 e 10 kg. – Estático e Intermitente.
3+	Maior do que 10 kg. – Choque.

Figura 7. Tabela de pontuação de força e carga.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

### 3.3.2.2 Terceira etapa: somatório da pontuação e análise

O objetivo da terceira etapa é obter um número que define o nível de ação necessário para sanar os problemas ergonômicos. Para isso, primeiramente, somam-se as pontuações referentes a primeira e segunda etapas de cada grupo. Assim obtêm-se os valores finais dos grupos A e B. O esquema do somatório de pontos é indicado na Figura 8 (MCATAMNEY; CORLETT, 1993).

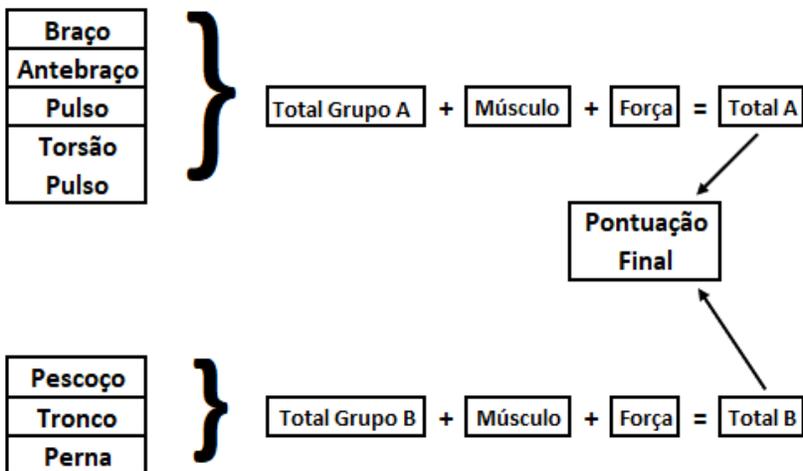


Figura 8. Somatório de pontuação.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

Os valores finais dos grupos A e B são introduzidos na primeira coluna e primeira linha da Figura 9, respectivamente. A pontuação final é obtida pela interseção do total A com o total B.

**Tabela C**

	1	2	3	4	5	6	7+	→ Total B
1	1	2	3	3	4	5	5	
2	2	2	3	4	4	5	5	
3	3	3	3	4	4	5	6	
4	3	3	3	4	5	6	6	
5	4	4	4	5	6	7	7	
6	4	4	5	6	6	7	7	
7	5	5	6	6	7	7	7	
8+	5	5	6	7	7	7	7	

↓

**Total A**       **Pontuação Final**

Figura 9. Tabela de pontuação final.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

Por fim, com a criação de uma escala de níveis de risco de ação (Figura 10), analisou-se os resultados, servindo como um guia para o nível de risco, necessidade de ação e a condução de medidas mais aprofundadas (MCATAMNEY; CORLETT, 1993).

Nível 1	Pontuação	Análise
1	1 - 2	O risco é fraco e considerado como aceitável se o esforço não for mantido ou repetido por um período muito longo.
2	3 - 4	Requer um estudo mais avançado e modificações podem ser requeridas.
3	5 - 6	Requer um estudo avançado e modificações são necessárias sem ser num futuro imediato.
4	Maior que 7	Requer um estudo avançado e modificações são necessárias imediatamente.

Figura 10. Níveis de risco.

Fonte: Adaptado de MCATAMNEY e CORLETT (1993).

### 3.3.3 Análise RULA pelo software CATIA V5

O CATIA V5 é um programa de CAD (*Computer Aided Design*), lançado em 1998 pela IBM (<https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/2564.wss>). Dentro do ambiente do *software* há a opção *human builder*, que cria um manequim, totalmente manipulável e modificável, sendo possível alterar as dimensões de seus membros, posicioná-lo e ainda aplicar a análise RULA. Executar a análise RULA, utilizando o CATIA V5, é uma forma de avaliar a ergonomia do veículo ainda na sua fase de projeto.

### 3.3.4 Análise de ângulos dos membros

Tilley (1993), define uma posição confortável de pilotagem para diferentes estaturas. A partir dos ângulos confortáveis dos membros dos percentis 5 e 95, ele define uma faixa de angulação que atende a 90% da população. Encontram-se na Figura 11 os ângulos que serão analisados e suas respectivas faixas confortáveis.



Ângulos	A°	D°	E°	F°	G°
Faixa	110 a 120	10 a 14	95 a 100	110 a 120	85 a 110

Figura 11. Ângulos analisados e as faixas confortáveis.

Fonte: Autoria própria.

### 3.3.5 Questionário subjetivo

A fim de obter um *feedback* dos pilotos a respeito de alguns aspectos ergonômicos do carro, aplica-se um questionário subjetivo como o da Figura 12. Com isso, é possível adquirir informações sobre a experiência de pilotagem que o veículo proporciona.

Avaliação Ergonômica de um Baja							
Piloto:							
Duração da Prova:							
Altura:		Peso:			Data:		
Acesso (Mínimo: 1, Máximo: 7)							
Pedais	1	2	3	4	5	6	7
Volante	1	2	3	4	5	6	7
Assento	1	2	3	4	5	6	7
Parâmetros físicos (Mínimo: 1, Máximo: 7)							
Temperatura	1	2	3	4	5	6	7
Vibração	1	2	3	4	5	6	7
Conforto (Mínimo: 1, Máximo: 7)							
Espaço do assento	1	2	3	4	5	6	7
Inclinação do assento	1	2	3	4	5	6	7
Posição dos braços	1	2	3	4	5	6	7
Posição das pernas	1	2	3	4	5	6	7
Posição dos pés	1	2	3	4	5	6	7
Comentários gerais							

Figura 12. Questionário subjetivo.

Fonte: SILVA (2007).

## 4 | METODOLOGIA

### 4.1 Materiais

O veículo utilizado foi o protótipo KB 08 da equipe Komiketo Baja UFSJ. O carro possui um chassi tubular de aço SAE 4130, um banco com angulação de 10° com a vertical, encosto de cabeça e um volante com diâmetro de 250mm e 35° de inclinação com a vertical.

### 4.2 Métodos

A simulação pelo CATIA V5 e análise segundo Tilley (1993), foram feitas utilizando seis pessoas diferentes. Três delas pilotos da equipe e três com os percentis 05% feminino, 50% e 95% masculino respectivamente. Porém os questionários subjetivos e RULA foram aplicados somente aos pilotos, pois somente eles possuem experiência de pilotagem com esse protótipo. Todas as análises que utilizaram o carro construído foram feitas com o veículo estático. Para realizar as investigações pelo *software* o chassi, assoalho, banco, encosto de cabeça, pedais de acelerador e freio do carro foram desenhados no *SolidWorks* e exportados no formato “*step*” para o CATIA. A Figura 12 mostra todos os percentis a serem analisados.

Percentil	Estatura (m)
52% Piloto 1	1,76
35% Piloto 2	1,73
46% Piloto 3	1,75
50% Masculino	1,755
05% Feminino	1,524
95% Masculino	1,865

Figura 12. Tabela de percentis.

Fonte: Autoria própria.

## 5 | ANÁLISES E RESULTADOS

### 5.1 Questionário RULA

Para o desenvolvimento do questionário RULA realizado com os três pilotos, foi criado um sistema de registro das posturas avaliadas a partir de um formulário no Google Forms. Sendo este aplicado individualmente. Posteriormente, com os resultados obtidos nessa análise, um sistema de determinação de pontuação é criado em planilhas no Excel,

para indicar as respectivas pontuações de cada membro do corpo de acordo com as Figuras 4 e 5.

O primeiro piloto entrevistado é o mais experiente da equipe, possuindo um maior conhecimento do carro analisado e com mais horas de pilotagem no mesmo, em competições e testes, assim também com outro protótipo anterior. O segundo, possui uma experiência menor que o anterior, participando de algumas competições e testes, mas ainda sim com um número de horas de pilotagem bem inferior. O último condutor questionado é o que menos teve contato com o protótipo analisado, participando apenas de alguns testes realizados pela equipe, sem participação em competições.

De modo geral, os três interrogados na análise, mostraram incômodos análogos para alguns membros, eles apresentaram pontuação final 7. Para o braço todos finalizaram com índice 3, é uma escala média, mas é importante ressaltar que se expostos a períodos muito longo pode causar dores. O antebraço deve ter atenção extrema, pois todos tiveram nota máxima, indicando grande desconforto. O punho querer um alerta, apontando falta de conforto de sua posição de acordo com o tempo de exposição ao dirigir o carro.

Dos membros do grupo B, o mais preocupante é o pescoço, onde apontam desconforto após certas provas e testes realizados. O tronco, mesmo sendo indicado resultado de nível baixo pelos colaboradores, é relevante dizer que os problemas apontados no pescoço pode ser consequência de mal posicionamento do tronco. As Figuras 13 e 14 mostram as pontuações indicadas pelos pilotos, por membro do corpo, de acordo com as Figuras 2 e 3.

Piloto 1					Piloto 2				
Grupos	Membros	Pontuação	Ajustes	Total	Grupos	Membros	Pontuação	Ajustes	Total
Grupo A	Braço	2	1	3	Grupo A	Braço	2	1	3
	Antebraço	2	1	3		Antebraço	2	1	3
	Punho	3	1	4		Punho	2	-	2
	Força/Carga	2	-	2		Força/Carga	1	-	1
	Musculo	2	-	2		Musculo	2	-	2
Grupo B	Pescoço	3	-	3	Grupo B	Pescoço	2	-	2
	Tronco	2	-	2		Tronco	2	-	2
	Pernas/Pés	1	-	1		Pernas/Pés	1	-	1
	Musculo	2	-	2		Musculo	2	-	2
	Força/Carga	2	-	2		Força/Carga	3	-	3

Figura 13. Pontuação dos pilotos 1 e 2.

Fonte: Autoria própria.

Piloto 3				
Grupos	Membros	Pontuação	Ajustes	Total
Grupo A	Braço	2	1	3
	Antebraço	2	1	3
	Punho	2	-	2
	Força/Carga	2	-	2
	Musculo	1	-	1
Grupo B	Pescoço	3	-	3
	Tronco	2	-	2
	Pernas/Pés	1	-	1
	Musculo	2	-	2
	Força/Carga	3	-	3

Figura 14. Pontuação do piloto 3.

Fonte: Autoria própria.

## 5.2 CATIA V5

### 5.2.1 Percentil 05% feminino

O manequim com percentil 05% feminino, mostrado na Figura 15, obteve a pontuação final 7, o que nos diz que é uma posição desconfortável para a pilota. Mesmo considerando algumas regulagens de pedais que o carro possui, é difícil enquadrar este como sendo confortável, pois o banco não possui ajustes.

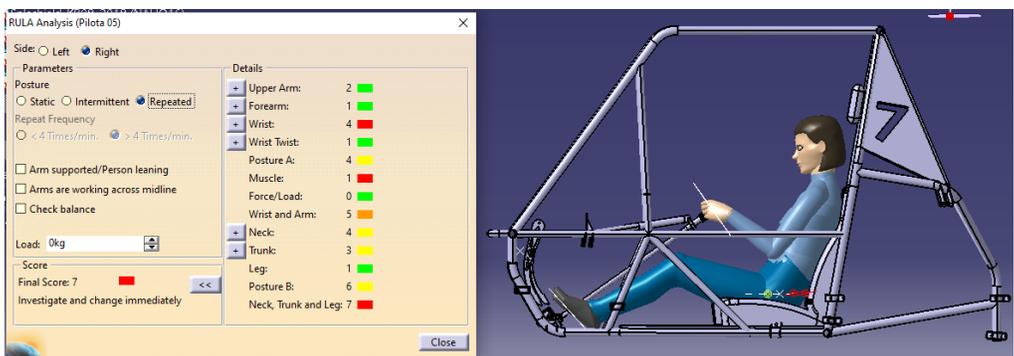


Figura 15. Percentil 05% feminino.

Fonte: Autoria própria.

O braço do manequim não indica desconforto para o movimento dele, estando em uma posição que não gera grandes riscos. O antebraço não mostra incômodos para o uso do veículo e não requer ajustes para essa análise. O punho não demonstrou estar na posição correta, obteve o maior índice de sua escala. A angulação de alguns dos membros superiores dificulta qualquer movimento do piloto.

O pescoço do manequim demonstrou um nível médio, esse é devido a angulação do banco em conjunto com o uso de capacete e o protetor de pescoço. O tronco ficou no meio termo, pois a angulação e altura do assento para um condutor de baixa estatura desfavorece o conforto. As pernas levaram um índice baixo, considerando os ajustes de pedais do carro. Ainda assim a grande extensão dos membros para alcançá-los pode causar desconforto.

### 5.2.2 Percentil 50% masculino

Para o manequim de percentil 50% masculino foi constatada a pontuação final 6 (Figura 16). Sendo assim considerada uma posição pouco desconfortável e pode necessitar de alguns ajustes. Esse manequim representa um homem médio, que também mais se compara com os pilotos analisados.

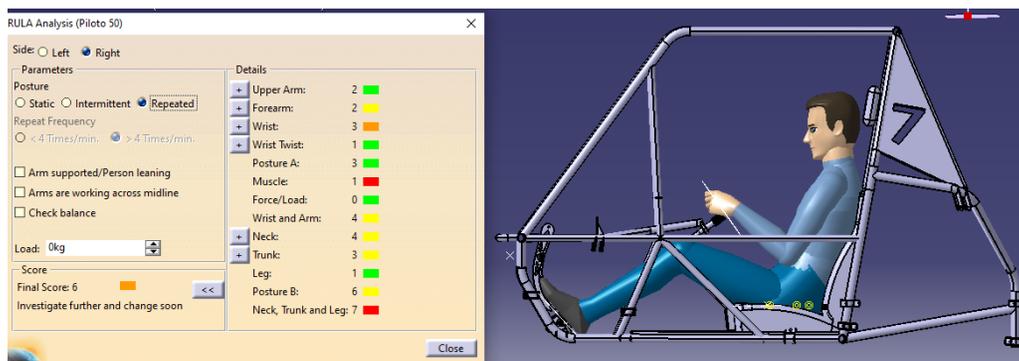


Figura 16. Percentil 50% masculino.

Fonte: Autoria própria.

Esse percentil não apresentou riscos evidentes ao piloto nos deslocamentos do braço, pois não foi considerado elevações do ombro. O antebraço, no qual indica pouco desconfortável, não é tão preocupante se não for exposto por um longo período. Para o punho foi apontado um índice mais elevado, pela necessidade de movimentação em relação a angulação do volante, gera certo incômodo, mas não é preciso tanta atenção.

O pescoço gerou certo desconforto para o manequim, a inclinação que o banco possui e o campo de visão do piloto indicam incômodo na pilotagem. O tronco demonstrou

também, ser desconfortante, mesmo sendo uma pontuação média devemos ter certa atenção quanto ao membro, pois a inclinação e curvatura do assento interfere diretamente na distribuição de carga do tronco. As pernas não apresentaram riscos ao piloto, mas como o tornozelo está quase na mesma altura do quadril, se exposto por um longo tempo, pode acarretar grande desconforto.

### 5.2.3 Percentil 95% masculino

A análise com o manequim 95%, que é o de maior estatura, se deu como pontuação final 4. Com esse índice não se requer tanta atenção como os anteriores. Apesar do habitáculo do piloto ser bastante restrito, a análise nos mostra um bom conforto para este, como visto na Figura 17.



Figura 17. Percentil 95% masculino.

Fonte: Autoria própria.

O braço desse manequim não é preocupante, pode ser que gere algum desconforto de acordo com o tempo de pilotagem. No antebraço, apesar de não ser desconfortável, esta posição pode acarretar algum desconforto em longos períodos. O punho mostrou índice mais elevado, isto requer uma maior atenção para o membro, pois como o condutor é de grande estatura, a rotação do punho com relação ao volante se torna complicada.

O pescoço não aponta grandes problemas, nesse caso a angulação do assento e sua altura não interferiram no conforto do membro. O tronco já requer um pouco mais de cuidado, um dos motivos de ter ocasionado isso pode ser a distância entre o volante e o piloto, sendo curta, causando uma flexão na coluna ao movimentar o volante. As pernas primeiramente não geram desconforto, mas como o piloto está em uma posição em que seus joelhos se encontram flexionados, em um período muito longo pode aparecer desconforto.

## 5.2.4 Pilotos

Como os três pilotos da equipe possuem praticamente a mesma altura e o mesmo peso, apesar da análise virtual ser feita individualmente, os resultados obtidos foram idênticos para ambos, como podemos ver nas Figuras 18, 19 e 20. Também se assemelham com o percentil 50% masculino, sendo uma estatura média, comparada com a maioria dos condutores. Eles apresentaram uma pontuação final 6, onde sabemos que existe algum desconforto e pode necessitar de algumas modificações.

Para o braço o índice apontado foi 2, a posição não traz grandes riscos aparentemente, mas vale ressaltar que alguns parâmetros não são considerados pelo software. O mesmo acontece com o antebraço, indicando a pontuação 1. O punho já quer um pouco mais de atenção, mostrando o índice 3, devido a movimentação do punho com relação a angulação do volante, se exposto a um período mais longo, pode acarretar grande desconforto.

O pescoço mostra que há certo incômodo relacionado a ele, apresentando índice 4, um dos motivos pode ser a consideração dos pilotos com o capacete e o protetor de pescoço, além da inclinação e altura do banco. No tronco o índice que aparece é 3, levando em conta os mesmos aspectos do pescoço, podemos dizer que para longos períodos o desconforto será evidente. Do mesmo modo que os outros manequins, as pernas indicaram a pontuação 1, que não oferece riscos notórios, mas dependendo do tempo de duração de pilotagem, incomodidades palpáveis podem surgir.

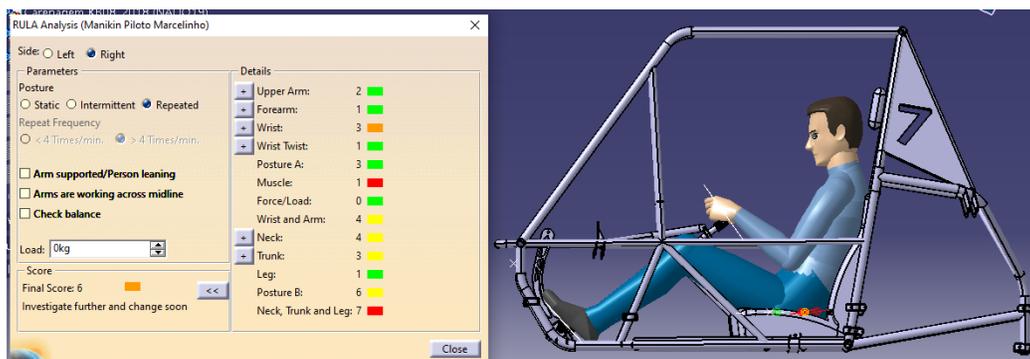


Figura 18. Análise do Piloto 1.

Fonte: Autoria própria.

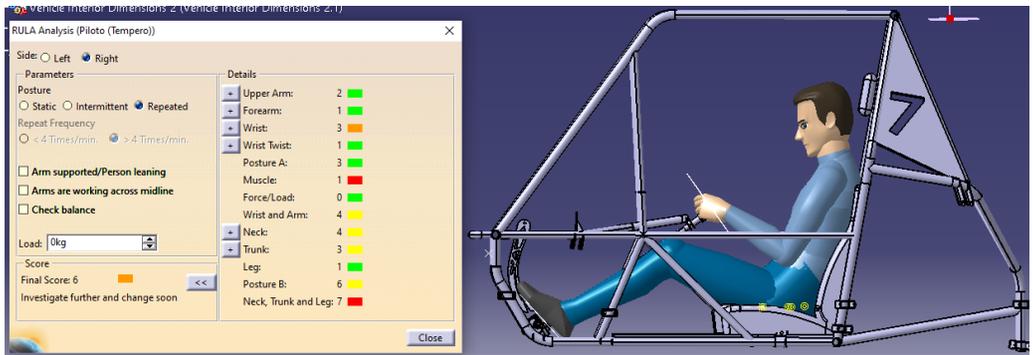


Figura 19. Análise do Piloto 2.

Fonte: Autoria própria.

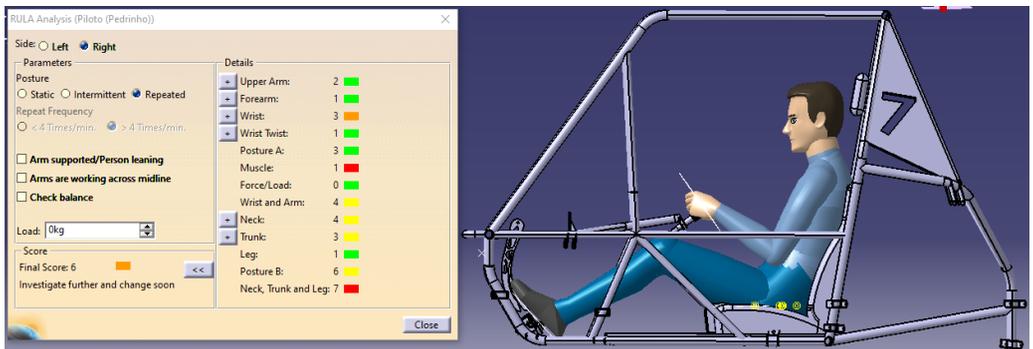


Figura 20. Análise do Piloto 3.

Fonte: Autoria própria.

### 5.3 Tilley

Foi realizado um ensaio, no qual três voluntários, cada um representando, respectivamente, os percentis 5% feminino, 50% masculino e 95% masculino e os três pilotos da equipe, simularam estar pilotando o protótipo, tornando possível a análise das suas posturas. A fim de utilizar as faixas de ângulos confortáveis das articulações, definidas por Tilley (1993), para identificar problemas posturais e possíveis soluções para eles.

As Figuras 21 e 22 ilustram quais foram as condições do ensaio e, também, os ângulos das articulações que foram medidos e suas respectivas denominações. Os voluntários representando os diferentes percentis, estão retratados na Figura 21. Os pilotos: 1, 2 e 3 estão apresentados na Figura 22, respectivamente. Os resultados das aferições dos ângulos das articulações são exibidos na Figura 23.

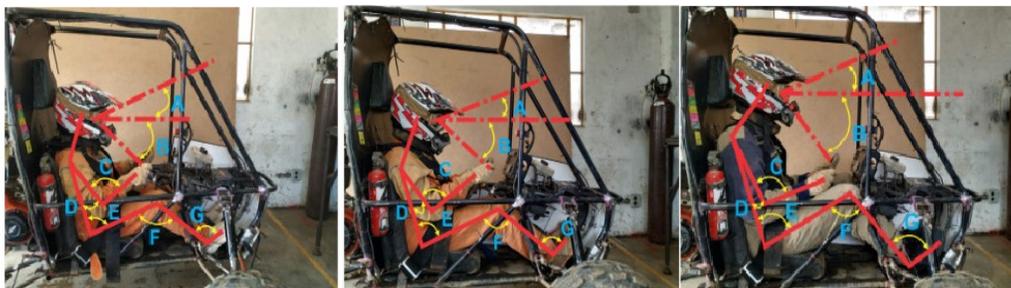


Figura 21. Voluntários e os ângulos analisados.

Fonte: Autoria própria.



Figura 22. Pilotos 1,2 e 3 e os ângulos analisados.

Fonte: Autoria própria.

Ângulos	A°	D°	E°	F°	G°	
Faixa	110 a 120	10 a 14	95 a 100	110 a120	85 a 110	
Pilotos	Percentil 5%	114	19	97	119	96
	Percentil 50%	117	12	104	114	93
	Percentil 95%	103	10	85	105	101
	Piloto 1	117	12	104	114	93
	Piloto 2	114	19	97	121,5	96
	Piloto 3	117	12	104	114	93

Figura 23. Resultados das aferições dos ângulos das articulações.

Fonte: Autoria própria.

## 5.4 Questionário subjetivo

A Figura 24 mostra os parâmetros considerados nas entrevistas com os pilotos, suas respectivas respostas e a média delas. Os três foram escolhidos por já terem tido

experiência com o carro analisado. Mesmo sendo o primeiro com muita experiência e o terceiro com quase nenhuma. Eles possuem altura pouco variada (1,76m; 1,73m; 1,75m) e pesos não tão distintos, respectivamente (58Kg, 62Kg, 52Kg). As médias respectivas, de altura e peso, deles são 174,67m e 57,33 Kg.

Para o estudo foi considerado o período de 4h de rodagem, a fim de ponderar a prova de Enduro na Competição Baja SAE Brasil. Foi questionado aos pilotos sobre o assento e o conforto de certas posições, acesso a alguns comandos e parâmetros físicos como temperatura e vibração.

Pilotos	Acesso			Parâmetros Físicos		Conforto				
	Pedais	Volante	Assento	Temperatura	Vibração	Esp. Assento	Incl. Assento	Pos. Braços	Pos. Pernas	Pos. Pés
1	3	5	5	1	6	2	5	7	6	6
2	2	3	4	2	4	2	4	4	3	2
3	2	3	3	3	4	2	2	4	2	4
Média	2,33	3,67	4	2	4,67	2	3,67	5	3,67	4

Figura 24. Resultados do questionário subjetivo.

Fonte: A autoria própria.

O acesso aos pedais nos deu uma média de 2,33 o que não nos dá grande preocupação quanto ao comando. O volante já traz um pouco mais de atenção, mostrando a média 3,67, pois quando expostos ao período considerado na análise o desconforto pode ser evidente. O assento obteve 4 de média, indicando que não é a melhor performance e algo pode ser feito para melhorar o conforto, pois este pode influenciar totalmente o desempenho dos pilotos nas pistas.

A temperatura considerada pelos entrevistados obteve média 2, que não mostra grande preocupação. O que mais influencia nesse quesito é o macacão utilizado pelos pilotos. A vibração admitiu média 4,67, pois nem todas as irregularidades da pista são absorvidas pela suspensão e chassi. A vibração do motor também é ressaltada para esta questão.

O espaço do assento assumiu uma média 2, para os entrevistados esse espaçamento ainda é considerado justo. A inclinação do assento admitiu média 3,67, gerando bastante desconforto nessa parte. A posição dos braços ganhou média 5, onde fica evidente o incômodo nesta parte. Isso se dá ao fato do período de duração da prova analisada. As pernas levaram uma média 3,67, apontando incomodidade do piloto exposto a longos períodos. Os pés tiveram a média 4, levando em consideração os esforços exercidos ao frear e acelerar o carro, é notório o desconforto.

## 5.5 Comparação de resultados

Comparando os resultados obtidos a partir das simulações e do questionário RULA aplicado aos pilotos, nota-se pontos de desconforto que podem necessitar de análises mais aprofundadas e modificações para projetos futuros. O manequim 50% masculino e os pilotos, de estatura média, mostram ser mais confortáveis que o menor percentil (05% feminino) e um pouco mais desconfortável que o maior (95% masculino). Nesse caso o de menor porte tem mais dificuldade de alcançar toda extensão dos pedais e movimentação do volante. O de maior altura por possuir uma maior envergadura, tem um bom acesso aos comandos do veículo, mas pelo tamanho do habitáculo do piloto e o período de pilotagem, sua posição pode ser desconfortante.

Apesar da análise virtual dos pilotos geraram o mesmo resultado, no questionário individual aplicado mostra resultados pouco distintos, mas não discrepantes, pois cada piloto possui nível de experiência diferente e o *software* não leva em consideração alguns parâmetros apontados por eles. Observando isso, alguns pontos críticos foram destacados, dentre eles tornam-se como principais o tronco e o punho. O pescoço também requer um pouco de atenção, que em conjunto com o tronco, demonstra que a inclinação do banco não é a mais adequada para o protótipo. O incômodo dos punhos pode estar relacionado a angulação do volante juntamente com o tempo exposto de pilotagem.

No questionário subjetivo aplicado aos pilotos e nas observações utilizando a bibliografia de Tilley (1993), manifestam-se maior atenção para o assento, posição dos braços e tronco. Se comparado ao questionário RULA aplicado aos mesmos e a simulação virtual, é notório esses pontos críticos abordados, mesmo não sendo de mesma intensidade, mas ainda assim é coerente entre as análises feitas e a noção dos entrevistados.

## 6 | CONCLUSÃO

As análises ergonômicas realizadas forneceram dados que nos possibilitam concluir que no protótipo KB08 existem alguns problemas relacionados a posição de certos componentes internos da gaiola, que influenciam diretamente no conforto dos membros do corpo. Apesar de mostrarem intensidades diferentes para cada método utilizado, no geral algumas regiões se destacam por apresentarem maiores níveis de incômodo. Esses erros identificados, geram os desconfortos percebidos, principalmente nos punhos, pescoço e tronco.

Verificando a inclinação do volante em relação a vertical, observou-se a necessidade de grande atenção para os punhos, onde foi indicado enorme desconforto. Considerando os pilotos utilizando o protetor de pescoço, capacete e levando em conta o encosto de cabeça, o pescoço apresentou resultados que precisam de observações mais aprofundadas. A angulação do banco relacionada a vertical resultou em desconfortos preocupantes para o tronco do piloto, principalmente se exposto a longos períodos.

Conclui-se que é necessário reavaliar a posição dos componentes do veículo, sendo eles, banco, volante e encosto de cabeça. Para sanar os problemas ergonômicos enfrentados, avaliações e estudos ainda mais desenvolvidos devem ser realizadas pela equipe. Principalmente, relacionados aos pontos críticos encontrados nesse trabalho, tal como, um novo projeto para o banco, no qual com a inclinação e altura corretas, muitas das contrariedades podem ser evitadas, levando ao condutor um maior conforto e conseqüentemente mais rendimento ao realizar as provas da competição. Em qualquer que seja o posto de trabalho de uma pessoa, quando ela está se sentindo ergonomicamente agradável, sua produtividade aumenta significativamente na realização das atividades exigidas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Equipe Komiketo Baja UFSJ pela motivação e oportunidade de aplicar os conhecimentos aprendidos em sala de aula. Agradecemos à Universidade Federal de São João del-Rei pelo auxílio e cooperação. Agradecemos à FAPEMIG, pelo suporte à nossa equipe, permitindo o desenvolvimento desse estudo.

## REFERÊNCIAS

ABERGO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. Disponível em: <[http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia)>. Acesso em: 20 jun. 2020.

CAPELETTI, B. H. G. M. Aplicação do método RULA na investigação da postura adotada por operador de balanceadora de pneus em um centro automotivo. 2013. 42 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. Edgard Blucher, 2005.

JUNIOR, J. R. M. Diretrizes para o uso das ferramentas de avaliação de carga física de trabalho em ergonomia: equação Niosh e protocolo RULA. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

JUNNIOR, R. C. D.; SILVA, B. C. B.; CANEDO, G. R. Aplicação do método RULA (rapid upper limb assessment) em um laboratório didático. Joinville, SC, Brasil, 2017.

KALESKI, R. S. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO: Revisão Integrativa de Ferramentas ou Métodos Ergonômicos, 2017.

LOPES, P. R.; SERBENA, H. J.; AZEVEDO, D. Análise ergonômica de postura de motorista. Universidade Federal do Paraná, 2004.

MCATAMNEY, L. AND CORLETT, E.N. RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Appl. Ergonomics, v.24, p.91–99, 1993.

MOREIRA, F. C.; LEAL, J. C.; FERREIRA, Y. V. S. Aplicação de Realidade Aumentada para otimização Ergonômica de Flow Rack Industrial. AEDB, Rio de Janeiro, 2018.

SAE BRASIL. REGULAMENTO BAJA SAE BRASIL, 2020. Disponível em: <<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil>>. Acesso em: 10 set. 2020.

SILVA, M. B. Avaliação Ergonômica de um Kart, 2007.

## 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

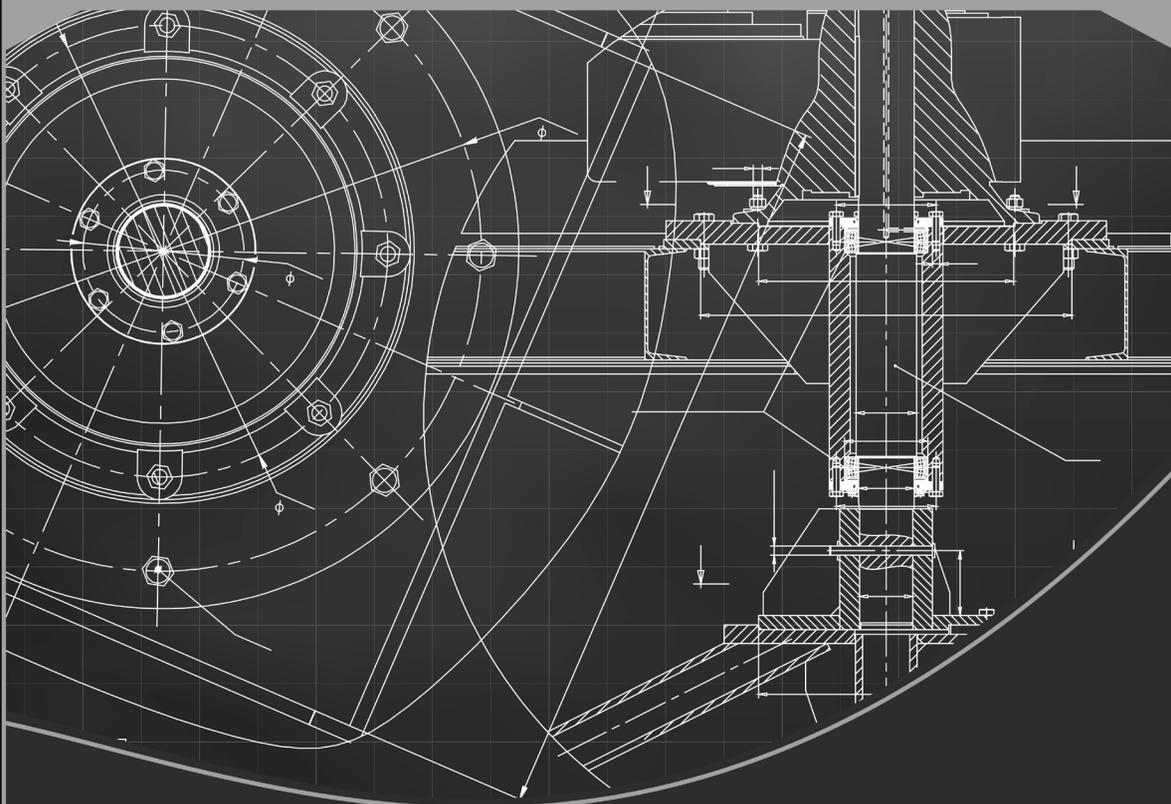
# 2

🌐 [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

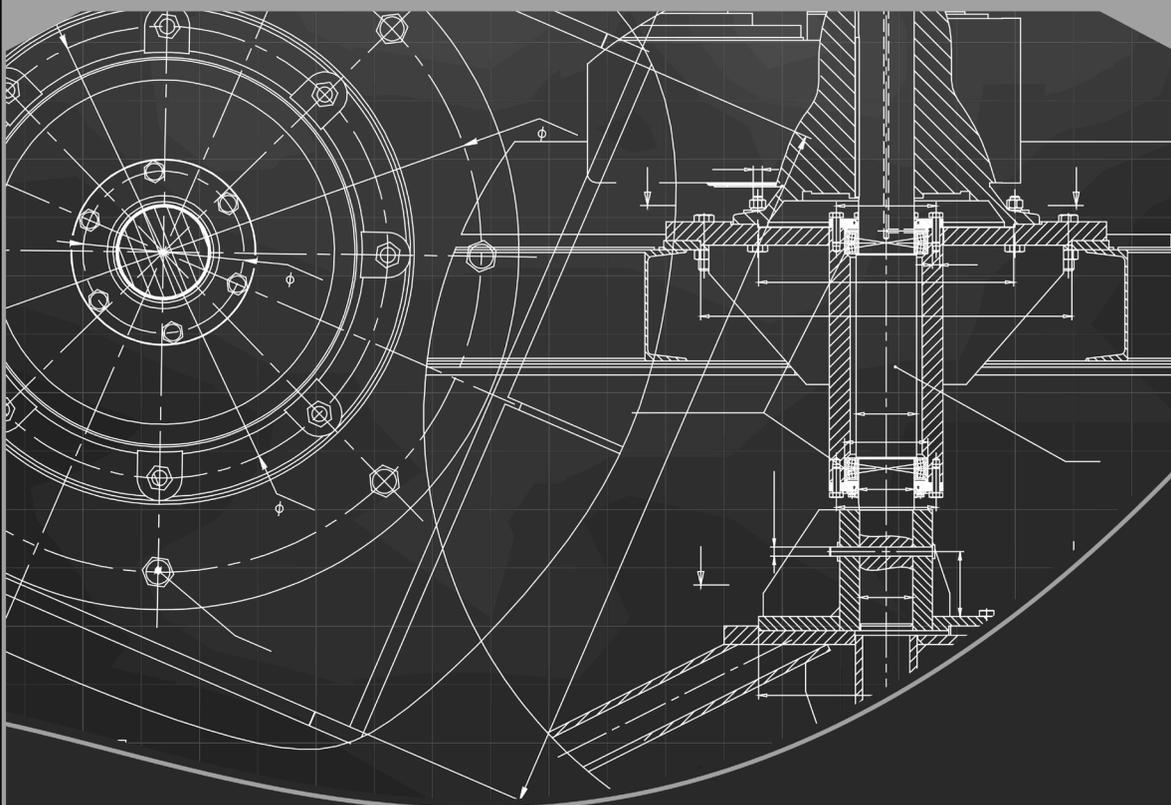
# 2

🌐 [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