

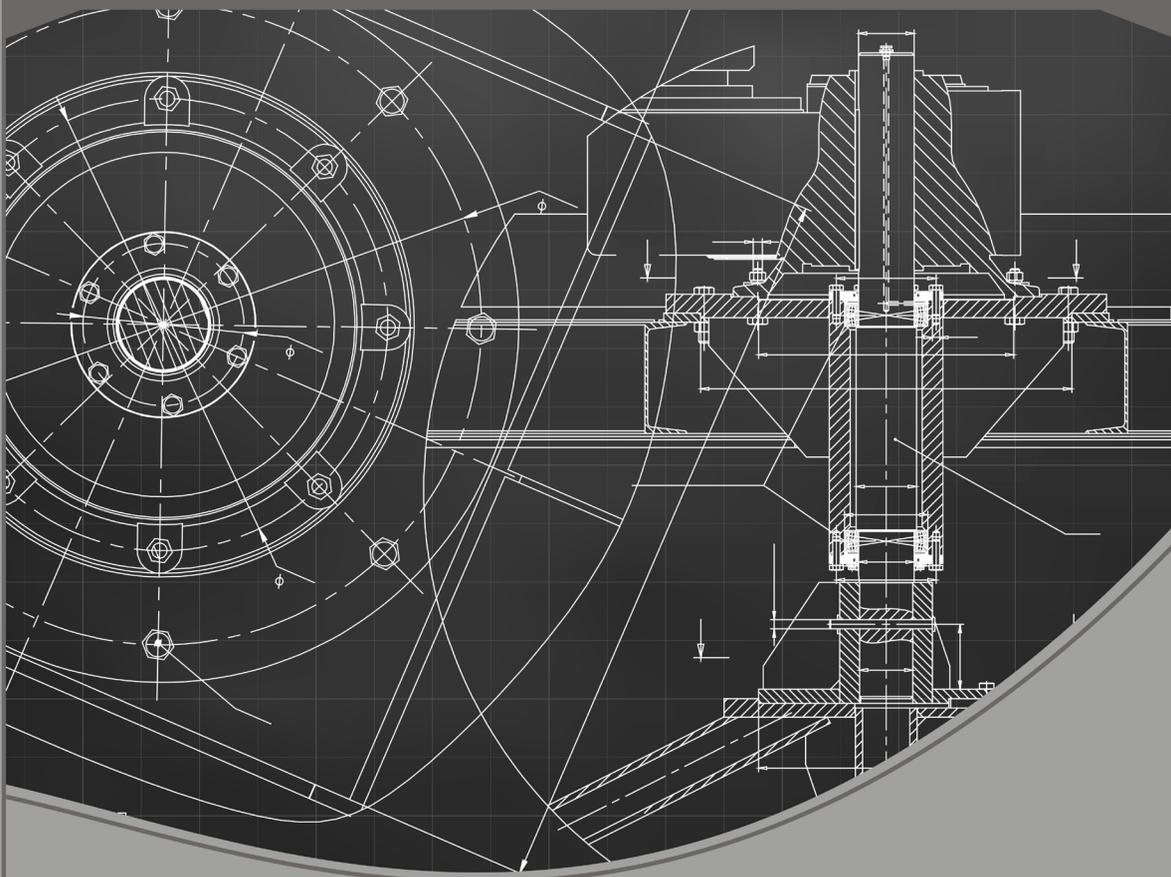
Engenharia Mecânica:

A Influência de Máquinas, Ferramentas
e Motores no Cotidiano do Homem

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2021

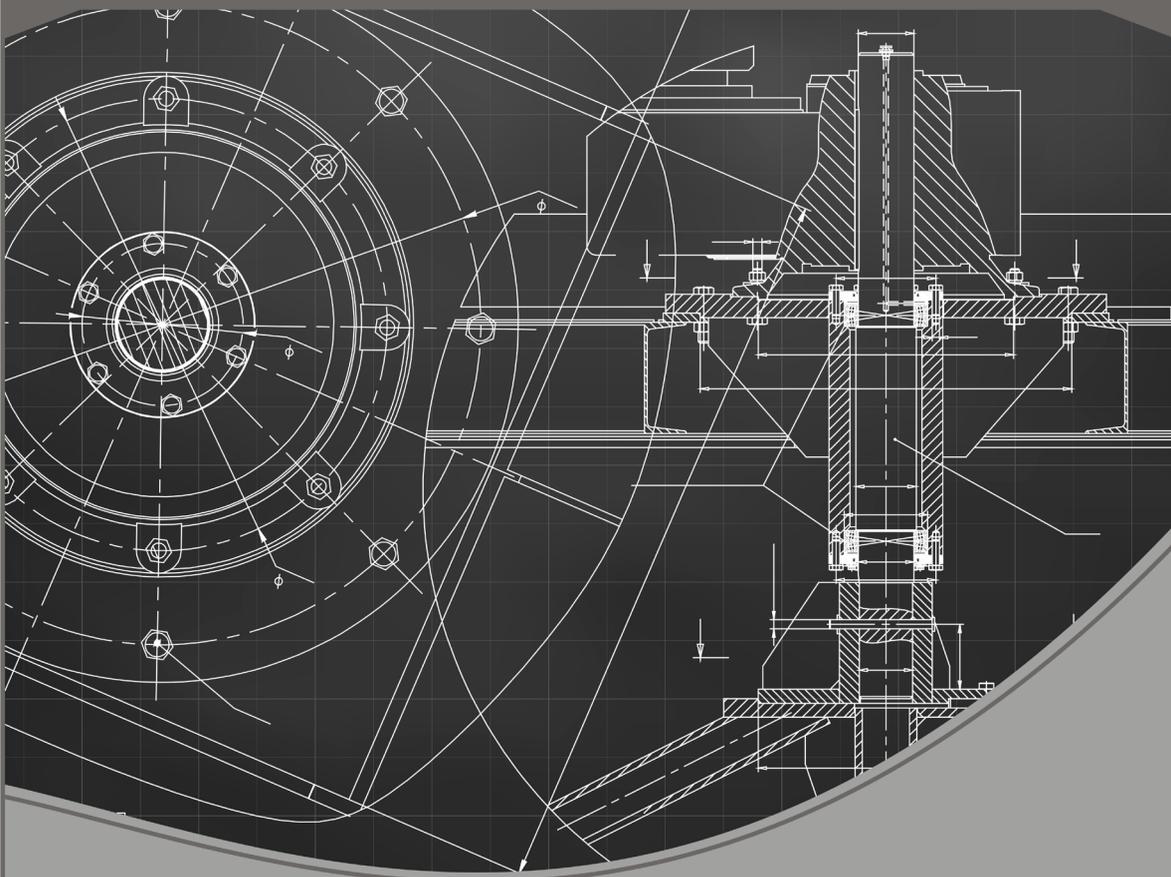
Engenharia Mecânica:

A Influência de Máquinas, Ferramentas
e Motores no Cotidiano do Homem

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
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

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

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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

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

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

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

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

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

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

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

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
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 / 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 978-65-5706-882-3

DOI 10.22533/at.ed.823211703

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

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

PROPRIEDADES FÍSICAS E QUALIDADE DE COLAGEM DE PAINEL COMPENSADO
PRODUZIDO COM LÂMINAS TERMORRETIFICADAS E RESINA POLIURETANA

Danilo Soares Galdino

Cristiane Inácio de Campos

Ricardo Marques Barreiros

DOI 10.22533/at.ed.8232117031

CAPÍTULO 2..... 9

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE LIGAS DE MEMÓRIA DE FORMA EM AERONAVES NÃO
TRIPULADAS

João Gabriel Benedito Duarte

Mayara Auxiliadora Castilho Benites

Victor Leone Rabito Chaves

Edson Godoy

Vanessa Motta Chad

Márcia Moreira Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.8232117032

CAPÍTULO 3..... 22

APLICAÇÃO DE UM MECANISMO BALANCE BAR A UM SISTEMA DE FREIO DE UM
VEÍCULO *OFF ROAD* DO TIPO BAJA

Gustavo da Rosa Fanfa

Bruno Almeida Nunes

Antonio Domingues Brasil

DOI 10.22533/at.ed.8232117033

CAPÍTULO 4..... 34

DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO ALTERNATIVO PARA
APROVECHAR LA ENERGÍA POTENCIAL DEL AGUA

Diógenes Manuel de Jesús Bustan Jaramillo

José Leonardo Benavides Maldonado

Andrea del Pilar Narváez Ochoa

DOI 10.22533/at.ed.8232117034

CAPÍTULO 5..... 48

AVALIAÇÃO TÉRMICA DE VEICULOS COM E SEM PELICULA TÉRMICA

Weverson Carlos Fortes

Maribel Valverde Ramirez

DOI 10.22533/at.ed.8232117035

CAPÍTULO 6..... 57

COMPARISON OF EXPERIMENTAL DATA AND PREDICTION MODELS OF MINIMUM
FLUIDIZATION VELOCITY FOR A RICE HUSK AND SAND MIXTURE IN FLUIDIZED BED

Fernando Manente Perrella Balestieri

Carlos Manuel Romero Luna

Ivonete Ávila

DOI 10.22533/at.ed.8232117036

CAPÍTULO 7..... 65

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA PARA AVALIAÇÃO DOS ATUAIS PROCESSOS DE SECAGEM DE GRÃOS

José Roberto Rasi

Mario Mollo Neto

Roberto Bernardo

DOI 10.22533/at.ed.8232117037

CAPÍTULO 8..... 81

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INTERFACE HÁPTICA PARA TESTES DE CONTROLE MOTOR. DESIGN E VALIDAÇÃO DE UMA NOVA INTERFACE MECÂNICA

Adriano Augusto Antongiovanni

Arturo Forner Cordero

DOI 10.22533/at.ed.8232117038

CAPÍTULO 9..... 100

BRAÇO ROBÓTICO UTILIZANDO SENSOR DE COR PARA SEPARAÇÃO DE OBJETOS

Airam Toscano Lobato Almeida

Gefté Alcantara de Almeida

Eduardo Garcia Medeiros

Douglas Pires Pereira Junior

Samuel Vasconcelos de Oliveira

Carlos Henrique Cruz Salgado

DOI 10.22533/at.ed.8232117039

CAPÍTULO 10..... 106

LEVANTAMENTO DE DADOS DA LITERATURA SOBRE CÁLCULO DO FATOR DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Kiala Muana Mfumu

Ivonete Ávila

Tatiane Tobias da Cruz

DOI 10.22533/at.ed.82321170310

CAPÍTULO 11..... 114

BENEFICIAMENTO DO MINÉRIO DE NIÓBIO ATRAVÉS DA CONCENTRAÇÃO POR PROCESSOS MECÂNICOS E SOLUÇÕES QUÍMICAS: ESTUDO TEÓRICO APROFUNDADO

Luiz Eduardo Ortigara

Mario Wolfart Júnior

Carlos Wolz

DOI 10.22533/at.ed.82321170311

CAPÍTULO 12..... 128

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE ECLUSAS

PARA OS COMBOIOS PADRÃO TIETÊ

Antonio Eduardo Assis Amorim

DOI 10.22533/at.ed.82321170312

CAPÍTULO 13..... 139

DESENVOLVIMENTO DE UM CÓDIGO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DE
VIBRAÇÃO POR CAPTURA DE IMAGEM

Giovanni Luiz Fredo

Paulo Rogério Novak

DOI 10.22533/at.ed.82321170313

SOBRE OS ORGANIZADORES 150

ÍNDICE REMISSIVO..... 151

CAPÍTULO 3

APLICAÇÃO DE UM MECANISMO BALANCE BAR A UM SISTEMA DE FREIO DE UM VEÍCULO OFF ROAD DO TIPO BAJA

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Gustavo da Rosa Fanfa

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1048975400703509>

Bruno Almeida Nunes

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5843415214640508>

Antonio Domingues Brasil

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9735292585423998>

RESUMO: O presente projeto de pesquisa parte de um problema encontrado durante a modelagem e dimensionamento do sistema de freios de um veículo *off road* do tipo baja. O projeto e a fabricação devem seguir estritamente o regulamento estabelecido pela associação SAE Brasil. Tal regulamento impõe que os protótipos devem ter duas linhas independentes de freio, uma para as rodas dianteiras, e outra para as rodas traseiras. Durante o desenvolvimento do sistema, foi percebida a necessidade de ajuste de pressões relativas nas duas linhas de freio. Para solucionar o problema, optou-se pela aplicação de um mecanismo já conhecido, o *balance bar*, que, tendo em vista conceitos de engenharia, confiabilidade e robustez do sistema, atende os requisitos iniciais de aplicação. A partir daí,

foi realizado a modelagem, dimensionamento em software de modelo CAD que proporcionou a realização de uma análise quantitativa da variação esperada. Além disso, foram realizadas simulações estruturais por elementos finitos, visando validar a produção do mecanismo em âmbito de protótipo. O mecanismo foi produzido em máquinas e ferramentas mecânicas convencionais utilizando alumínio e aço. Os requisitos de variação de pressão eram de 70% para ambas as linhas. O desenvolvimento da aplicação do mecanismo resultou em uma variação possível superior às necessárias, se aproximando de 80%. O ajuste do mecanismo não requer uso de ferramentas e equipamentos específicos.

PALAVRAS-CHAVE: *Off Road*; baja; freios; *balance bar*; variação.

APPLICATION OF A BALANCE BAR MECHANISM TO A BREAK SYSTEM OF A BAJA TYPE OFF ROAD VEHICLE

ABSTRACT: This research project is part of a problem encountered during the design and modeling of the brake system of an off road vehicle of the baja type. The vehicle obeys a regulation for its production, which is given by the SAE Brasil association, that forces the prototypes to have two independent brake lines, one for the front wheels, and another for the rear wheels. During the development of the system in general, it was perceived the need to adjust the relative pressures in the two brake lines. To solve the problem, we aimed to apply an already known mechanism - the balance bar mechanism which,

in view of engineering concepts, reliability and robustness of the system, meets the initial application requirements. From there, the modeling was carried out, sizing in CAD model software that provided a quantitative analysis of the expected variation. In addition, structural simulations were performed by finite elements, in order to validate the production of the mechanism within the prototype. The mechanism was produced in conventional machines and mechanical tools using aluminum and steel. The pressure variation requirements were 70% for both lines. The development of the mechanism application resulted in a possible variation higher than those required, approaching 80%. The adjustment of the mechanism does not require the use of specific tools and equipment.

KEYWORDS: Off Road, baja; brakes; balance bar; variation.

1 | INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi concebido, projetado, fabricado e testado na equipe FURG Motorsport, do projeto baja da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, na cidade de Rio Grande, Rio Grande do Sul. Trata-se de um projeto extracurricular, com o objetivo de desenvolver um veículo do segmento fora de estrada (*off road*) para o mercado consumidor mundial, propiciando a condição de participar das competições universitárias promovidas pela associação de engenheiros da mobilidade, SAE Brasil. As referidas competições desafiam estudantes de engenharia a desenvolverem um protótipo, englobando a concepção, o projeto, a construção e os testes. Especificamente este trabalho tem o intuito de apresentar como foi resolvido um problema de dinâmica de frenagem, onde se fazia necessária a variação e regulação da pressão atuante nas linhas de freio do protótipo a ser fabricado. O sistema de freios do veículo é de suma importância para as provas de segurança da Competição Baja SAE e, sobretudo, para promover confiança e segurança durante a pilotagem, requerendo destaque e dedicação desde a concepção do projeto. O protótipo da equipe citada requisita, por sua dinâmica, a variação aproximada de 70% de pressão nas linhas, o que desafia a criação de um mecanismo que realize essa variação. Além disso, por se tratar de um veículo de competição e comercial, a massa empregada, facilidade de ajuste e manutenção e o custo são fatores cruciais que devem ser levados em consideração durante seu desenvolvimento.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Requisitos do regulamento da competição baja SAE

De acordo com a SAE (2021), algumas regras são impostas aos veículos tipo baja, a fim de garantir a segurança e os requisitos básicos de produção. Para os freios, essas normas podem ser encontradas no Regulamento Administrativo e Técnico Baja SAE Brasil (RATBSB) parte B – Regulamento técnico, B9 – Sistema de freio. Esse projeto foi realizado com base nas diretrizes técnicas prescritas em tal regulamento. Dentre as diretrizes

técnicas vale citar o item B9.2.1.

O sistema de freios deve ser segregado em ao menos dois circuitos hidráulicos independentes de tal forma que, mesmo com qualquer falha ou vazamento em um ponto do sistema, a capacidade de frear efetivamente seja mantida em pelo menos duas rodas. (SAE BRASIL, 2021, p. 72)

2.2 Mecanismos de frenagem

Desde a criação da roda, a necessidade de desenvolver mecanismos de frenagem tornou-se crucial para o desenvolvimento humano. A física e a engenharia sempre se fizeram presentes nesse desenvolvimento, e desde lá, diversos mecanismos distintos foram criados. Atualmente, o mecanismo de maior eficiência, segundo Limpert (1999), é conhecido como sistema de freios a disco, presente também no protótipo baja SAE.

Segundo Limpert (1999), este sistema consiste em um disco, montado no eixo e fixado ao cubo da roda. A frenagem do disco é realizada por meio de uma pinça presa ao cubo. Este sistema, embora mais eficiente, é normalmente usado apenas nos eixos dianteiros de veículos comuns.

2.3 Multiplicação de força e princípio de Pascal

De acordo com Nicolazzi (2008), a frenagem em veículos automotores é feita através de dois princípios básicos: multiplicação mecânica e pressão. A multiplicação mecânica é feita via pedal de freio. Isso se torna indispensável, pois segundo Limpert (1999) a força exercida no pedal limita-se em 823N para os homens e 445N para as mulheres, fazendo-se necessária a multiplicação dessa força, função essa exercida pelo pedal de freio. A multiplicação mecânica, nesse caso, acontece via alavanca interfixa, podendo ser exemplificada pela Figura 1.

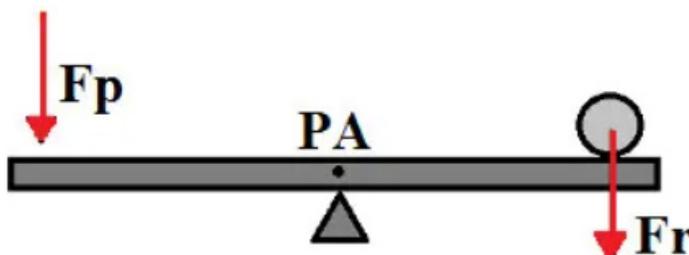


Figura 1 - Alavanca Interfixa

Fonte: Teixeira (2021)

O segundo conceito empregado para multiplicação mecânica trata-se da pressão, conhecido fisicamente como Princípio de Pascal, no qual, considerando um fluido incompressível, a pressão exercida em toda a linha será a mesma.

De acordo com Limpert (1999), o Princípio de Pascal, onde, num sistema fechado, quando uma força atua numa determinada área de um pistão, comprimindo um fluido, esta é multiplicada proporcionalmente à área do segundo ou demais pistões do sistema.

A relação de multiplicação de força relacionada com a área e descrita por Limpert (1999) pode ser representada na figura 2.

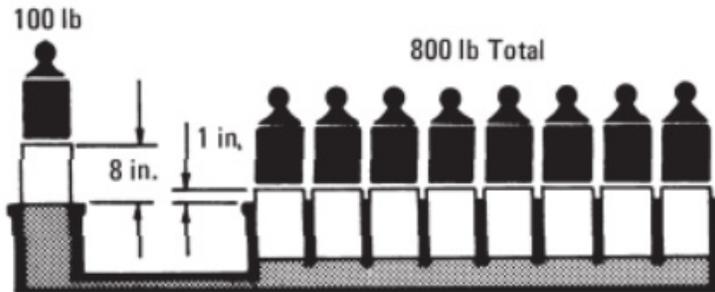


Figura 2 - Relação de multiplicação de força com a área

Fonte: Limpert (1999).

2.4 Princípio de atrito

O projeto de um mecanismo específico demanda a aplicação de diversos princípios e teorias. No caso de um sistema de freios, há um princípio físico fortemente presente e fundamental que é o Princípio de Atrito, conforme descrito por Nicolazzi (2008).

A possibilidade de transmissão de esforços entre o pneu e a pista, esforços esses que ocorrem durante os processos de frenagem e aceleração ou quando da absorção de forças laterais, como a força centrípeta em curvas, depende do atrito disponível no contato, também chamado aderência entre pneu e pista. (NICOLAZZI, 2008, p. 15)

A aderência entre pneu e pista é de suma importância para maior performance e segurança durante a frenagem. Portanto, conhecer a influência dos diferentes tipos de terrenos na dinâmica de frenagem possibilita um ajuste preciso de pressões de freios, facilitando a pilotagem. Para o conhecimento citado, NICOLAZZI (2008) disponibiliza a tabela abaixo, ilustrada na figura 3, onde apresenta grandezas de coeficiente de atrito para os diversos tipos de terreno.

Tipo de pista	μ
Asfalto	0,60 a 0,95
Pedra britada	0,50 a 0,65
Terra solta	0,40 a 0,50
Terra seca	0,50 a 0,70
Terra úmida	0,50 a 0,60
Areia	0,20 a 0,30
Neve	0,30 a 0,35

Figura 3 - Variação do coeficiente de atrito de acordo com o tipo de terreno

Fonte: Nicolazzi (2008).

Então, para cada mudança de constante de atrito (μ) relacionada a diferentes tipos de terrenos, veículos de competição, como o Baja SAE, são beneficiados por um ajuste preciso das pressões atuantes nas linhas de freio.

3 | METODOLOGIA

O presente trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa quantitativa, descritiva e aplicada. Quantitativa na medida em que faz uso de linguagem matemática e lógica, associadas com teorias de frenagem veicular, próprias da engenharia, relacionando-as de forma a encaminhar uma solução para o problema identificado. Considerando o que foi escrito por Triviños (1987) apud Biz, Gomes e Brasil (2019), esta pesquisa também tem um perfil descritivo e aplicado, pois procura identificar e descrever variáveis, fatos e fenômenos próprios do caso analisado, além de possibilitar geração de conhecimentos para uso em pesquisas futuras afins com a dinâmica veicular.

Os procedimentos que orientaram a obtenção de uma solução para o problema, foram conduzidos de acordo com a sequência exposta a seguir.

Inicialmente foi realizada uma análise sobre a questão central do problema, qual seja: como realizar a variação e a regulagem da pressão atuante nas linhas de freio do protótipo a ser fabricado. Como meta inicial, estudos dinâmicos anteriores realizados pela equipe indicavam que a performance do protótipo teria uma melhora significativa, se fosse possível obter uma variação de pelo menos 70% da pressão nas linhas de freio.

Tendo essa referência como ponto de partida, pesquisas bibliográficas e coleta de dados de protótipos anteriores foram efetuadas, tendo o fim de obter informações para auxiliar na concepção de um sistema, que viabilizasse a regulagem da pressão nas linhas de freio.

Nessa etapa inicial, foram levantados requisitos gerais e restrições que condicionariam as alternativas funcionais para o novo sistema. Como requisitos gerais

citam-se a necessidade do sistema ter baixo custo, facilidade de produção e manutenção. Como restrições destaca-se aquelas de cunho espacial, na medida em que as dimensões do novo sistema ficariam condicionadas ao espaço disponível no chassi do veículo. Além disso, por se tratar de um veículo de competição, a massa empregada que se reflete no peso do conjunto é outro fator que teve que ser levado em consideração. Outro fator condicionante para o projeto foi o dimensionamento do sistema de freios do veículo, realizado previamente, em que ficou definida a utilização de dois cilindros de freio (um para as rodas dianteiras e outro para as traseiras).

Uma vez tendo-se as informações fundamentais para apoiar as decisões, a próxima etapa foi levantar alternativas de soluções para o sistema.

A alternativa de modelar o sistema a partir do uso de um mecanismo *Balance Bar* (barra de equilíbrio) surgiu a partir de pesquisas bibliográficas e estudos em veículos de competições nacionais e internacionais. *Balance bar* nada mais é do que uma barra de ajuste, que promove a variação do ponto de aplicação da força, variando assim, a pressão relativa atuante em cada uma das linhas de freio.

A simplicidade do sistema e sua compatibilidade com os requisitos e restrições de projeto foram decisivos para a sua escolha.

Estando definido o sistema a ser usado, a etapa seguinte foi a elaboração do seu projeto técnico, o que envolveu: concepção do sistema (geometria geral e suas partes constituintes); levantamento dos esforços atuantes; simulações estruturais; seleção de materiais; dimensionamento e especificação de componentes; modelagem gráfica do mecanismo; elaboração de desenhos construtivos.

A aplicação desse procedimento metodológico culminou com a obtenção de um mecanismo que atendeu satisfatoriamente às expectativas da equipe e que passa a ser descrito a seguir.

4 | PROJETO DO MECANISMO

A decisão pela adoção do mecanismo *Balance Bar* e o trabalho anterior da equipe de dimensionamento do sistema de freios do veículo, onde foram determinados dois cilindros de freio (um para as rodas dianteiras e outro para as traseiras), definiram os marcos iniciais para a concepção do mecanismo.

Uma primeira decisão para iniciar o dimensionamento do sistema foi a escolha da razão C do pedal (Figura 5), ou seja, a relação entre o braço de alavanca do pedal (B) e o braço de acionamento do mecanismo (A).

Segundo Junior (2015) um ser humano não consegue fornecer toda a força necessária para que a frenagem seja efetuada. Para tal é necessário ampliar essa força, fato que ocorre no pedal de freio por meio da força de alavanca. Como o protótipo deve ser concebido para o mercado consumidor mundial, o sistema de freio precisaria ser eficaz

para uma força no pedal de 445 N, que, segundo Limpert (1999), é a maior força que pode ser exercida pelo público feminino.

De posse desse dado, chegou-se à conclusão de que a razão do pedal mínima para acionamento do sistema deveria ser 7.

A Figura 4 apresenta um desenho esquemático do pedal e de sua razão de pedal (C). Como já citado anteriormente, neste projeto a razão necessária é de 7, que resultou na força aplicada no mecanismo *balance bar*, desconsiderando perdas, equivalente a 3115 N.

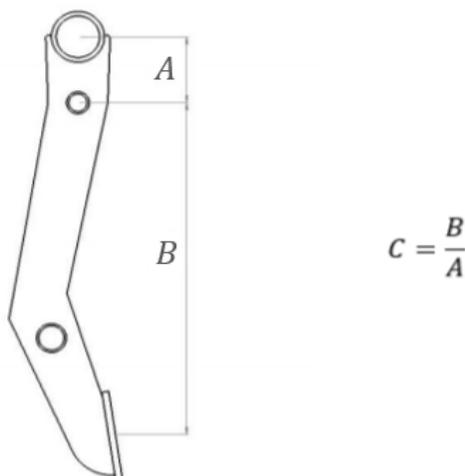


Figura 4 - Representação de modelo de pedal

Fonte: adaptado de MARTINS NETO (2018).

Com esses dados iniciais foi feito um diagrama de corpo livre, onde constam os esforços que atuarão no mecanismo, conforme Figura 5. Como pode ser visto, a distribuição dos esforços no mecanismo pode ser modelada como uma viga biapoiada com carregamento simples. Alterando-se o ponto de aplicação da força amplificada (3115 N), alteram-se as reações dos apoios A e B, que representam as forças que agem nos cilindros hidráulicos. O mecanismo *balance bar* tem por objetivo ajustar a localização dessa força. No mecanismo projetado, a faixa de ajuste é de 55 milímetros. Esse valor foi decorrente das limitações de espaço impostas pelo chassi do veículo.

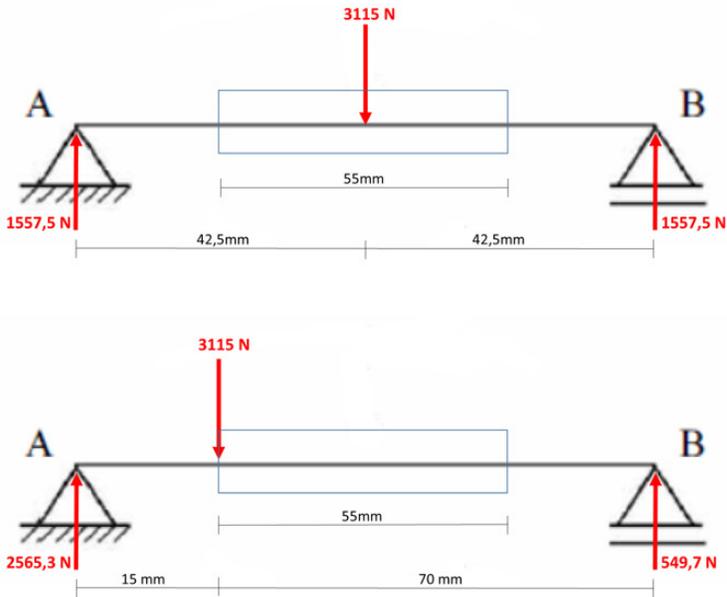


Figura 5 – Modelagem dos esforços no *Balance Bar*

Fonte: os autores (2021).

A modelagem dos esforços permitiu o entendimento de como seria o funcionamento básico do sistema e das principais grandezas que influenciariam a sua geometria. Após, utilizando um software de modelo CAD, chegou-se à primeira concepção do mecanismo, que está apresentada na Figura 6.

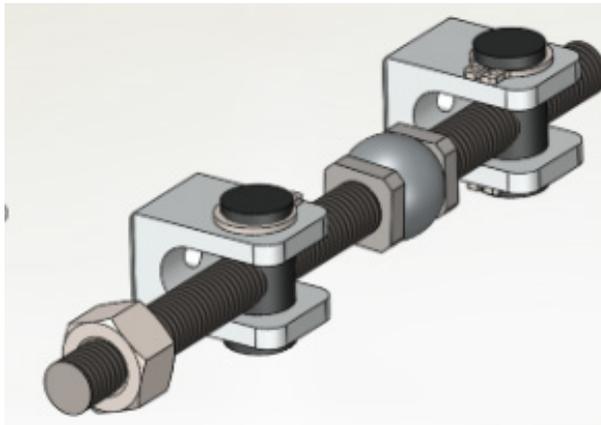


Figura 6 – Primeira versão da concepção do *Balance Bar*

Fonte: Os autores

Com a concepção e os parâmetros iniciais de projeto definidos, foi possível pesquisar e selecionar materiais para serem usados na fabricação. Os materiais selecionados foram submetidos às análises de esforços, por meio de simulações em softwares de elementos finitos. A Figura 8 mostra a simulação feita em um dos componentes do mecanismo. Os materiais escolhidos foram o alumínio SAE 6061-T6 e o aço SAE 1045, que apresentam propriedades mecânicas adequadas para suportar com segurança às solicitações e facilmente encontrados no mercado.

Uma vez escolhidos os materiais e definidos os componentes que fariam parte do mecanismo, fazendo uso novamente de um software de modelo CAD, foram aprimoradas dimensões e formas geométricas. Paralelamente, foram especificados os componentes comerciais que seriam adquiridos de terceiros. Para finalizar o projeto do mecanismo, foram elaborados os desenhos construtivos necessários para a fabricação do mesmo.

5 | DESCRIÇÃO DO MECANISMO PROJETADO

A Figura 6 apresenta um desenho esquemático em perspectiva do mecanismo *Balance Bar* que foi projetado. Como pode ser observado, ele é composto por 6 componentes: manípulo de ajuste; barra rosçada; pino de apoio (duas peças); mancal de sustentação (duas peças); cursor de regulagem; bucha fixa; anel de trava (duas peças).

O seu funcionamento se dá do seguinte modo: conforme pode ser acompanhado pela Figura 7, ao girar-se o manípulo de ajuste, o cursor de regulagem de pressão se deslocará para um dos lados, conforme o sentido de giro, e irá alterar o ponto de transmissão de força do pedal aos cilindros hidráulicos, variando assim a pressão exercida no fluido de freio pelo êmbolo de cada cilindro.

Os anéis trava têm a função de fixação dos pinos de apoio em seu respectivo mancal de sustentação, sendo que cada pino tem um orifício com rosca para deslizamento da barra rosqueada, garantindo o ajuste necessário para transmissão dos esforços.

Os mancais de sustentação são os elementos de ligação com os cilindros hidráulicos. Já a bucha fixa é o elemento que liga o mecanismo ao pedal de freio.

O peso total do mecanismo ficou em 0,5 kgf, sendo de fácil montagem e manutenção, atendendo assim aos requisitos inicialmente estabelecidos.

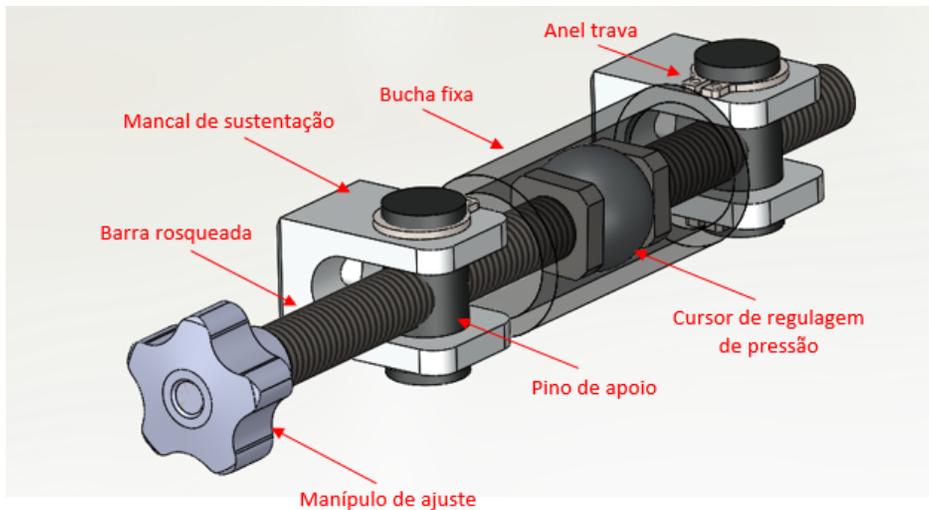


Figura 7 - Modelagem

Fonte: os autores (2021)

Objetivando proporcionar robustez e confiabilidade ao mecanismo, foram realizadas simulações estruturais por elementos finitos validando assim a geometria empregada, como já citado anteriormente. As tensões máximas encontradas em ambos os materiais - aço e alumínio - ficaram abaixo da metade de sua tensão de escoamento, proporcionando ao sistema um fator de segurança igual ou superior a 2. A Figura 8 exemplifica o modelo de simulação utilizada, proporcionando não só o conhecimento da localização de maior solicitação, mas também as deformações presentes nos componentes.

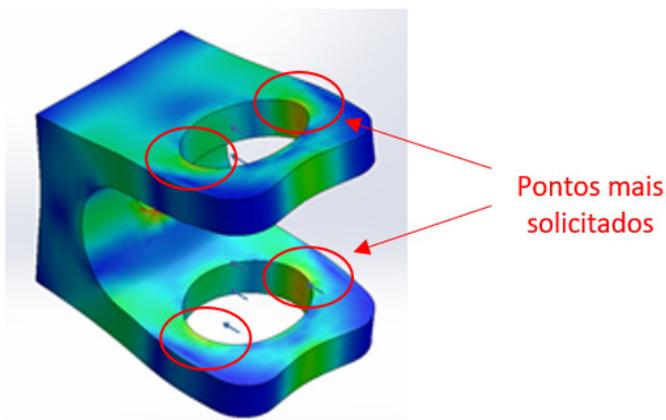


Figura 8 - Simulação Estrutural

Fonte: os autores (2021).

Um dos fatores limitantes para a geometria do sistema seria a movimentação da força atuante. A solução encontrada foi fabricar uma bucha acompanhada de um cursor de regulagem interna em conjunto com uma barra rosqueada. O curso de movimentação da bucha ficou em 55 milímetros, pois este era o limite de espaço disponível para a montagem dos dois cilindros hidráulicos. Com o ajuste na barra rosqueada, ao se aplicar uma força de 445N, as pressões resultantes nos cilindros podem variar de 20 a 90 bares. Para validar e regular o sistema, foram utilizados manômetros analógicos, permitindo o ajuste preciso e conseqüentemente possibilitando ao veículo travar as 4 rodas imediatamente e em terrenos distintos, conforme exigência do regulamento da competição. Visando reduzir o custo de produção, a geometria criada teve como base a possibilidade de fabricação por equipamentos e ferramentas acessíveis ao cotidiano da equipe FURG Motorsport, reduzindo assim, além do custo, o tempo e logística de fabricação. O sistema montado no veículo encontra-se na Figura 9.

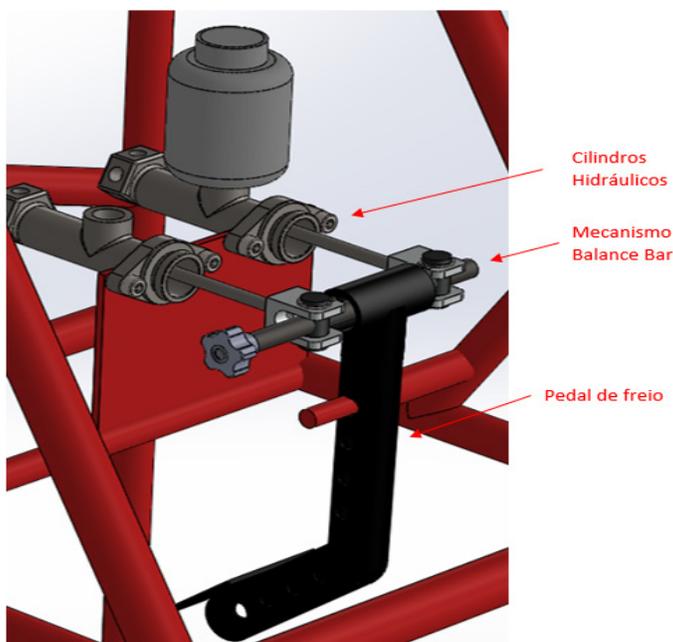


Figura 9– Sistema montado
Fonte: os autores (2021).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A competição BAJA SAE testa e avalia o veículo em diversos aspectos, dentre eles, segurança e resistência são os que mais impactam na qualificação de um equipe.

Portanto, a estratégia de possuir um sistema seguro e bem testado garantem à equipe um bom rendimento durante as provas. O projeto propiciou à equipe a possibilidade de ajustes de parâmetros para diferentes tipos de terrenos, melhorando a performance do veículo durante as competições. Testes de campo ainda serão necessários para aprimorar os ajustes do sistema, com relação às perdas não consideradas neste projeto de aplicação. Cabe salientar, ainda, que um dos limites do sistema desenvolvido é que ele necessita ser ajustado previamente para o terreno onde o veículo irá competir. Em projetos futuros, cabe o desenvolvimento de um ajuste eletrônico, o que beneficiaria ainda mais a regulação dos parâmetros de veículo durante uma competição.

REFERÊNCIAS

BIZ, P. M.; GOMES, L. C. ; BRASIL, A. D. **OTIMIZAÇÃO DA ESCOLHA DA RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES ATRAVÉS DE MODELAGEM MATEMÁTICA: O PROJETO BAJA SAE**. Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica 2. 2 ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019, v. 2, p. 146-156.

BRASIL, SAE BRASIL. **Baja.– s.d.** – Disponível em: http://saebrasil.org.br/wp-content/uploads/2020/03/RATBSB_emenda_03.pdf . Acesso em: 01 fevereiro 2021. SAE BRASIL. Regulamento Baja SAE Brasil: Capítulo B 9.

GILLESPIE, T. **Determining the Sensitivies of an S-Cam Brake**. Technical Report. Blue Springs - USA: 1998.

MARTINS NETO, E. P. P. **PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE FREIO APLICADO A UM PROTÓTIPO DE VEÍCULO PARA COMPETIÇÃO FORA DE ESTRADA** - João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13326/1/EPPMN03072018.pdf>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2021.

NICOLAZZI, L.C.; LEAL L.C.M.; ROSA, E. **Uma introdução a modelagem quaseestática de automóveis**. Publicação interna do GRANTE, Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. 2008.

JUNIOR, N.M.J. **Dimensionamento de um freio para baja**. Trabalho de conclusão de curso. Santo André: FATEC. 2015.

LIMPERT, R. **Brake design and safety**. Second Edition. SAE International. 1999.

TEIXEIRA, M. M. **Alavanca**; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilestela.uol.com.br/fisica/alavanca.htm>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acelerômetro 130, 135, 139, 140, 142, 144

Aquecimento 9, 10, 11, 35, 48, 49, 56, 70, 71

B

Baja 22, 23, 24, 26, 32, 33

Balance 22, 23, 27, 28, 29, 30, 99

Beneficiamento 80, 114, 116, 117, 118, 124, 125

Bombas 13, 34, 37, 39, 43, 47

Braço robótico 100, 101, 104, 105

C

Características físicas 1

Carro 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56

Casca de arroz 57, 58

Ciclo de vida 95, 106, 108, 109, 110, 113

Colagem 1, 2, 4, 5, 7, 8, 92, 93

D

Deslamagem 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 125, 126

Deslocamentos 139

E

Efeito estufa 49, 57, 106, 107, 112, 113

Energia elétrica 34, 36, 37, 40, 106, 110, 113

Energia mecânica 34, 36, 37, 38, 40

Energia potencial 34, 36, 37

F

Fator de emissão 106, 107, 110, 111, 113

Flotação 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

Fotogrametria 139

Freios 22, 23, 24, 25, 27

Frequência natural 139, 140, 142, 144, 145, 147, 149

H

Hidrovia 128, 129, 132, 137

I

Interface háptica 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 97, 98

L

Leito fluidizado 57, 58

M

Matriz elétrica 106, 107, 110, 111

Métodos de secagens 65

Mistura 57, 58, 124

Moagem 114, 116, 117, 118, 119, 120, 125, 126, 127

N

Nióbio 114, 115, 116, 117, 118, 121, 123, 126, 127

O

Off road 22, 23

P

Painel compensado 1, 2

Película térmica 48, 49, 55

R

Resina poliuretana 1, 2, 3, 7

S

Secadores 65, 72, 74, 75

Segurança da navegação 128, 137, 138

Sensor de cor 100, 101, 102, 104

Separação 100, 104, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 126

T

Temperatura 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 14, 17, 19, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 115

Termorretificação 1, 2, 4, 5, 7, 8

Teste controle 81

Turbinas 14, 34, 38

U

Umidade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75

V

Variação 22, 23, 26, 27, 68, 104, 110

Velocidade 18, 35, 38, 39, 45, 50, 57, 58, 64, 68, 69, 70, 85, 89, 103, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 144

Engenharia Mecânica:

A Influência de Máquinas, Ferramentas
e Motores no Cotidiano do Homem

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Engenharia Mecânica:

A Influência de Máquinas, Ferramentas
e Motores no Cotidiano do Homem

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021