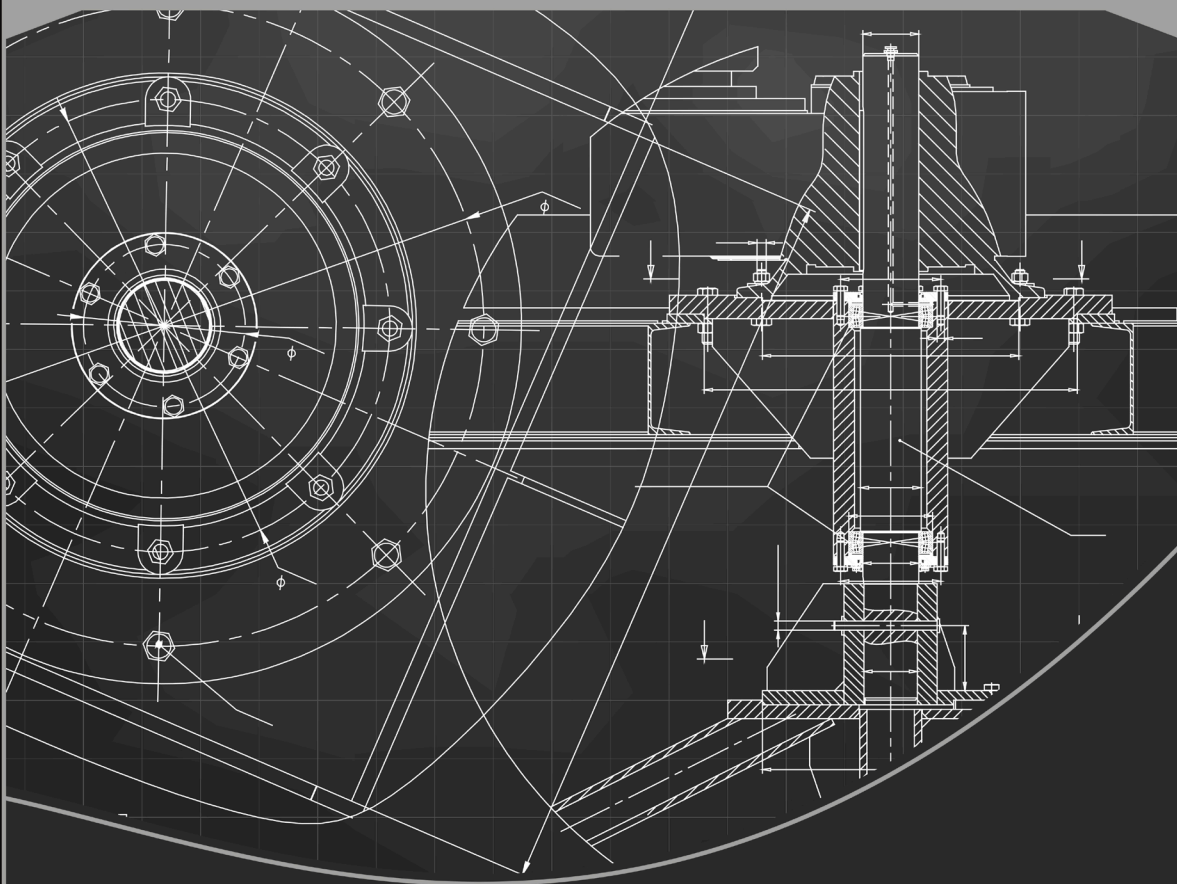


Engenharia mecânica:

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

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)



Atena
Editora

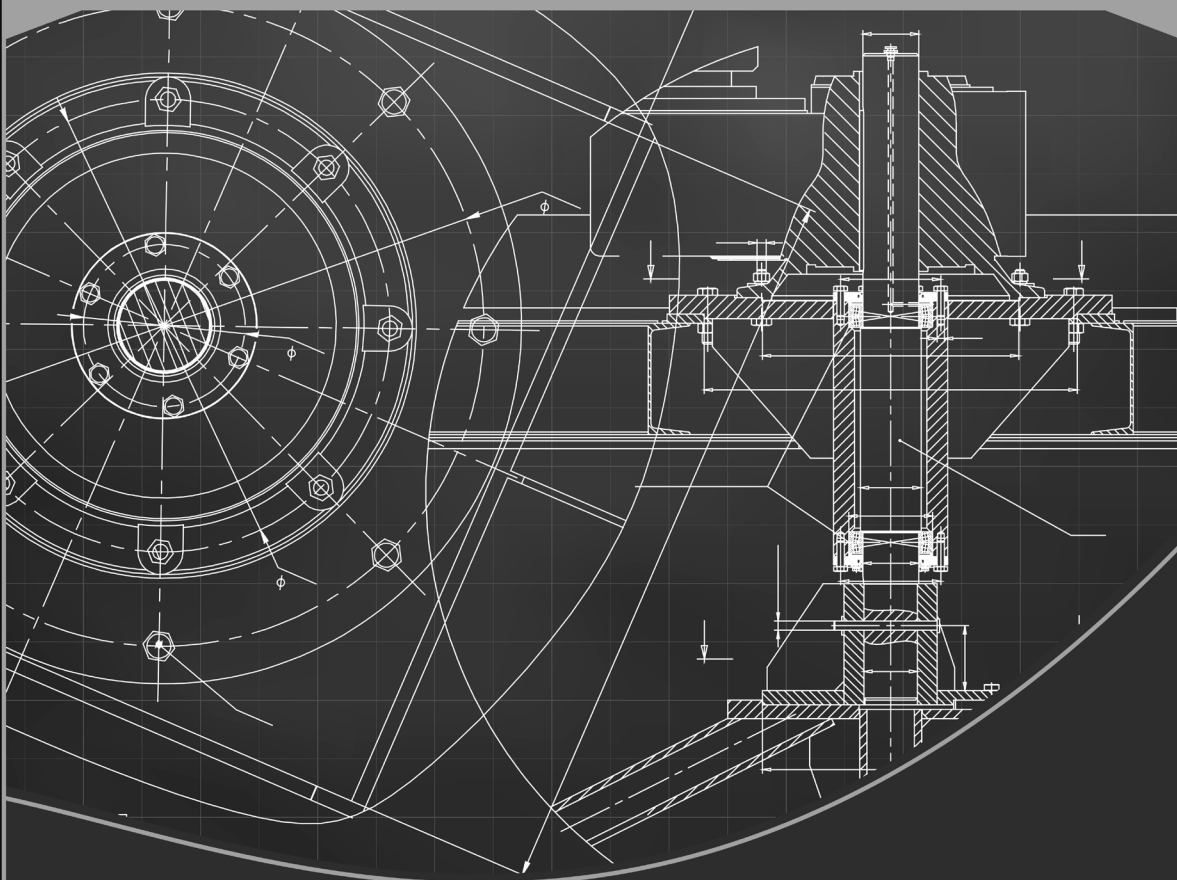
Ano 2021

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

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

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

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

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 08/03/2021

David Coverdale Rangel Velasco

Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro
Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/9356476964884212>

José Alexandre Tostes Linhares Júnior

Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro
Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/9046803786078806>

Felipe Perissé Duarte Lopes

Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro
Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/1944239448019813>

Carlos Maurício Fontes Vieira

Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro
Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6309884585355966>

Afonso Rangel Garcez de Azevedo

Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro
Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/5332016516191423>

RESUMO: Pesquisas apontam um crescimento exponencial da demanda de energia per capita, no decorrer da história. Mediante este cenário,

crece a necessidade por estudos que tenham por objetivo otimizar a utilização da energia pela sociedade, possuindo impactos econômicos e socioambientais positivos. O presente trabalho, utilizou dados oficiais atualizados, para realizar um estudo do potencial aproveitamento energético do calor dissipado por condicionadores de ar, objetivando assim um ganho econômico pautado no desenvolvimento sustentável. Parâmetros como carga térmica, eficiência energética, trabalho e calor rejeitado foram utilizados, bem como detalhamento de tarifas envolvidas no custo de energia atualmente. O estudo arbitrou percentuais de aproveitamento, como 25, 50, 75 e 100% da energia dissipada e concluiu que existe um real potencial de aproveitamento da energia. Ressalta-se ainda que a quantidade de calor liberada pelo ar condicionado está mais associada a carga térmica do ambiente refrigerado do que eficiência do mesmo. Assim, mesmo que sejam desenvolvidos aparelhos mais eficientes não seria expressiva a redução da quantidade de calor rejeitada, visto a maior parte provem da energia que é retirada do ambiente refrigerado.

PALAVRAS-CHAVE: Ar condicionado, eficiência energética, energia, sustentabilidade.

ECONOMIC AND ENERGY POTENTIAL FOR THE USE OF HEAT REJECTED BY AIR CONDITIONERS

ABSTRACT: Research shows an exponential growth in the demand for energy per capita, throughout history. Against this backdrop, there is a growing need for studies that aim to optimize the use of energy by society, with positive economic

and socio-environmental impacts. The present work used updated official data to conduct a study of the potential energy use of the heat dissipated by air conditioners, thus aiming at an economic gain based on sustainable development. Parameters such as thermal load, energy efficiency, work and rejected heat were used, as well as details of tariffs involved in the cost of energy today. The study arbitrated utilization percentages, such as 25, 50, 75 and 100% of the energy dissipated and concluded that there is a real potential for using the energy. It should also be noted that the amount of heat released by the air conditioner is more associated with the thermal load of the refrigerated environment than its efficiency. Thus, even if more efficient devices are developed, the reduction in the amount of heat rejected would not be significant, since most of it comes from the energy that is removed from the refrigerated environment.

KEYWORDS: Air conditioning, energy efficiency, energy, sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da raça humana está diretamente relacionado com a energia demandada sociedade. Assim, desde o início da humanidade até a atualidade, a demanda de energia per capita cresceu cerca de 130 vezes. Segundo Goldemberg (1998), em países mais desenvolvidos o consumo anual é superior 2 Toneladas Equivalente de Petróleo (TEP) per capita, sendo uma barreira essencial para o desenvolvimento em países subdesenvolvidos ultrapassar o consumo de 1 TEP/capita. Acrescenta-se ainda que em países subdesenvolvidos a expectativa de vida é 30% menor, a mortalidade infantil é mais do que três vezes superior aos países industrializados e o analfabetismo supera 20%.

No Brasil, estima-se que a demanda de energia elétrica cresça em 3,6% ao ano na próxima década. Espera-se que esta demanda resulte numa maior participação de termoeletricas na matriz energética (ISTOÉ DINHEIRO, 2019). Assim, mesmo com o crescimento da utilização de fontes renováveis, somente as mesmas não serão suficientes para atender as demandas de energia elétrica da sociedade. Outro efeito de uma maior participação das termoeletricas está associado ao custo de geração de energia pelas mesmas que tende a tornar o valor mais alto da energia elétrica brasileira.

Neste sentido, a importância da utilização de métodos com melhor aproveitamento energético tem sua importância associada tanto a aspectos econômicos, quanto a aspectos socioambientais. Numa perspectiva global, a *Energy Information Administration* (EIA, 2019) estima que o consumo de energia elétrica aumente em aproximadamente em 50% até 2050. A *International Energy Agency* (IEA, 2018) prevê que o uso de ar-condicionado será um dos principais itens da demanda global por eletricidade, triplicando sua demanda de energia até 2050.

Neste sentido, o IEA destaca a importância de estabelecer padrões mínimos globais para a eficiência de ares condicionados. Estima-se que o benefício financeiro desta medida, seria uma economia de US\$ 2,9 trilhões em investimentos, combustíveis e custos operacionais, o que demonstra um grande potencial de economia dos sistemas de condicionamentos de ambientes; uma vez que sua eficiência varia muito de produto para

produto e a escolha adequada pode aumentar consideravelmente a rentabilidade de uma empresa (IEA, 2018).

Além do emprego de equipamentos eficientes, a utilização do calor rejeitado por condicionadores de ambientes são outra vertente que pode reduzir a quantidade de energia de energia elétrica utilizada. Neste sentido, Alves (2016) aponta que esse tipo de energia pode ser aproveitada de diversas formas como: descongelamento, secagem, aquecimento de ambientes, piscinas, pisos radiantes, bem como aquecimento e preaquecimento de fluidos de processos.

Neste sentido, este trabalho avalia o potencial do calor gerado e não aproveitado por ares condicionados como substituto ao aquecimento por resistência elétrica. Desta forma foi possível estimar a quantidade de energia elétrica que pode ser economizada, bem como qual o impacto financeiro que esta economia pode gerar.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir será apresentada a metodologia deste trabalho. A mesma apresenta os procedimentos adotados para estimar a quantidade de energia que é liberada nos condensadores de ares condicionados, bem como seu potencial de utilização de acordo com a eficiência e aproveitamento da mesma. Avaliou-se também os potenciais ganhos econômicos que o aproveitamento desta energia pode resultar.

2.1 Banco de dados

A metodologia deste trabalho consiste numa avaliação do potencial de utilização da energia rejeitado por ares condicionados por meio dos dados disponíveis no Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Os dados utilizados estão disponíveis aos consumidores no site do INMETRO na seção de Tabelas de consumo/eficiência energética, sendo a versão utilizada neste trabalho referente a que foi publicada no dia 02 de julho de 2020. Os condicionadores que não possuem informações sobre a eficiência energética não foram utilizados neste trabalho, diante disto a amostra utilizada foi composta por 714 ares condicionados.

A Tabela 1 apresenta os valores máximos e mínimos da carga térmica e eficiência energética, assim como a média e mediana dos valores encontrados na amostra supracitada.

| | Carga térmica (BTU/h) | Eficiência energética (W/W) |
|---------|--------------------------|-----------------------------|
| Máximo | 60000 | 4,01 |
| Média | 26265 | 3,21 |
| Mínimo | 7000 | 2,65 |
| Mediana | 22000 | 3,24 |

Tabela 1. Consolidação da amostra de dados utilizada.

Fonte: INMETRO (2020).

2.2 Potencial de economia energético

Para a realização deste trabalho foram considerados três cenários de aproveitamento do calor rejeitado, que são, 25, 50, 75 e 100%; bem como a eficiência máxima, mínima e média encontrada no banco de dados. Visando facilitar a comparação entre resultados em função das eficiências de diferentes equipamentos, considerou-se para todas as eficiências uma carga térmica igual a mediana da amostra utilizada neste trabalho (22.000 BTU/h). Considerou-se também o funcionamento do ar condicionado em plena carga, uma hora por dia, no decorrer do período de um ano, ou seja, 365 horas de funcionamento.

O trabalho necessário para movimentar o fluido (W) quando o ar condicionado está em plena carga foi calculado de acordo com a Eficiência Energética (EE) e Carga Térmica (CT) do ar condicionado por meio da Equação 1. Já a quantidade de Calor Rejeitado por hora (CR) foi determinada por meio da Equação 2.

$$W = \frac{C_T}{E_E} \quad (1)$$

$$C_R = C_T + W \quad (2)$$

2.3 Potencial de economia financeiro

A quantidade de energia economizada depende não só do valor base estabelecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para as concessionárias, mas também das condições de geração (bandeira tarifária) e os impostos. Assim, partes destas variáveis dependem da região a ser estudada, sendo necessário desta forma realizar um recorte geográfico. Neste trabalho, foi utilizado como referência o município de Campos dos Goytacazes, localizado na região norte do Estado do Rio de Janeiro.

O valor da tarifa base cobrado pela concessionária depende da classe de consumo. Neste trabalho, utilizou-se como referência a classe residencial, visto que é a classe com maior consumo cativo, 44,7%, segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020). Assim, considerou-se neste trabalho o valor da tarifa base igual a R\$ 683,67/MWh. Isto é, o valor cobrado em Campos dos Goytacazes para consumidores residenciais

normais (B1) sem a incidência de impostos e acréscimos referentes a bandeira tarifária (ANEEL, 2020).

O valor a ser acrescentado pela bandeira tarifária varia mensalmente de acordo com as condições de geração de energia. A Tabela 2 apresenta os valores a serem acrescentados na tarifa base de acordo com as condições de geração de energia, bem como a média ponderada destes valores, cujo o peso foi igual a quantidade de meses que cada bandeira ficou vigente em 2018 e 2019. Devido as excepcionalidades geradas pela COVID 19, o ano de 2020 teve a bandeira verde fixada pela ANEEL e por este motivo foi desconsiderado.

| BANDEIRA | VALOR | QUANTIDADE |
|-----------------|------------|------------|
| Verde | R\$ 0,00 | 10 |
| Amarela | R\$ 13,43 | 6 |
| Vermelha - p1 | R\$ 41,69 | 3 |
| Vermelha - p2 | R\$ 62,43 | 5 |
| Média ponderada | R\$ 21,575 | - |

Tabela 2. Bandeiras tarifárias.

Fonte: ANEEL (2020).

Os impostos que incidem sobre a tarifa de energia podem ser divididos em estaduais e federais. O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é um imposto estadual cuja a alíquota varia de acordo com o consumo. A alíquota utilizada do Estado do Rio de Janeiro pode ser observada na Tabela 3. Neste trabalho utilizou como alíquota de ICMS 18%, visto que não só o consumo médio das residências do Rio de Janeiro, mas de todos os Estados do Brasil estão dentro dessa faixa (EPE, 2020).

| FAIXA | ALÍQUOTA |
|---------------------|----------|
| 0 a 50 kwh | 0% |
| 51 a 299 kwh | 18% |
| 300 a 450 kwh | 31% |
| 450 kwh ou superior | 32% |

Tabela 3. Alíquotas de ICMS do Estado do Rio de Janeiro incidentes sobre a energia elétrica.

Fonte: Rio de Janeiro (1996, 2002, 2017).

Já o Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) são impostos federais que cujo valor varia mensalmente de forma não previsível. Assim, considerou-se neste trabalho o valor do PIS e CONFINS como uma média do valor que foi cobrado em 2019 e 2018, 4,69%. Devido a excepcionalidades que a COVID 19 pode ter causado na alíquota destes impostos, o ano de 2020 não foi contabilizado.

O valor da tarifa final (TF) foi calculado por meio da Equação 3, de acordo com os valores dos impostos (ICMS, PIS e CONFINS), tarifa base (T_b) e o acréscimo ocasionado pela bandeira tarifária (B_t).

$$T_F = \frac{T_b + B_t}{1 - (\text{ICMS} + \text{PIS} + \text{CONFINS})} \quad (3)$$

Por fim, a quantidade de recursos financeiros economizados foi calculada por meio do produto entre a energia economizada nos cenários mencionados na subseção anterior e a tarifa final calculada de acordo com a metodologia nesta subseção.

3 | RESULTADOS E CONCLUSÕES

Diante dos cenários propostos por este trabalho, com percentuais de aproveitamento de energia arbitrados em 25, 50, 75 e 100% e as devidas eficiências térmicas provenientes do banco de dados utilizado, foi possível mensurar o quantitativo de energia com potencial de ser aproveitada, bem como os potenciais valores financeiros de economia.

O potencial energético de aproveitamento de calor pode ser observado na Tabela 4. Por meio desta tabela é possível observar que o potencial anual de economia de energia variou entre 736 e 3244 kWh/ano conforme os cenários propostos. Já o potencial de economia de recursos financeiros pode ser observado na Tabela 5. O valor da tarifa utilizado para este cálculo foi R\$ 912,23/MWh, valor calculado pelas premissas detalhadas neste trabalho.

| Aproveitamento de energia \ Eficiência Energética (W/W) | 25% | 50% | 75% | 100% |
|---|-----|-------|-------|-------|
| 4,01 | 736 | 1.471 | 2.207 | 2.942 |
| 3,21 | 772 | 1.544 | 2.316 | 3.089 |
| 2,65 | 811 | 1.622 | 2.433 | 3.244 |

Tabela 4. Potencial de aproveitamento energético (KWh/ano).

| Eficiência Energética (W/W) | Aproveitamento de energia | 25% | 50% | 75% | 100% |
|-----------------------------|---------------------------|-----|-------|-------|-------|
| | 4,01 | | 671 | 1.342 | 2.013 |
| 3,21 | | 704 | 1.409 | 2.113 | 2.818 |
| 2,65 | | 740 | 1.479 | 2.219 | 2.959 |

Tabela 5. Potencial economia financeira (R\$).

Pode-se observar tanto na Tabela 4, quanto na Tabela 5 que a variação do potencial de aproveitamento energético sofre expressiva influência do percentual de energia que será aproveitado. Em contrapartida, mesmo que a eficiência dos condicionadores de ar varie entre +24,9% e -17,4% do valor médio, isto não se reflete no aproveitamento de calor e economia de recursos financeiros com a mesma intensidade. Os últimos variam entre +5,0% e -4,7% do valor médio, sendo possível aproveitar mais calor dos aparelhos de ar condicionado menos eficientes, podendo isto ser visualizado de forma mais fácil no Figura 1 que expressa de maneira sucinta os resultados apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Em relação a influência da eficiência energética do ar condicionado, pode-se observar que mesmo que em ares condicionados com uma maior eficiência energética ocorra uma redução da quantidade de calor rejeitado, a redução é mínima quando comparado com a quantidade total de calor rejeitado. Isto ocorre, pois a maior parte do calor rejeitado no condensador provem da energia que é retirada do ambiente, sendo assim mais influenciado pela capacidade do equipamento. Desta forma, mesmo que ocorra um desenvolvimento de novas tecnologias que aumentem a eficiência energética destes equipamentos, não se espera que ocorra uma grande variação na quantidade de calor liberado pelo condensador.

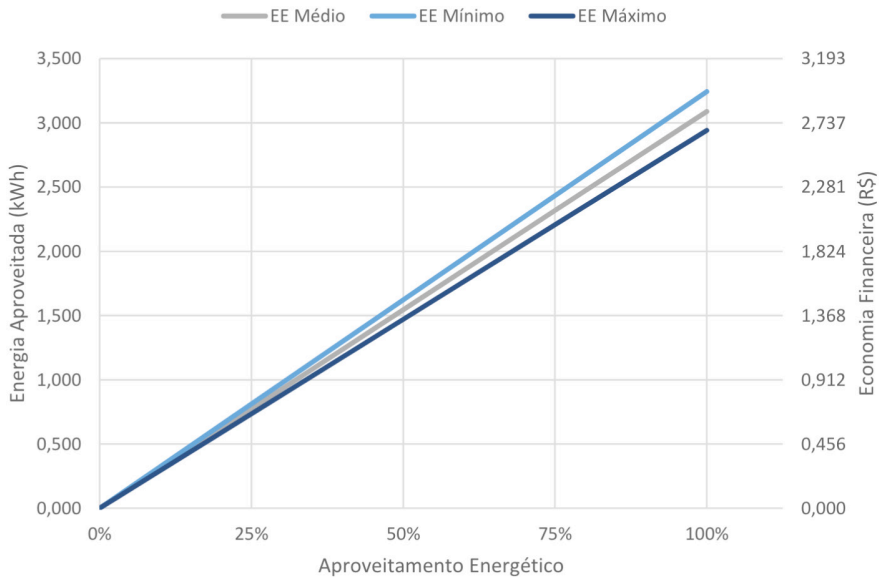


Figura 1. Representação gráfica, com a variação do percentual de aproveitamento energético, energia aproveitada e economia financeira.

Acerca do potencial de economia financeira, considerou-se o mesmo significativo, pois em um cenário com aproveitamento de 75% da quantidade de calor rejeitado pelo condensador seria possível economizar um valor próximo ao salário médio do brasileiro, R\$ 2.323 (IBGE, 2020). Contudo, embora demonstrado o potencial de econômico desta medida, isto não significa que qualquer forma de aproveitamento de calor será viável. Assim, além de desenvolver um sistema de aproveitamento, será necessário verificar a quantidade de energia que pode ser aproveitada pelo mesmo, considerando não só aspectos técnicos do sistema desenvolvido, mas também questões relacionadas aos hábitos do público alvo do equipamento a ser desenvolvido. Ressalta-se também que é necessário observar se haverá algum consumo energético extra associado a utilização do sistema desenvolvido, bem como a influência que este sistema poderá gerar na eficiência energética dos ares condicionados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução homologatória N° 2.666**. Brasília, ANEEL, 2020.

ALVES, H. A. C. **Aproveitamento de Calor Rejeitado em Sistemas de Refrigeração**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 73 p., 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2020: Matriz Energética Nacional 2020 - Ano Base 2019**. Rio de Janeiro, EPE, 2020.

GOLDEMBERG, J. **Energia e desenvolvimento**. Estudos avançados, v. 12, n. 33, p. 7-15, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua trimestral – 1º trimestre de 2020**, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5431>>. Acesso em 20 out. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Tabelas de consumo/eficiência energética: condicionadores de ar**, 2020. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores.asp>>. Acesso em: 22 set. 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The Future of Cooling: Opportunities for energy efficient**. Paris, IEA, 2018.

ISTOÉ DINHEIRO. **EPE prevê crescimento da demanda de energia de 3,6% ao ano até 2029**. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/epe-preve-crescimento-da-demanda-de-energia-de-36-ao-ano-ate-2029/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

RIO DE JANEIRO. **Lei estadual 2.657, dispõe sobre o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços e dá outras providências**. Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 1996.

_____. **Lei estadual 4.056, autoriza o poder executivo a instituir no exercício de 2003, o fundo estadual de combate à pobreza e às desigualdades sociais**. Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2002.

_____. **Lei estadual 7.786, dispõe sobre o imposto sobre a transmissão causa mortis e doação de quaisquer bens ou direitos (ITD), de competência do estado do rio de janeiro**. Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2017.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **International Energy Outlook 2019, with projections to 2050**. Government Printing Office, Washington, EIA, 2019.

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

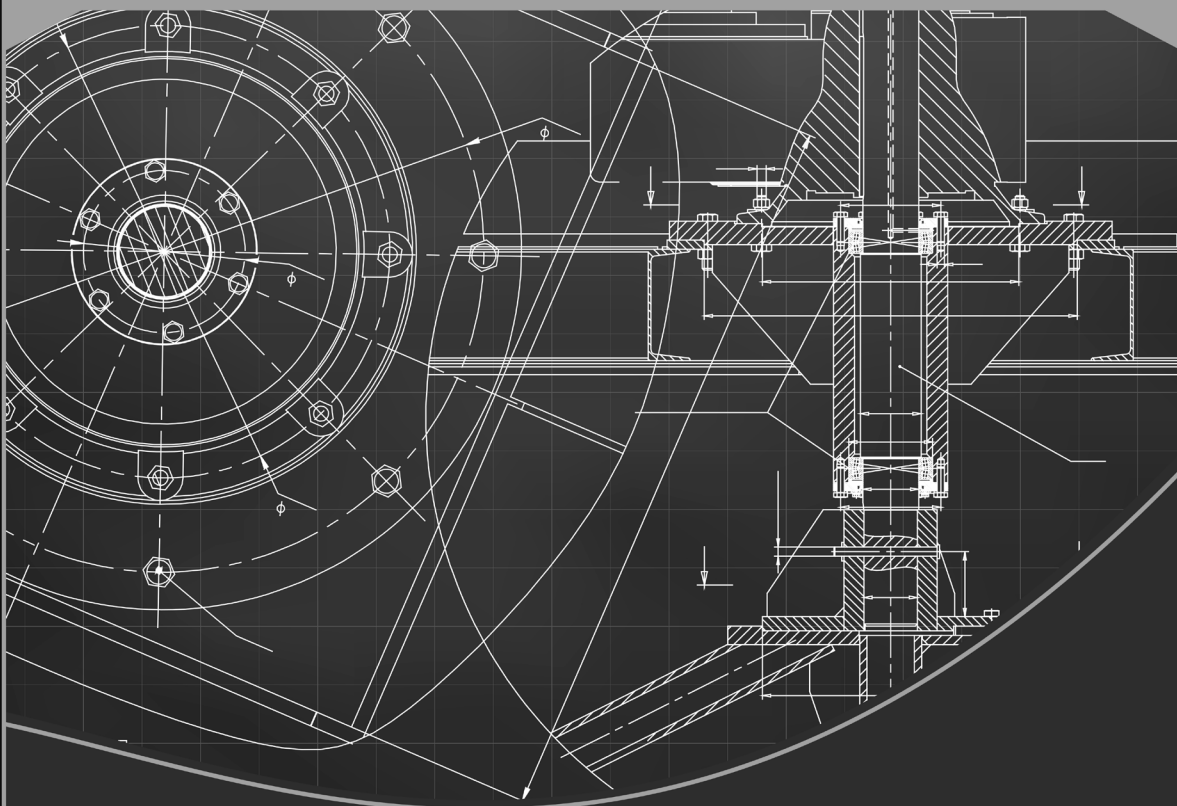
2

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ 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

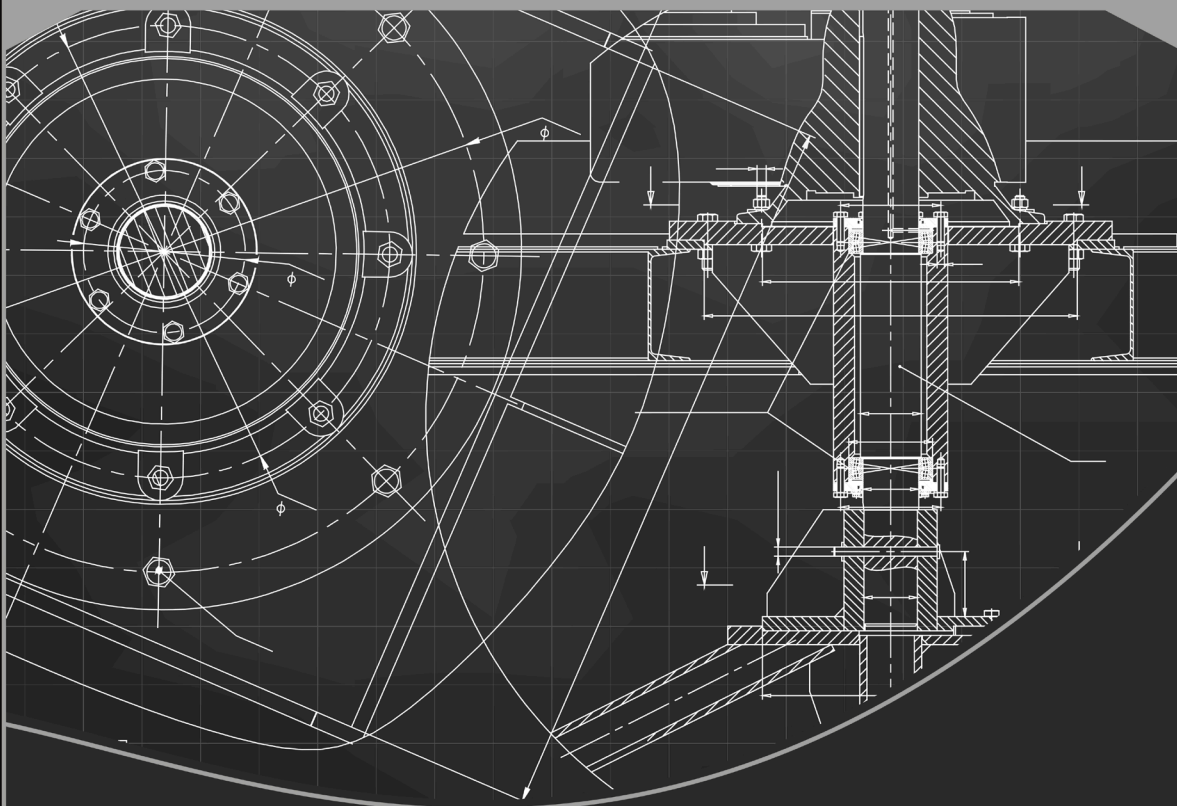
2

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Atena
Editora

Ano 2021