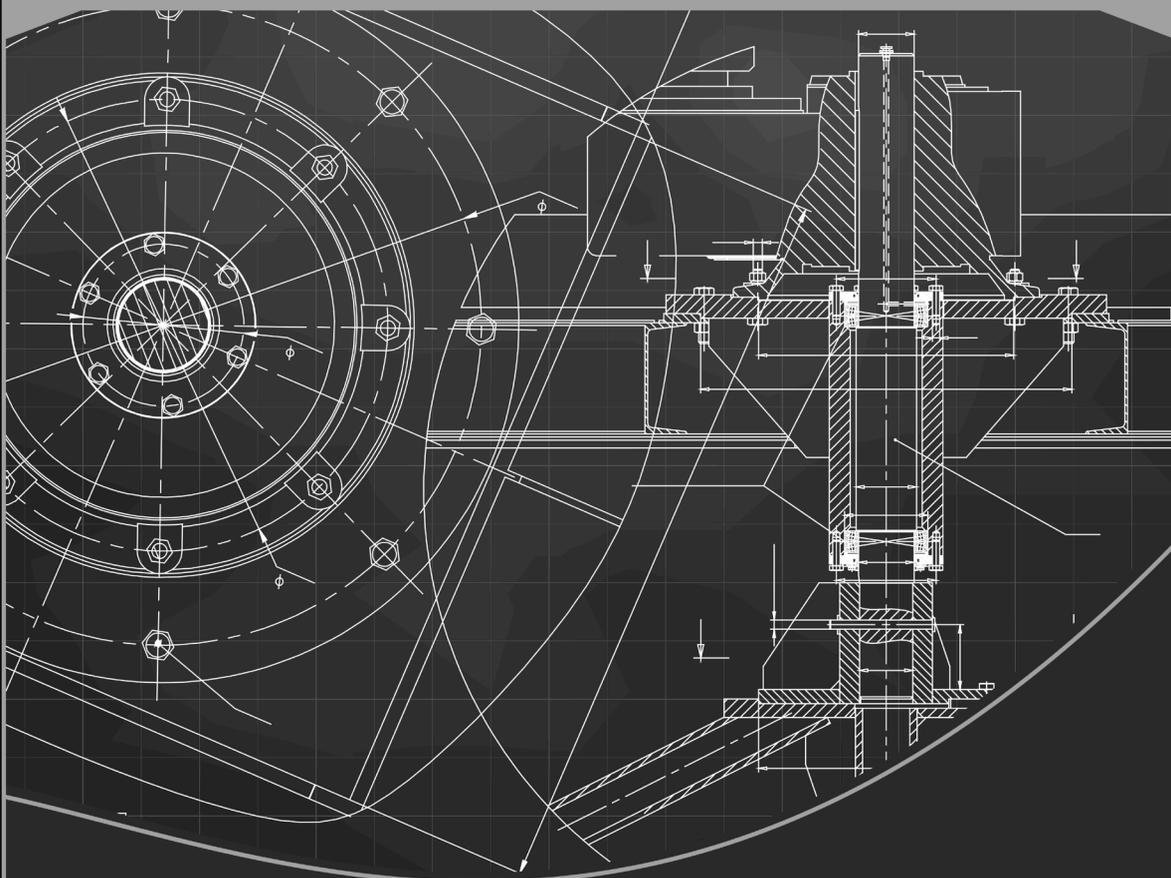


Engenharia mecânica:

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

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)



Atena
Editora

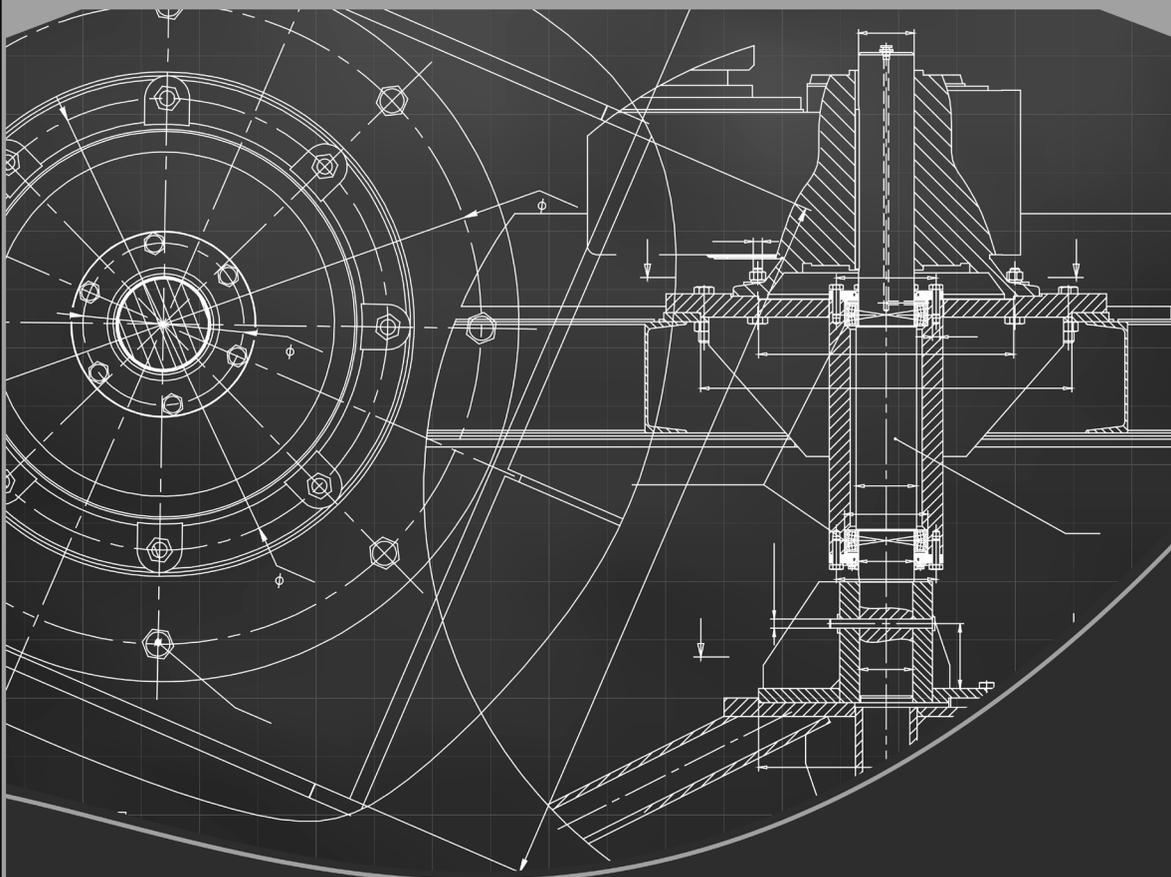
Ano 2021

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

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

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 07/03/2021

Wagner Gutemberg Cavalcanti da Silva

Centro Universitário Estácio do Recife,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/7634143251288039>

Felipe Leandro dos Santos

Centro Universitário Estácio do Recife,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/3150169145078055>

Helen Rodrigues Araújo

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/0750160286058633>

Marcio Rolemberg Freire

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/9402507325665466>

Moisés Euclides da Silva Junior

Centro Universitário Estácio do Recife,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/9524894169629954>

RESUMO: Com o mundo cada vez mais globalizado e o mercado econômico cada vez mais competitivo, torna-se necessário que as empresas calculem de forma mais rápida e precisa o custo e, conseqüentemente, o lucro associado aos seus produtos e serviços. Apresentar preços superestimados diminuem a competitividade das empresas, mas, em contrapartida, valores abaixo do custo de produção podem representar prejuízos. Neste contexto, faz-se necessário o cálculo de forma correta e precisa dos custos atrelados aos produtos e serviços ofertados. O presente estudo visa apresentar uma metodologia dinâmica que permite calcular o custo total associado à aplicação dos principais processos de soldagem em tubulações industriais. Tal método é construído de forma a tornar disponível uma ferramenta de fácil interação e interpretação com o objetivo de quantificar os custos associados à aplicação da soldagem. Foi constatado que para a determinação dos custos totais relacionados à soldagem, existem muitos fatores a serem considerados além dos triviais tais como: geometria da junta a ser soldada, custos associados à mão de obra qualificada, concomitância de aplicação de processos numa mesma junta. A eficiência e facilidade de operação da ferramenta são apresentadas em um estudo de caso realizado durante soldagem de tubulações de um terminal aquaviário.

PALAVRAS-CHAVE: Custos, Soldagem, Tubulações Industriais.

METHODOLOGY FOR ESTIMATING COSTS ASSOCIATED WITH THE APPLICATION OF WELDING IN INDUSTRIAL PIPES

ABSTRACT: With the world increasingly globalized and the economic market increasingly competitive, it is necessary for companies to calculate more quickly and accurately the cost and, consequently, the profit associated with their products and services. Presenting overestimated prices decreases the competitiveness of companies and values below the cost of production can represent losses. In this context, it is necessary to calculate correctly and accurately the costs linked to the products and services offered. The present study aims to present a dynamic methodology that allows to calculate the total cost associated with the application of welding processes in industrial pipes. This method was built to make an easy tool for quantifying the costs associated with the application of welding. It was found that for the determination of the total costs related to welding, there are many factors to be considered besides the trivial ones such as: geometry of the joint, costs associated with qualified labor, concomitance of applying processes in the same joint. The efficiency and ease of the tool are presented in a case study performed on the pipes of a waterway terminal.

KEYWORDS: Costs, Welding, Industrial Piping.

1 | INTRODUÇÃO

Hoje a soldagem é um dos processos de fabricação e união entre metais mais importantes e utilizados nos ramos: metalúrgicos, petróleo e gás, construção naval, ferroviário e estrutural. Por isso há uma importância muito grande em quantificar o custo dos processos de soldagem, pois uma avaliação incorreta dos custos de soldagem poderá comprometer a competitividade da empresa ou gerar prejuízos econômicos. O conhecimento desses valores e sua rápida obtenção são de grande importância, uma vez que o mesmo poderá ser utilizado para determinar o processo de soldagem a utilizar, no processo de elaboração de orçamentos para participação em licitações, avaliar os custos orçados comparados aos custos reais, além de reconhecer a lucratividade.

Visando reconhecer a importância de uma estimativa correta do custo dos processos de soldagem mais utilizados na indústria, esse estudo objetiva apresentar um método, incluindo equações e variáveis para obtenção dos custos relacionados à aplicação dos principais processos de soldagem em tubulações industriais, como também demonstrar uma forma dinâmica de tornar os cálculos mais rápidos e de facilitar o tratamento dos dados, dessa forma, possibilitando a evidência das oportunidades em tornar as aplicações mais econômicas. Desta forma, esta metodologia pode ser de grande utilidade para os profissionais relacionados aos setores de Métodos e Processos, Orçamentos e PCP (Planejamento e Controle da Produção).

21 BASE DE CÁLCULOS PARA OBTENÇÃO DOS CUSTOS ASSOCIADOS À SOLDAGEM

Para determinação dos custos relacionados a aplicações de soldagem deve-se considerar um universo de variáveis que compreende desde a escolha do processo, do treinamento adequado ao soldador, passando pelas etapas de definição da junta, dos equipamentos necessários, até a simulação da execução (WAINER, BRANDI e MELLO, 2004). Os autores Marques, Modenesi e Bracarense (2009) ressaltam que o Custo de Mão de Obra, quando considerado junto aos custos fixos da empresa, torna-se o custo de maior valor a ser considerado no processo de obtenção dos custos e a soma desta parcela ao custo relativo aos consumíveis, representa cerca de 93% do custo total associado à soldagem. Devido ao fato destas duas parcelas combinadas representarem um montante significativo dos custos relativos à aplicação deste processo de fabricação, muitas vezes são as únicas a serem consideradas durante a quantificação dos custos de soldagem, diferentemente da metodologia proposta neste trabalho.

2.1 Custo dos consumíveis

O custo total dos consumíveis ($C_{total,c}$) é dado pelo somatório do custo do metal de adição ($C_{m,a}$), do custo do gás de proteção ($C_{gás}$) e do custo do fluxo (C_{fluxo}), conforme a demanda de cada aplicação/processo de soldagem (MARQUES, MODENESI e BRACARENSE, 2009).

O custo do metal de adição, como esclarecem Wainer, Brandi e Mello (2004), pode ser determinado por meio da massa do material depositado ($m_{m,d}$) necessário para preencher o chanfro, os reforços da solda e as possíveis reposições devido a trabalhos de goivagem. As equações utilizadas para determinação da área da seção transversal de uma junta de solda, de acordo as geometrias dos principais tipos de chanfros, consideram variáveis como a espessura da do metal de base (e), a abertura da raiz (d), o ângulo do chanfro (θ) e a o nariz da junta (h) (ARAÚJO, 2018).

Para determinação da massa de metal depositado ($m_{m,d}$), é necessário conhecer além da área da seção transversal (A_s), o comprimento da junta de solda (L) e a massa específica (ρ) do material aplicado (Equação 1).

$$m_{m,d} = A_s \times L \times \rho \quad \text{Equação 1}$$

Araújo (2018) ainda acrescenta que para determinação desta parcela do custo deve ser considerado a eficiência de deposição (E_{dep}) associada ao processo aplicado (Tabela 1), que pode ser definido como a porcentagem do metal de adição que efetivamente se transformou em junta soldada, devido as perdas oriundas de partes do consumível tais como: revestimento, pontas, respingos, entre outros fatores.

PROCESSO	METAL DE ADIÇÃO	EFICIÊNCIA DEPOSIÇÃO	VALOR MÉDIO
SMAW	Eletrodo Revestido	0,55 a 0,75	0,65
GTAW	Vareta	0,90 a 0,94	0,92
SAW	Arame Sólido	0,95 a 0,99	0,97
GMAW	Arame Sólido	0,90 a 0,96	0,93
FCAW-GS	Arame Tubular	0,84 a 0,90	0,87
FCAW-SS	Arame Tubular	0,80 a 0,86	0,83

Tabela 1. Eficiência de deposição típica para alguns processos de soldagem.

Fonte: Adaptado de Brito e Paranhos (2005).

Conhecendo tais variáveis é possível determinar o custo associado ao metal de adição conforme descreve a Equação 2.

$$C_{m,a} = \frac{m_{m,d}}{E_{dep}} \quad \text{Equação 2}$$

A aplicação de processos que utilizam gás de proteção como os processos MIG (Metal Inert Gas), Arame Tubular, TIG (Tungsten Inert Gas) faz-se necessária a inserção desta parcela de custo no orçamento (MACHADO, 1996), conforme cálculo estabelecido na Equação 3.

$$C_{gás} = CG \times Q \times t \quad \text{Equação 3}$$

Os parâmetros CG refere-se ao custo unitário do gás (R\$/litros), que varia de acordo ao fornecedor, e o Q é a vazão do gás (litros/min) apurada durante a aplicação.

O tempo real de soldagem (t), é dado em minutos, que o soldador permanece soldando efetivamente, no caso, equivalente ao tempo de arco aberto. Expresso pela relação apresentada na Equação 4.

$$t = \frac{m_{m,d}}{T_{dep}} \quad \text{Equação 4}$$

A taxa de deposição (T_{dep}), é definida como parâmetro que considera a produtividade do processo de soldagem, a qualificação do soldador e a posição da soldagem a ser realizada, e pode ser determinada pela massa de metal depositado por hora, obtido muitas vezes através de experimentos feito por fabricantes e estes valores geralmente são descritos em seus catálogos. Na Tabela 2 estão descritos alguns valores típicos.

TAXA DE DEPOSIÇÃO	
Processo de Soldagem	(kg/h)
Eletrodo Revestido	1,0 a 3,0
MIG – MAG	2,0 a 6,0
Arame Tubular	3,0 a 8,0
Arco Submerso (1 arame)	5,0 a 12,0
Twin-Arc (Arco Submerso ou MIG-MAG)	10,0 a 25,0
Tandem-Arc (Arco Submerso ou MIG-MAG)	12,0 a 30,0

Tabela 2. Taxa de deposição típica para os principais processos de soldagem a arco elétrico.

Fonte: Adaptado de Brito e Paranhos (2005).

Durante a aplicação de processos de soldagem como Arco Submerso, os quais utilizam um fluxo granular que traz uma série de benefícios para a junta soldada, faz-se necessária a quantificação do custo associado a este material (MARQUES, MODENESI e BRACARENSE, 2009). A Equação 5 apresenta uma forma de calcular esta parcela de custo.

$$C_{Fluxo} = m_{m.g} \times CF \times R_{Fluxo} \quad \text{Equação 5}$$

Onde CF é o custo do fluxo (R\$/kg) e R_{Fluxo} é o rendimento percentual do fluxo, o qual pode ser determinado pela razão entre a quantidade de fluxo consumida em kg e a quantidade de metal de adição depositado, podendo ser, também, um valor definido pelo fornecedor.

A partir do somatório destas parcelas, conforme as condições de soldagem aplicadas, é possível determinar o Custo Total dos Consumíveis ($C_{total,c}$), conforme Equação 6.

$$C_{total,c} = C_{m.a} + C_{Gás} + C_{Fluxo} \quad \text{Equação 6}$$

2.2 Custo de energia elétrica

Para a aplicação dos processos de soldagem por fusão a arco elétrico, faz-se necessária o fornecimento de energia elétrica para alimentação da fonte, por isso esta parcela de custo, também deve ser considerado na estimativa do orçamento do serviço. Para determinação do custo de energia elétrica a partir dos valores de potência de saída da fonte de soldagem (P_s em kW), tempo real de soldagem (t em h), custo unitário da energia elétrica (W em R\$/kW.h) e rendimento do equipamento (η em %), conforme apresentado na Equação 7.

$$C_{E,E} = \frac{P_s \times t \times w}{\eta}$$

Equação 7

Conforme ressaltam Marques, Modenesi e Bracarense (2009), o rendimento do equipamento é fornecido nas informações técnicas das fontes de soldagem. Afirmam ainda que a potência de saída (P_s) é dada pelo produto entre a tensão (V) e a corrente de soldagem (A). A Tabela 3 apresenta as eficiências características dos diferentes tipos de equipamentos de soldagem.

Equipamento	Eficiência (%)
Transformador	80
Retificador Trifásico	75 (≤ 400 A)
	80 (> 400 A)
Retificador monofásico	75
Gerador	65

Tabela 3. Eficiência dos equipamentos de soldagem.

Fonte: Adaptado de Wainer, Brandi e Mello (2004).

2.3 Custo de mão de obra

Esta etapa é de extrema importância, pois é considerada como um dos maiores custos associados a aplicação de um processo de soldagem. Sua determinação considera os valores de salário, encargos sociais e custos fixos da empresa. Estes valores, geralmente, podem ser solicitados ao Departamento Pessoal da empresa e servem para determinação do custo hora-homem (HH). A Equação 8 apresenta o cálculo necessário para obtenção desta parcela de custo.

$$HH = \frac{\text{salário} + \text{encargos sociais} + \text{custos fixos}}{n^{\circ} \text{ de horas trabalhadas no mês}}$$

Equação 8

Para determinar o custo de mão de obra alguns fatores são fundamentais, tais como: tempo total de soldagem ($t_{\text{total,sol}}$) e suas variáveis, tais quais a massa de metal depositado ($m_{m,d}$), o fator de operação (F_{op}) característico do processo aplicado e a Taxa de Deposição (T_{dep}) (MACHADO, 1996).

Wainer, Brandi e Mello (2004) explicam que o F_{op} é o tempo efetivo de soldagem associado ao soldador/operador de soldagem, neste caso, é considerado apenas o percentual de tempo de arco aberto. Ainda neste contexto, Machado (1996) cita alguns deles em relação ao tipo de processo (Tabela 4).

Tipo de Soldagem	Fator de Operação (%)
Manual	10 a 30
Manual	10 a 45
Automática	40 a 70
Semi-Automática	20 a 45
Semi-Automática	20 a 45

Tabela 4. Valores típicos para o fator de operação.

Fonte: Adaptado de Machado (1996).

Por meio dos valores de fator de operação, taxa de deposição e a massa do metal depositado, é possível determinar o tempo total de soldagem ($t_{total, sol}$), conforme Equação 9.

$$t_{total, sol} = \frac{m_{m,d}}{F_{op} \times T_{dep}} \quad \text{Equação 9}$$

Após a determinação das parcelas HH e $t_{total, sol}$, pode-se, então, determinar o Custo de Mão de Obra ($C_{m,o}$), expresso pela Equação 10.

$$C_{m,o} = HH \times T_{total, sol} \quad \text{Equação 10}$$

2.4 Custo da manutenção do equipamento de soldagem

Este custo associado à manutenção pode ser avaliado de forma individual para cada equipamento ou de modo geral quando for necessário utilizar o custo de todos os equipamentos em conjunto. O custo médio de manutenção ($C_{m,m}$) refere-se a razão entre o valor gasto com peças de reposição e a mão de obra utilizada sobre um determinado período para este fim. O tempo de operação do equipamento (t_{op}) é a quantidade de horas que o equipamento permaneceu em produção, considerando o mesmo intervalo do $C_{m,m}$. A Equação 11 apresenta a base de cálculo para determinação desta parcela de custo.

$$C_{m,e} = \frac{C_{m,m}}{t_{op}} \quad \text{Equação 11}$$

2.5 Custo de depreciação do equipamento

Todo equipamento sofre desgaste ao longo de sua vida útil, por isso deve-se levar em consideração fatores como a desvalorização do mesmo, bem como o tempo necessário para reposição. Com isso, é importante considerar que esta despesa também influencia no custo final de manufatura (WAINER, BRANDI e MELLO, 2004). Por meio da relação entre o valor de aquisição do equipamento (V_i), o valor residual do mesmo (V_r) e o tempo de vida útil deste equipamento ($t_{v,util}$), torna-se possível determinar o custo de depreciação do equipamento, conforme apresenta a Equação 12.

$$C_{dep} = \frac{V_i - V_r}{t_{v,útil}} \quad \text{Equação 12}$$

Segundo Marques, Mondenesi e Bracarense (2009) este valor residual está relacionado ao desgaste e obsolescência dos equipamentos e pode variar conforme a taxa de uso. Usando como fonte de dados a Receita Federal, máquinas e equipamento possui uma taxa máxima anual de depreciação associada de 10% e vida útil (máxima) considerada de 10 anos.

2.6 Custo de outros materiais de consumo

Outros materiais de consumo podem ser considerados durante a estimativa de custos associados à aplicação de soldagem, tais como: EPIs, anti-respingos, bicos de contato, bocais, entre outros. Conforme relato de Wainer, Brandi e Mello (2004), a determinação desta parcela de custo (C_{outros}) pode ser semelhante ao cálculo realizado para o custo de manutenção ($C_{m,e}$) (Equação 13). O a ser considerado nesta etapa é o custo médio de troca ($C_{m,troca}$), valor referente ao quanto é gasto com estes materiais de consumo por um certo intervalo de tempo. Uma maneira empregada para identificação deste custo pode ser através do histórico de troca ou compra dos mesmos na empresa. Outra opção, pode ser caracterizado por determinar o preço dos mesmos e dividir pelo tempo médio de troca de cada um deles, conforme indicação dos fabricantes e critérios normativos, tornando possível a obtenção do custo médio de troca de cada material.

$$C_{outros} = \frac{C_{m,troca}}{t_{op}} \quad \text{Equação 13}$$

2.7 Custo total da soldagem

O Custo Total de Soldagem ($C_{total,sol}$) é o somatório de todos os custos abordados anteriormente (Equação 14). Vale ressaltar que esta soma deve contemplar apenas os custos inerentes a aplicação de processos de soldagem.

$$C_{total,sol} = C_{total,c} + C_{E,E} + C_{m,o} + C_{m,e} + C_{dep} + C_{outros} \quad \text{Equação 14}$$

Wainer, Brandi e Mello (2004) ressalta que quando não for viável calcular os custos de manutenção de equipamentos ($C_{m,e}$), de depreciação (C_{dep}) e o de outros materiais de consumo (C_{outros}), um fator de correção poderá ser acrescentado ao Custo Total de Soldagem, com o intuito de tornar a estimativa mais precisa. Este fator varia de acordo com o processo de soldagem e está descrito na Tabela 5. A Equação 15 apresenta o fator de correção aplicado.

Processo	Fator
Eletrodo revestido	1,02
Eletrodo nu sob proteção	1,09
Eletrodo tubular com proteção	1,09
Eletrodo tubular sem proteção	1,04
Arco submerso	1,05

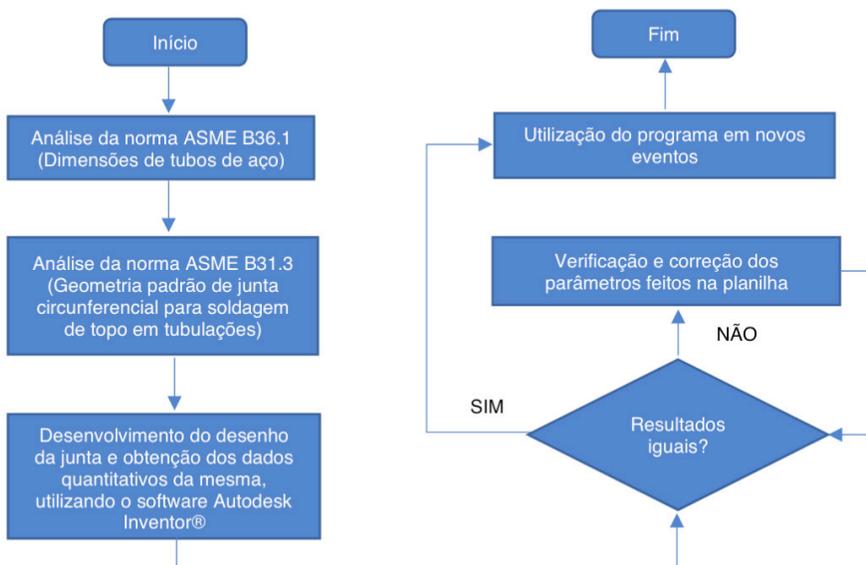
Tabela 5. Fator de correção a ser aplicado sobre o Custo Total de Soldagem.

Fonte: Wainer, Brandi e Mello (2004).

$$C_{total,sol} = (C_{total,c} + C_{E,E} + C_{m,o}) X F_{correção} \quad \text{Equação 15}$$

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

A metodologia proposta contempla a criação de uma planilha interativa, com o intuito de facilitar os cálculos de custos associados à soldagem de tubulações industriais, facilitando a escolha do processo mais econômico a ser utilizado e permite maior agilidade na etapa de construção do orçamento. Através do fluxograma exposto na Figura 1, apresenta as etapas necessárias para a obtenção dos resultados.



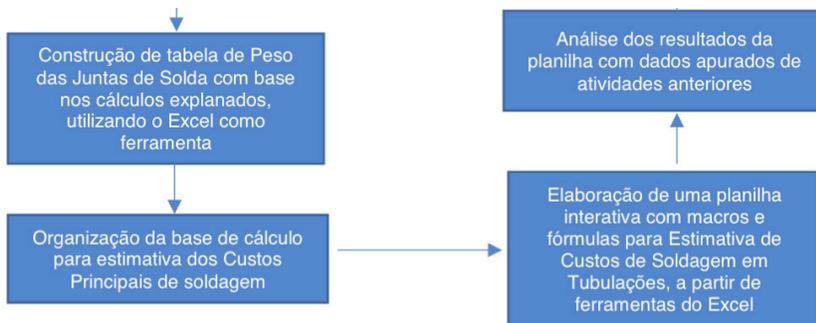


Figura 1. Fluxograma da construção de método para determinação dos Custos dos Processos de Soldagem em Tubulações.

Fonte: Própria (2020).

De posse dos valores de volume e massa obtidos a partir da utilização da ferramenta para dimensionamento, o software de engenharia Autodesk Inventor Professional®, no qual a alimentação dos dados foi realizada a partir dos critérios estabelecidos pelas normas ASME B36.1 (2015) e ASME B31.3 (2014) códigos relacionados a tubulações de processos, tornando possível reconhecer os valores de volume e massa referente a cada diâmetro e espessura da tubulação.

A partir destas informações coletadas foi criado um banco de dados e, na sequência, elaborado uma Tabela de Peso de Juntas Circunferenciais.

Para os cálculos do Custo em Soldagem esta massa será equivalente a massa de metal depositado ($m_{m,d}$), onde ela será usada para calcular o Custo do metal de adição ($C_{m,a}$), Custo do fluxo (C_{fluxo}), entre outros abordados.

Após a construção da tabela e organização da memória de cálculos do método, incluindo as equações e variáveis relativas ao Cálculo dos Custos de Soldagem, foi elaborada a planilha interativa na qual foram incluídos:

- Banco de dados com informações referentes a tubulações de aço, contendo diâmetro, espessura e nomenclatura. Estas informações podem ser usadas para seleção das juntas pelo usuário;
- Tabela de Peso de Juntas Circunferências, utilizada como massa de metal depositado;
- Alimentação da planilha com as equações para o cálculo dos custos de: Consumíveis; Energia Elétrica; Mão de Obra; Manutenção do Equipamento; Depreciação do Equipamento; Outros Materiais de Consumo.

Após conclusão das etapas anteriores, a planilha foi separada em três ambientes. A tela inicial contendo as informações do título da planilha, geometria de referência da junta, normas de referências, bibliografias utilizadas, e botões interativos para que o usuário

possa se deslocar pelos ambientes da planilha; a Planilha de Descrições e Resultados onde através das entradas de informações de diâmetro, espessura e quantidade de juntas, são gerados todos os dados quantitativos e custos envolvidos diretamente ao processo de soldagem, com o objetivo de obter um layout o mais simples possível e uma melhor interação com o usuário, esta aba da planilha foi organizada em Descrição, Quantidade de metal depositado, Processo utilizado para a solda de raiz, Processo usado para a soldagem de enchimento / acabamento, Custo total por diâmetro e o Custo total do processo; e o último ambiente descrito como Configuração dos Custos / Parâmetros de Soldagem, desenvolvido para a configuração dos parâmetros necessários para todos os cálculos atrelados aos custos em soldagem, além das equações para a execução dos cálculos este ambiente ainda contempla um código VBA (Visual Basic para Aplicativos) composto, onde é realizada a seleção do processo de soldagem da raiz e do acabamento / enchimento, caracterizando o dinamismo do método, pois os dados podem ser alterados automaticamente na Planilha de Descrição e Resultados.

3.1 Estudo de caso aplicado em tubulações de um terminal aquaviário

Este estudo de caso trata-se de um orçamento de prestação de serviço de aplicação de soldagem em tubulação de um terminal aquaviário de armazenamento e distribuição de diesel, gasolina, petróleo e álcool, situado em Maceió – AL. O serviço de soldagem foi realizado por uma empresa metalúrgica de médio porte, especializada em fabricação de equipamentos estáticos (vasos de pressão, estruturas metálicas, tubulações), que fica localizada em Escada – PE. A prestação de serviço tinha como objetivo final, a fabricação de trechos de tubulações (spools) em aço, cuja proposta de orçamento foi elaborada a partir do fornecimento de um escopo de trabalho, contendo os isométricos de tubulação para análise e proposta de prestação de serviço pela metalúrgica.

Os desenhos isométricos de tubulação foram repassados para os setores técnicos com a missão de realizar uma análise crítica de possíveis divergências, descrever e quantificar os tipos de juntas de solda integrantes do contrato. A Tabela 6 apresenta o resumo das juntas soldadas que faziam parte do contrato.

Lista de Juntas Integrantes do Contrato

Descrição	Quantidade de juntas	Processo de soldagem da RAIZ	Processo de Soldagem do Enchimento / Acabamento
DN 1” - SCH 80 (ASME B36.1)	53	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 1.1/2”-SCH 80(ASME B36.1)	47	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 2” - SCH 160 (ASME B36.1)	41	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 3” - SCH 80 (ASME B36.1)	38	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 3” - SCH 160 (ASME B36.1)	56	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C

DN 4" - SCH 120 (ASME B36.1)	74	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 6" - SCH 120 (ASME B36.1)	28	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 6" - SCH 160 (ASME B36.1)	29	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 8" - SCH 80 (ASME B36.1)	15	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 10" - SCH 80 (ASME B36.1)	22	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 12" - SCH 80 (ASME B36.1)	25	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 14" - SCH 40 (ASME B36.1)	27	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 16" - SCH 40 (ASME B36.1)	18	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 18" - SCH 40 (ASME B36.1)	7	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C
DN 20" - SCH 40 (ASME B36.1)	11	GTAW - Vareta ER70S-3	FCAW - Arame E71T-1C

Tabela 6. Resumo das juntas a serem soldadas.

Fonte: Própria (2020).

Com base nas informações da Tabela 8, tornou possível quantificar os custos associados diretamente aos processos de soldagem no qual seriam utilizados. A partir desta definição, estes quantitativos foram alimentados na Planilha de Custos em Tubulações, com o intuito de reconhecer os custos relacionado à aplicação do processo de forma mais rápida e simples. Através de informações fornecidas pelos setores de Compras e Recursos Humanos, foi possível obter os valores pertinentes ao processo, sendo eles: de mão de obra (incluindo encargos); custos unitários de energia elétrica e metal de adição.

Os parâmetros específicos, tais como vazão do gás, eficiências do metal de adição e da fonte soldagem, corrente e tensão do equipamento e taxa de deposição, foram obtidos por meio dos manuais e catálogos de fabricantes.

Tanto os parâmetros de custo, quanto as informações técnicas, foram alimentados na aba de Configurações de Custo / Parâmetros de Soldagem da planilha/método. Para um melhor entendimento do procedimento de alimentação dos dados, a Figura 3 (Apêndice I) mostra a interface inicial desta etapa de configurações com as informações incluídas. Após concluídas as configurações, foram acrescentados na Descrição e Resultados os dados de diâmetro, espessura e quantidade, apresentados na Figura 4 (Apêndice II). Assim tornou-se possível evidenciar os custos do contrato relacionados ao processo de soldagem. Vale ressaltar que os custos encontrados, não representa o preço final do contrato, e sim, apenas os valores relacionados aos serviços de soldagem.

Cabe destacar que, uma vez aplicado, esta metodologia poderá ser utilizada por novas demandas sem necessidade de muitas modificações. Além disso, a planilha torna o orçamento muito mais rápido e preciso, além de permitir realizar uma análise comparativa sobre qual o processo de soldagem tem o menor custo para uma determinada condição apenas selecionando os processos de soldagem da raiz e do enchimento / acabamento.

4 | CONCLUSÕES

Por meio deste estudo, foi possível observar que a aplicação de soldagem contempla muitas variáveis a serem consideradas. Tornou-se evidente a importância desta parcela durante a fase de orçamento e que uma consideração equivocada dos parâmetros relativos pode causar sérios prejuízos para a empresa.

Foi possível concluir que a determinação usual do Custo Total dos Processos de Soldagem não é uma tarefa tão simples de ser executada, principalmente em tubulações devido à dificuldade em quantificar o volume da junta por conta de sua geometria. Além disso, uma dificuldade muitas vezes reportada ressalta que o profissional responsável pela elaboração do orçamento não tem domínio técnico em relação ao assunto. Nesse contexto torna-se evidente a grande utilidade do método proposto, na qual a aplicação não requer um conhecimento prévio de soldagem, tornando-se uma ferramenta valiosa para obtenção dos resultados relativos à estimativa dos custos com a soldagem de tubulações. Além de tornar acrescentar rapidez e facilidade ao processo.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME B31.3 **Process Piping Code for Pressure Piping**. New York: The American Society of Mechanical Engineers, 2014.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME B36.1 **Welded and Seamless Wrought Steel Pipe**. New York: The American Society of Mechanical Engineers, 2015.

ARAÚJO, H. R. **ANÁLISE DOS CUSTOS DE SOLDAGEM EM EVENTOS DE PARADAS PARA MANUTENÇÃO**. Anais do VI Simpósio de Engenharia de Produção. Anais... In: SIMEP 2018. Salvador, Brasil, 2018.

BRITO, J. D.; PARANHOS, R. **Como Determinar os Custos da Soldagem**. Campos dos Goytacazes – RJ: Ronaldo Paranhos, 2005.

MACHADO, I. G. **Soldagem e Técnicas Conexas: Processos**. Porto Alegre: Ivan Guerra Machado, 1996.

MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem: Fundamentos e Tecnologia**. 3a ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

WAINER, E.; BRANDI, S. D.; MELLO, F. D. H. DE. **Soldagem Processos e Metalurgia**. 1ed. ed. São Paulo-SP: Edgard Blucher Ltda, 2004.

APÊNDICE I

PROCESSOS DE SOLDAGEM		Planilha de Descrições / Resultados	
RAIZ <input checked="" type="radio"/> TIG <input type="radio"/> ARAME TUBULAR <input type="radio"/> ELETRODO REVESTIDO <input type="radio"/> ARCO SUBMERSO <input type="radio"/> MIG / MAG		ENCHIMENTO / ACABAMENTO <input type="radio"/> TIG <input checked="" type="radio"/> ARAME TUBULAR <input type="radio"/> ELETRODO REVESTIDO <input type="radio"/> ARCO SUBMERSO <input type="radio"/> MIG / MAG	
Custo da Mão de Obra (hora)	R\$ 30,00		
Custo do KWh	R\$ 0,80		
ARAME TUBULAR			
Custo do Metal de Adição (R\$/Kg)	R\$ 26,00	Vazão (l/min)	20
Custo do Gás Protetor (R\$/litro)	R\$ 3,50		
TIG			
Custo do Metal de Adição (R\$/Kg)	R\$ 70,00	Vazão (l/min)	20
Custo do Gás Protetor (R\$/litro)	R\$ 5,00		
ELETRODO REVESTIDO			
Custo do Metal de Adição (R\$/Kg)			
ARCO SUBMERSO			
Custo do Metal de Adição (R\$/Kg)		Variável	1,15
Custo do Fluxo (R\$/Kg)			
ARAME SÓLIDO			
Custo do Metal de Adição (R\$/Kg)		Vazão (l/min)	20
Custo do Gás Protetor (R\$/litro)			
Eficiência do Material de Adição		Percentual Considerado	
Eficiência arame sólido: 85 a 97%			
Eficiência arame tubular: 83 a 95%		0,83	
Eficiência arco submerso: 95 a 99%			
Eficiência eletrodo revestido: 60 a 75%			
Eficiência TIG:		0,9	
Eficiência do Equipamento		Eficiência Considerada	
Origo Mig 408TP (ARAME TUBULAR)		0,8	
Origo ARC 286 IR (TIG)		0,75	
Origo ARC 286 IR (ELETRODO REVESTIDO)			
LAF 1251 BR (ARCO SUBMERSO)			
Origo Mig 408TP (ARAME SÓLIDO)			
Equipamentos		Valores Considerados	
		Corrente (A)	Tensão (V)
Origo Mig 408TP (ARAME TUBULAR)		360	35
Origo ARC 286 IR (TIG)		180	18
Origo ARC 286 IR (ELETRODO REVESTIDO)			
LAF 1251 BR (ARCO SUBMERSO)			
Origo Mig 408TP (ARAME SÓLIDO)			
Taxa horária de deposição Real			
TIG			
Processo de Soldagem	GTAW	Taxa horária de deposição Ideal	Fator de Marcha / Cadência
Consumível	ER70S-3	1,3	0,2
Diâmetro	3,2		
Corrente / Tensão	5 a 280 A / 22 a 31 V		
			Taxa horária de deposição Real
			0,26
ARAME TUBULAR			
Processo de Soldagem	FCAW	Taxa horária de deposição Ideal	Fator de Marcha / Cadência
Consumível	E71T-1C	4,92	0,45
Diâmetro	1,2		
Corrente / Tensão	150 a 360 A / 28 a 35 V		
			Taxa horária de deposição Real
			2,214

Figura 3. Atualização da Configuração do Custos.

Fonte: Própria (2020).

APÊNDICE II

							PROCESSO GTAW - TIG							
DN	Ø Ext.	Identificação	Espessura	Quant. de Juntas	Raiz / Ench. / Acab.	Enchimento / Acabamento	TOTAL	Quant. do Material de Adição (Kg)	Tempo Real de Soldagem	Custo da Mão de Obra	Custo do Metal de Adição	Custo do Gás	Custo da Energia Elétrica	Custo Total do Processo
					Para Espessura ≤ 5 mm	Para Espessura > 5 mm								
1"	33,4	XS/SCH 80	4,5	53	0,023	0	0,023	1,354	04:41:18	R\$ 140,65	R\$ 94,81	R\$ 28,13	R\$ 16,20	R\$ 304,98
1.1/2"	48,3	XS/SCH 80	5,1	47	0,041	0	0,041	2,141	07:24:42	R\$ 222,35	R\$ 149,88	R\$ 44,47	R\$ 25,61	R\$ 482,12
2"	60,3	SCH 160	8,74	41	0,032	0,103	0,135	1,458	05:02:46	R\$ 151,38	R\$ 102,04	R\$ 30,28	R\$ 17,44	R\$ 328,25
3"	88,9	XS/SCH 80	7,6	38	0,053	0,114	0,167	2,238	07:44:46	R\$ 232,38	R\$ 156,64	R\$ 46,48	R\$ 26,77	R\$ 503,88
3"	88,9	SCH 160	11,13	56	0,072	0,279	0,351	4,48	15:30:28	R\$ 465,23	R\$ 313,60	R\$ 93,05	R\$ 53,59	R\$ 1.008,76
4"	114,3	SCH 120	11,13	74	0,098	0,361	0,459	8,058	03:53:32	R\$ 836,77	R\$ 564,04	R\$ 167,35	R\$ 96,40	R\$ 1.814,37
6"	168,3	SCH 120	14,27	28	0,147	0,917	1,064	4,573	15:49:51	R\$ 474,92	R\$ 320,13	R\$ 94,98	R\$ 54,71	R\$ 1.029,78
6"	168,3	SCH 160	18,26	29	0,139	1,398	1,537	4,479	15:30:14	R\$ 465,12	R\$ 313,52	R\$ 93,02	R\$ 53,58	R\$ 1.008,51
8"	219,1	XS/SCH 80	12,7	15	0,202	0,894	1,096	3,367	11:39:14	R\$ 349,62	R\$ 235,67	R\$ 69,92	R\$ 40,28	R\$ 758,07
10"	273	SCH 80	15,09	22	0,252	1,657	1,909	6,16	21:19:23	R\$ 639,69	R\$ 431,20	R\$ 127,94	R\$ 73,69	R\$ 1.387,05
12"	323,8	SCH 80	17,48	25	0,299	2,55	2,849	8,306	04:45:00	R\$ 862,50	R\$ 581,39	R\$ 172,50	R\$ 99,36	R\$ 1.870,17
14"	355,6	SCH 40	11,13	27	0,344	1,143	1,487	10,32	11:43:23	R\$ 1.071,69	R\$ 722,40	R\$ 214,34	R\$ 123,46	R\$ 2.323,76
16"	406,4	XS/SCH 40	12,7	18	0,393	1,674	2,067	7,86	03:12:28	R\$ 816,23	R\$ 550,20	R\$ 163,25	R\$ 94,03	R\$ 1.769,84
18"	457	SCH 40	14,27	7	0,441	2,536	2,977	3,43	11:52:23	R\$ 356,19	R\$ 240,10	R\$ 71,24	R\$ 41,03	R\$ 772,33
20"	508	SCH 40	15,09	11	0,491	3,113	3,604	6,001	20:46:23	R\$ 623,19	R\$ 420,08	R\$ 124,64	R\$ 71,79	R\$ 1.351,27
TOTAL POR PROCESSO								74,224	16:55:51	R\$ 7.707,92	R\$ 5.195,71	R\$ 1.541,58	R\$ 887,95	R\$ 16.713,16

Figura 4. Inserção de dados e geração de resultados conforme estudo de caso.

Fonte: Própria (2020).

ENCHIMENTO / ACABAMENTO							TOTAL POR DIÂMETRO						
PROCESSO FCAW - ARAME TUBULAR													
Quant. do Material de Adição (Kg)	Tempo Real de Soldagem	Custo da Mão de Obra	Custo do Metal de Adição	Custo do Gás	Custo da Energia Elétrica	Custo do Processo	Tempo Total de Soldagem	Custo Total de Mão de Obra	Custo Total do Metal de Adição	Custo Total do Gás	Custo Total da Energia Elétrica	Custo Total	
0	00:00:00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	04:41:18	R\$ 140,65	R\$ 94,81	R\$ 28,13	R\$ 16,20	R\$ 304,98	
0	00:00:00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	07:24:42	R\$ 222,35	R\$ 149,88	R\$ 44,47	R\$ 25,61	R\$ 482,12	
5,1	01:54:27	R\$ 57,22	R\$ 132,29	R\$ 8,01	R\$ 24,03	R\$ 241,49	06:57:13	R\$ 208,61	R\$ 234,33	R\$ 38,29	R\$ 41,47	R\$ 569,74	
5,2	01:57:24	R\$ 58,70	R\$ 135,70	R\$ 8,22	R\$ 24,65	R\$ 247,73	09:42:10	R\$ 291,08	R\$ 292,35	R\$ 54,69	R\$ 51,42	R\$ 751,61	
18,8	07:03:25	R\$ 211,71	R\$ 489,43	R\$ 29,64	R\$ 88,92	R\$ 893,46	22:33:53	R\$ 676,94	R\$ 803,03	R\$ 122,69	R\$ 142,51	R\$ 1.902,23	
32,2	12:03:57	R\$ 361,98	R\$ 836,82	R\$ 50,68	R\$ 152,03	R\$ 1.527,65	15:57:30	R\$ 1.198,75	R\$ 1.400,87	R\$ 218,03	R\$ 248,43	R\$ 3.342,02	
30,9	11:35:50	R\$ 347,91	R\$ 804,31	R\$ 48,71	R\$ 146,12	R\$ 1.468,29	03:25:40	R\$ 822,84	R\$ 1.124,44	R\$ 143,69	R\$ 200,83	R\$ 2.498,07	
48,8	18:18:42	R\$ 549,35	R\$ 1.269,99	R\$ 76,91	R\$ 230,73	R\$ 2.318,40	09:48:56	R\$ 1.014,46	R\$ 1.583,51	R\$ 169,93	R\$ 284,31	R\$ 3.326,92	
16,2	06:03:25	R\$ 181,71	R\$ 420,07	R\$ 25,44	R\$ 76,32	R\$ 766,85	17:42:39	R\$ 531,32	R\$ 655,74	R\$ 95,36	R\$ 116,59	R\$ 1.524,93	
43,9	16:27:55	R\$ 493,96	R\$ 1.141,93	R\$ 69,15	R\$ 207,46	R\$ 2.084,63	13:47:18	R\$ 1.133,65	R\$ 1.573,13	R\$ 197,09	R\$ 281,15	R\$ 3.471,68	
76,8	04:47:39	R\$ 863,82	R\$ 1.996,99	R\$ 120,93	R\$ 362,80	R\$ 3.645,56	09:32:39	R\$ 1.726,32	R\$ 2.578,38	R\$ 293,43	R\$ 462,16	R\$ 5.515,72	
37,2	13:56:20	R\$ 418,17	R\$ 966,73	R\$ 58,54	R\$ 175,63	R\$ 1.764,79	01:39:44	R\$ 1.489,86	R\$ 1.689,13	R\$ 272,88	R\$ 299,09	R\$ 4.088,55	
36,3	13:36:35	R\$ 408,29	R\$ 943,89	R\$ 57,16	R\$ 171,48	R\$ 1.723,11	16:49:03	R\$ 1.224,52	R\$ 1.494,09	R\$ 220,41	R\$ 265,51	R\$ 3.492,95	
21,4	08:01:05	R\$ 240,54	R\$ 556,09	R\$ 33,68	R\$ 101,03	R\$ 1.015,15	19:53:28	R\$ 596,73	R\$ 796,19	R\$ 104,91	R\$ 142,06	R\$ 1.787,49	
41,3	15:28:00	R\$ 464,00	R\$ 1.072,67	R\$ 64,96	R\$ 194,88	R\$ 1.958,19	12:14:23	R\$ 1.087,19	R\$ 1.492,75	R\$ 189,60	R\$ 266,67	R\$ 3.309,47	
414,1	11:14:43	R\$ 4.657,36	R\$ 10.766,91	R\$ 652,03	R\$ 1.956,09	R\$ 19.655,31	412:10:34	R\$ 12.365,28	R\$ 15.962,62	R\$ 2.193,61	R\$ 2.844,04	R\$ 36.368,46	

Figura 4. Inserção de dados e geração de resultados conforme estudo de caso (Continuação).

Fonte: Própria (2020).

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

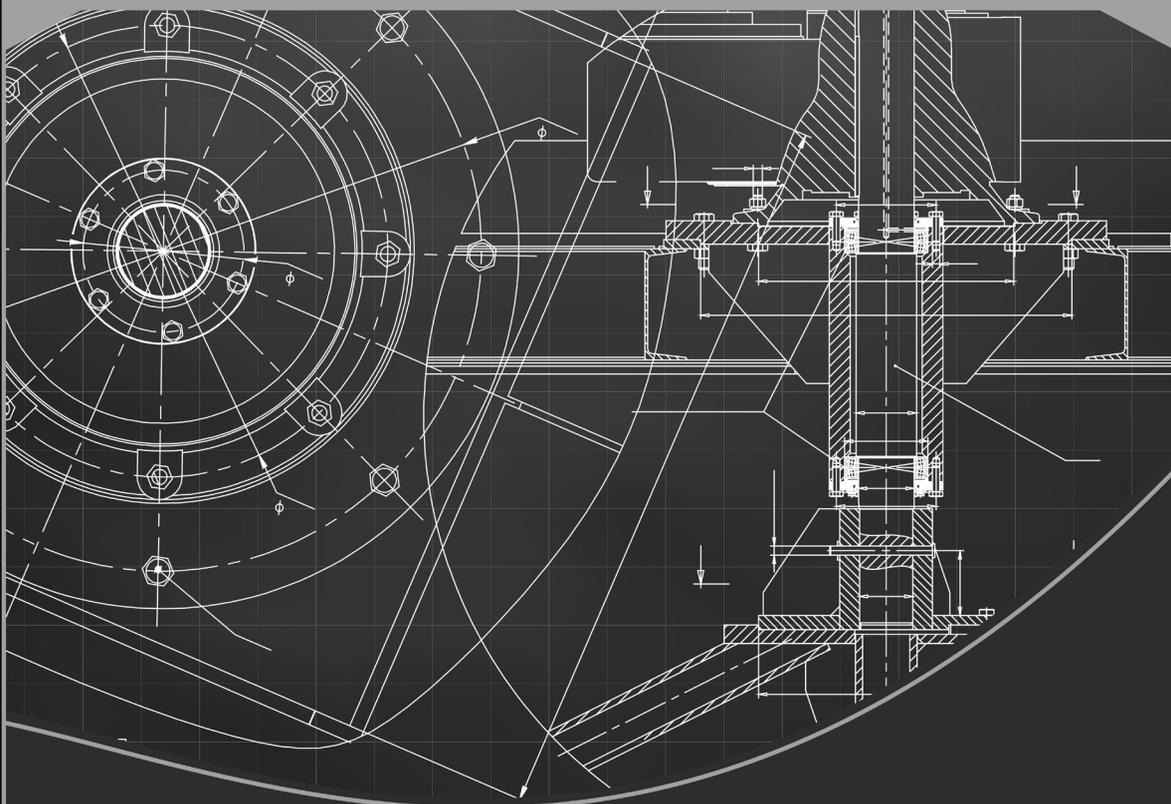
2

🌐 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

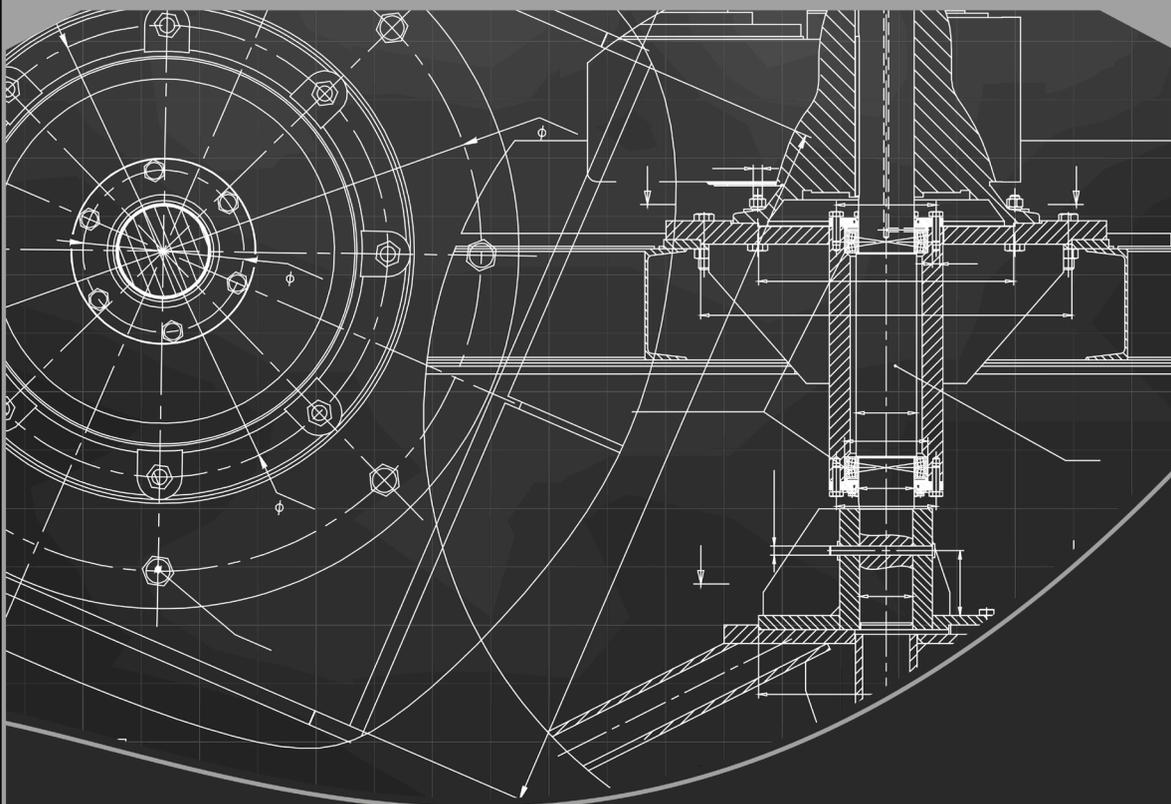
2

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

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

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



Atena
Editora

Ano 2021