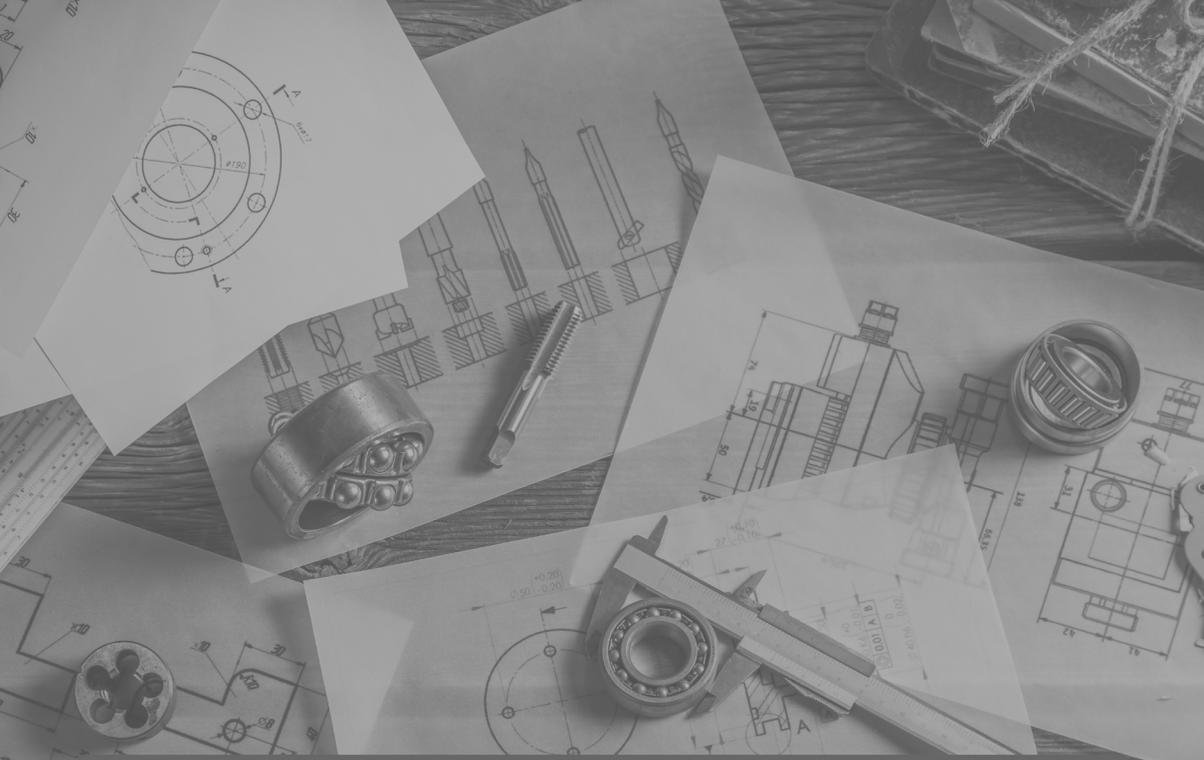


Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

A aplicação do conhecimento científico na engenharia mecânica

3

Atena
Editora
Ano 2023



Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

A aplicação do conhecimento científico na engenharia mecânica

3

Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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
Prof^o Dr^o Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^o Dr^o Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^o Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^o Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^o Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Prof^o Dr^o Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^o Dr^o Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof^o Dr^o Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof^o Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

A aplicação do conhecimento científico na engenharia mecânica 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
A642	<p>A aplicação do conhecimento científico na engenharia mecânica 3 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0782-9 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.829230501</p> <p>1. Engenharia mecânica. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 621</p>
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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

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.

Aos autores, agradeço pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

CAPÍTULO 1 1**METROLOGIA PARA ENGENHARIAS: CONSTRUÇÃO DE UM PROJETO METROLÓGICO PARA APLICAÇÃO DE CONCEITOS**

Lisiane Trevisan

Daniel Antonio Kapper Fabricio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292305011>**CAPÍTULO 2 11****APLICAÇÃO DE MÉTODO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS PARA MELHORIA DE PROCESSO DE SOLDAGEM**

Sílvio Caixeta Rodrigues

Pedro Henrique Pires França

Wisley Falco Sales

Lohanna Ferreira Paiva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292305012>**CAPÍTULO 324****ESTUDO DA LIGA Ti-30Nb-5Mo APLICADA EM IMPLANTES ORTOPÉDICOS**

Alexandra de Oliveira França Hayama

Magna Bibiano de Oliveira

Aguinaldo Soares de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292305013>**CAPÍTULO 439****INVESTIGATION ON THE MECHANICAL PROPERTY BEHAVIOUR OF THE HYBRID COMPOSITES FROM NATURAL AMAZONIAN FIBRES BY NUMERICAL AND EXPERIMENTAL METHOD**

Gilberto García del Pino

Abderrezak Bezazi

Haithem Boumediri

José Luis Valin Rivera

Antonio Claudio Kieling

Sofia Dehaini Garcia

José Costa de Macedo Neto

Marcos Dantas dos Santos

Tulio Hallak Panzera

César Alberto Chagoyen Méndez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292305014>**CAPÍTULO 549****APRENDIZADO DE MÁQUINA EMPREGADO EM SOLUÇÕES APLICADAS EM UM BRAÇO MANIPULADOR DIDÁTICO**

Márcio Mendonça

Angelo Feracin Neto

Ricardo Breganon

Rogério Breganon

Emerson Ravazzi Pires da Silva

Vicente de Lima Gongora
 Michelle Eliza Casagrande Rocha
 Andre Luis Shiguemoto
 Celso Alves Correa
 Matheus Gil Bovolenta
 Rodrigo Rodrigues Sumar
 Luiz Francisco Sanches Buzachero
 Márcio Jacometti
 Kazuyochi Ota Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292305015>

CAPÍTULO 664

SISMOS: BREVE ABORDAGEM TEÓRICA SOBRE SUA AÇÃO SOBRE ESTRUTURAS, CONTROLE DAS VIBRAÇÕES E DISPOSITIVOS DE CONTROLE PASSIVOS

Tarciso Melo Claudino
 Natanael de Paula e Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292305016>

CAPÍTULO 7 81

AVALIAÇÃO ANALÍTICA ENERGÉTICA E EXERGÉTICA DO CHUVEIRO ELÉTRICO

Haypha Mendes Vieira
 Carlos Alberto Chuba Machado
 Fernando Augusto Alves Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8292305017>

SOBRE O ORGANIZADOR98

ÍNDICE REMISSIVO99

APLICAÇÃO DE MÉTODO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS PARA MELHORIA DE PROCESSO DE SOLDAGEM

Data de aceite: 02/01/2023

Silvio Caixeta Rodrigues

Universidade Federal de Uberlândia –
Faculdade de Engenharia Mecânica
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/5818634379581301>

Pedro Henrique Pires França

Universidade Federal de Uberlândia –
Faculdade de Engenharia Mecânica
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/5211853403558734>

Wisley Falco Sales

Universidade Federal de Uberlândia –
Faculdade de Engenharia Mecânica
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/6214233322537821>

Lohanna Ferreira Paiva

Universidade Federal de Uberlândia –
Faculdade de Engenharia Mecânica
Uberlândia – MG
<http://lattes.cnpq.br/7036607271994201>

produzir um sistema capaz de detectar o tipo de transferência metálica no processo de soldagem MIG/MAG e ajustar essa transferência através do controle da tensão e corrente elétrica fornecidas pela fonte. Os princípios do gerenciamento de projetos foram descritos e utilizados para mostrar a gestão do trabalho frente à empresa. A utilização de uma metodologia reconhecida como essa garantiu planejamento adequado das funções e atividades, que por sua vez levaram a uma execução apropriada do projeto. Essa organização efetiva do trabalho não só assegura o sucesso do projeto, mas também fortalece a confiança e imagem da universidade frente ao setor privado.

PALAVRAS-CHAVE: PMI; PMBOK; Gerenciamento de Projetos; Melhoria de Processos; Gestão de Projetos; Projetos.

APPLYING PROJECT MANAGEMENT TO IMPROVE THE WELDING PROCESS

ABSTRACT: This work has the purpose to apply the methodology developed by the Project Management Institute in a Phd thesis developed as a partnership between a public university and a private company,

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo aplicar a metodologia desenvolvida pelo Project Management Institute num trabalho de doutorado desenvolvido como parceria entre uma universidade pública e uma empresa privada, cujo objetivo foi

whose objective was to produce a system capable of detecting the type of metal transfer in the MIG/MAG welding process and adjust this transfer through voltage control and electric current supplied by the source. Project management principles have been described and used to show the management of the work in partnership with the company. The use of a recognized methodology such as this ensured proper planning of roles and activities, which in turn led to proper project execution. This effective organization of work not only ensures project success, but also builds trust and confidence. image of the university vis-à-vis the private sector.

KEYWORDS: PMI;PMBOK; Project Management; Process Improvement; Projects.

1 | INTRODUÇÃO

A 4ª Revolução Industrial é caracterizada pela integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede, viabilizando o emprego da inteligência artificial e envolvendo diversas etapas da cadeia de valor, desde o desenvolvimento de novos produtos (englobando projeto, desenvolvimento, testes, simulação das condições de produção) até o pós-venda. As empresas devem estar preparadas para modificar continuamente seus produtos e serviços, desenvolvendo atividades inovadoras a fim de se adaptarem as tendências de customização e flexibilização da produção; modularização dos produtos; e visão sistêmica dos custos cadeia produtiva (Carvalho, 2009). A implantação de um novo produto ou serviço, desde a decisão estratégica, passando pelo planejamento até chegar a fase de produção ou de entrega normalmente se passa na forma de um projeto. O PMI (*Project Management Institute*), que é a maior associação sem fins lucrativos do mundo voltada para profissionais da área de Gerenciamento de Projetos, define no PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) (PMI, 2013) o projeto como sendo um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado, cujo término ocorre quando os objetivos são atingidos, ou porque seus objetivos não podem ou não serão alcançados, ou também quando a necessidade do projeto deixar de existir. Ainda, de acordo com a NBR ISO 10006-2000 (ABNT, 2000) o projeto consiste em um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos.

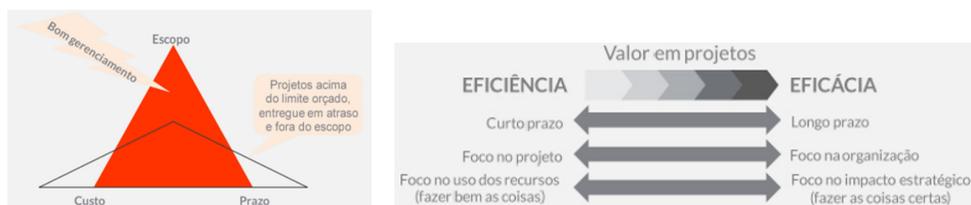


Figura 1. a) triângulo de ferro, à esquerda. b) eficiência e eficácia, à direita (Carvalho e Rabechini Jr., 2011)

Chiari e Oliveira (2014) afirmam que os projetos podem surgir como resultado de uma das seguintes necessidades: demanda de mercado, avanço tecnológico, solicitação do cliente, requisito legal, necessidade organizacional, necessidade social. Carvalho e Rabechini Jr (2011) dizem que o sucesso dependerá da eficiência, que é diferente da eficácia. A primeira é analisada frente as restrições de escopo (ou desempenho técnico), prazo e custo, podendo ser exemplificado pelo triângulo de ferro na Fig. 1a. A segunda tem relação com os impactos do projeto para a organização a longo prazo, como evidenciado na Fig. 1b. O bom gerenciamento de um projeto é essencial em sistemas mecatrônicos, que integram características de mecânica e eletrônica por meio da tecnologia da informação e produzem ganhos preciosos de qualidade e rentabilidade. Para Shetty e Kolk (2011) a demanda por sistemas autônomos inteligentes de inspeção, fabricação e tomadas de decisão, faz que a mecatrônica tenha papel fundamental no aperfeiçoamento dos processos de produção global, desde o projeto do produto até a inspeção da fabricação, integrando todas as informações em um banco de dados comum. A natureza multidisciplinar e complexa dessa área requer a integração de disciplinas de gestão de projeto e de negócios, além das de engenharia. Como fatores aparentemente independentes podem influenciar o comportamento do sistema, a exemplo da influência do estresse termomecânico e integridade estrutural nos componentes eletrônicos, Middendorf, et al., (2006) afirmam que a especificação do sistema deve considerar os parâmetros: requisitos, ambiente, funções, estrutura, forma, cenários de aplicação e comportamento, incluindo a interação com o usuário. Ainda, devem atender as necessidades de adensamento espacial, precisão de movimentos, facilidade de montagem, tolerâncias dimensionais e geométricas estreitas, bom acabamento e simetria, de forma que as equipes devem estar preparadas para as tendências de redução dos ciclos de inovação e multiplicidade de funções dos produtos. O objetivo deste trabalho é mostrar um estudo de caso do gerenciamento do projeto de um sistema mecatrônico utilizando as diretrizes do guia PMBOK como base, descrevendo o ciclo de vida, os processos relacionados e as habilidades, ferramentas e técnicas para cada um.

2 | METODOLOGIA

2.1 Gerenciamento de projetos

De acordo com o PMI (2017), gerenciar projetos é aplicar conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos. Isso inclui: identificar requisitos; abordar as diferentes preocupações, necessidades e expectativas dos *stakeholders* no planejamento e na execução; estabelecer, manter e executar comunicações eficazes, ativas e colaborativas; gerenciar os *stakeholders* de modo a atender os requisitos do projeto e criar as entregas planejadas; equilibrar restrições conflitantes (escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recursos e riscos). Para isso,

o gerente, que é o elo entre a estratégia implementada e a equipe de execução, deve possuir conhecimento técnico e de gestão de todas as áreas de conhecimento envolvidas, além de habilidades interpessoais como: liderança; construção de equipes; motivação; comunicação; influência; tomada de decisões; consciência política e cultural; negociação; gerenciamento de conflitos; e *coaching*.

O ciclo de vida do projeto é a série das fases que ele percorre até o seu fim. A estrutura básica de qualquer projeto envolve as fases de iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento, que normalmente agrupam processos inter-relacionados e interagem uma com a outra, como mostra a Fig. 2a. Tipicamente os recursos e pessoas envolvidas iniciam-se baixos, aumentam na fase de planejamento e tem seu pico na fase de execução. Um ponto importante é que embora os riscos e incertezas sejam maiores no início, a capacidade de influenciar as características finais dos produtos sem impacto significativo sobre os custos é mais alta, como visto na Fig. 2b. Isso significa que uma boa iniciação e planejamento podem evitar altos custos durante a execução decorrentes de alterações não programadas necessárias a realização do projeto.

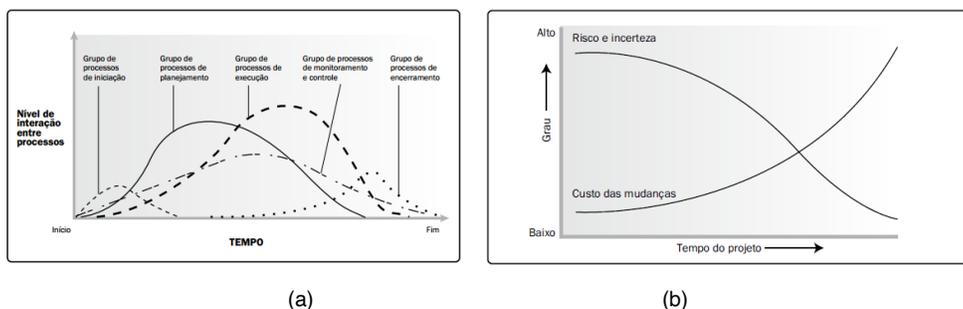


Figura 2. a) demanda de recursos e interação entre as fases. b) comparativo entre riscos e custo de mudanças em projetos (PMI, 2013)

Além da classificação por grupos (fases), os processos também podem ser classificados para gerenciamento por áreas do conhecimento: integração (desenvolver termo de abertura, desenvolver plano de gerenciamento, orientar, monitorar, e gerenciar o trabalho do projeto, realizar o controle integrado de mudanças, encerrar o projeto ou fase); escopo (coletar e detalhar requisitos, definir o que será entregue e como, criar Estrutura Analítica de Projeto ou EAP, verificar e controlar escopo); tempo (definir e sequenciar as atividades, estimar os recursos, desenvolver e controlar o cronograma); custos (estimar e controlar custos, definindo forma de gerenciamento e orçamento disponível); qualidade (planejar e controlar qualidade, medir desempenho geral do produto e do projeto para comparação com padrões); recursos humanos (planejar, mobilizar, desenvolver e liderar a equipe); riscos (identificar, controlar e fazer análise qualitativa e quantitativa de riscos e seus impactos, planejar resposta); aquisições (planejar, realizar e encerrar

compras e contratações, relacionar com fornecedores externos); partes interessadas (identificar, gerenciar e promover comunicação de pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactadas pelo projeto, compreender suas necessidades e expectativas, gerenciar conflitos de interesse e fomentar o engajamento).

2.2 Estudo de caso

O gerenciamento de projeto foi aplicado a um trabalho desenvolvido a nível de doutorado, cujo objetivo era construir um dispositivo de identificação do destacamento da gota durante processo de soldagem a arco e verificar a possibilidade de se realizar um controle básico da transferência metálica pelo processo MIG/MAG pulsado. Esse trabalho foi realizado por via de parceria entre a Universidade Federal de Uberlândia e a empresa A, de forma que os conceitos de gerenciamento de projetos foram aplicados para garantir organização e coordenação adequada do trabalho. Isso se traduz num projeto mais eficiente e com viés profissional, a fim de garantir satisfação dos *stakeholders*, sobretudo da empresa parceira.

3 | RESULTADOS

3.1 Grupos de processos de iniciação

3.1.1 *Termo de abertura do projeto*

O termo de abertura é o documento que formalmente autoriza a existência do projeto e dá ao seu gerente a autoridade necessária para aplicar recursos organizacionais às atividades do projeto. Esse termo apresenta a seguinte situação atual da empresa A e os objetivos da parceria: “Atualmente o processo de soldagem mais usado na Empresa A é o MIG/MAG, que tem elevada produtividade, boa qualidade da solda e flexibilidade (permite soldar todos metais e ligas comerciais em qualquer posição). Contudo, sua eficiência é muito dependente do tipo de transferência metálica que ocorre da ponta do eletrodo para a poça de fusão, e nem sempre um determinado tipo de transferência pode conseguir as características citadas. A Empresa A trabalha com os três tipos de transferência metálica da soldagem MIG/MAG: curto-circuito, globular e goticular. A transferência por curto-circuito permite a soldagem de chapas finas e em qualquer posição, mas sua produção é baixa e normalmente gera muitos respingos. A goticular proporciona boa estabilidade do arco e possibilita soldas com elevadas propriedades e bom acabamento superficial. Visando alinhar as vantagens desses dois tipos de transferência, o objetivo desse trabalho é o desenvolvimento do processo de transferência MIG/MAG pulsado”.

3.1.2 *Identificação das partes interessadas*

Nesse processo são identificados pessoas, grupos ou organizações que podem ter

impacto ou serem impactados por uma decisão, atividade ou resultado do projeto. São analisadas e documentadas informações relevantes relativas aos seus interesses, nível de engajamento, interdependências, e como reagirão a diferentes situações.

Empresa	Participante	Função
UFU	Coordenador de Equipe	Equipe de Projeto
UFU	Gerente de Projeto	Gerente de Projeto
UFU	Professor A	Consultor
UFU	Professor B	Consultor
UFC	Professor C	Consultor
UFU	Técnico 1	Equipe Técnica
UFU	Técnico 2	Equipe Técnica
UFU	Coordenador de curso Engenharia Mecânica	Consultor
UFU	Coordenador de curso Engenharia Mecatrônica	Consultor
A	Engenheiro A	Patrocinador

Tabela 1. Identificação das partes interessadas e suas funções

3.2 Grupos de processos de planejamento

3.2.1 Gerenciamento do escopo do projeto

O escopo define o trabalho que deve ser feito para liberar o produto com as funcionalidades especificadas. Esse trabalho foi dividido em etapas, a partir das quais definiu-se as atividades necessárias para atingir as entregas necessárias. Os desdobramentos são apresentados na EAP, conforme Fig. 3. O dicionário da EAP explica as atividades dentro de cada etapa, conforme Tab. 2.

Etapa 1) Testes preliminares	Etapa 2) Avaliação do sensor óptico
1.1. Construção do circuito elétrico de alimentação do sensor óptico	2.1. Experimentação do sistema de detecção para diferentes materiais
1.2. Testes iniciais do dispositivo de identificação	2.1.1. Ensaios utilizando aço de baixo carbono
1.3. Verificação da possibilidade de detecção da transferência metálica	2.1.2. Transferência de +UGPP e -UGPP
1.4. Desenvolvimento da fixação do sensor óptico	2.2. Análise dos Resultados
1.5. Avaliação das características de posicionamento e de ajuste do circuito elétrico do sensor	
Etapa 3) Ensaios de exploração	Etapa 4) Sistema de reconhecimento da transferência metálica através de redes neurais
3.1. Soldagem de aço baixo carbono	4.1. Caracterização do problema de classificação da transferência metálica
3.1.1. Avaliação do efeito do diâmetro do arame e dos ajustes dos parâmetros de pulsação	4.2. Considerações sobre as aplicações das Redes PNN
3.1.2. Avaliação do efeito de diferentes gases de proteção e dos ajustes dos parâmetros de pulsação	4.3. Avaliação da Rede PNN na classificação da transferência metálica para soldagem de alumínio
3.2. Soldagem de alumínio	4.4. Associação do sinal do sensor óptico com a condição da transferência metálica
3.2.1. Avaliação do efeito do tipo de liga do material de adição e dos ajustes dos parâmetros de pulsação	4.5. Tratamento matemático do sinal do sensor óptico
3.2.2. Avaliação da influência da configuração da junta e dos parâmetros de pulsação sobre o sinal luminoso	4.6. Criação das Redes PNN
3.3. Soldagem de aço inoxidável	4.7. Estudo da quantidade de pulsos
3.3.1. Avaliação do efeito do gás de proteção e dos ajustes dos parâmetros de pulsação	4.8. Estudo do número de divisões de cada pulso
3.3.2. Avaliação do efeito da DBCP sobre o sinal do sensor óptico	4.9. Estudo da melhor representação matemática do pulso
3.3.3. Simulação de uma soldagem semi-automática com oscilação da tocha de soldagem	4.10. Funcionamento da Rede PNN empregada
Etapa 5) Implementação do Sistema de Controle do Processo MIG/MAG Pulsado	
5.1. Considerações sobre o sistema de controle do processo MIG/MAG pulsado	
5.2. Descrição de um ciclo de atuação do sistema de controle	
5.3. Validação do sistema de controle	

Tabela 2. Etapas do projeto e atividades dentro de cada uma.

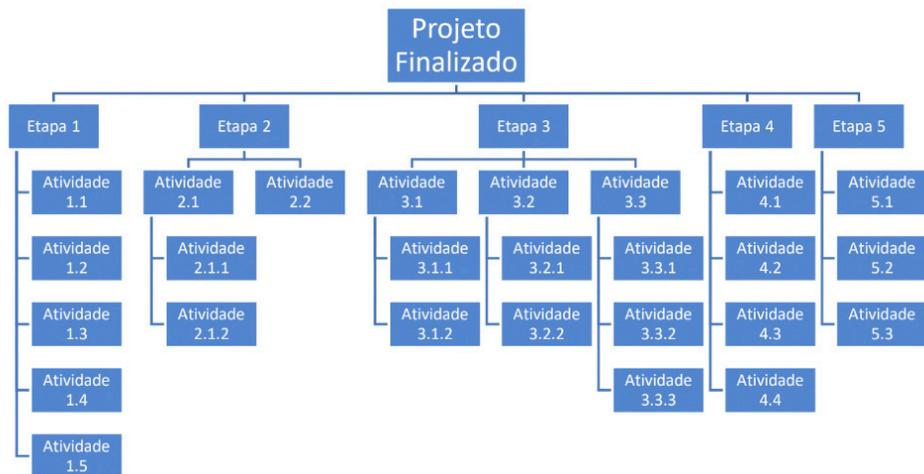


Figura 3. Estrutura Analítica do Projeto com etapas e atividades

3.2.2 Gerenciamento do cronograma do projeto

Nesse projeto foi usado modelo de sequenciamento de atividades término-início, onde deve-se necessariamente finalizar a primeira atividade para iniciar a segunda. Dada

a experiência prévia da equipe, foi usada a técnica de estimativa análoga para estimar a duração de cada atividade. O cronograma foi feito no software *Microsoft Project*, que gerou o gráfico de *Gantt* do projeto, onde pode ser visto a linha do tempo com as durações e datas de início e término, mostrado na Fig. 4. A duração total é de nove meses, e qualquer mudança feita na planilha é acompanhada pelas partes interessadas.

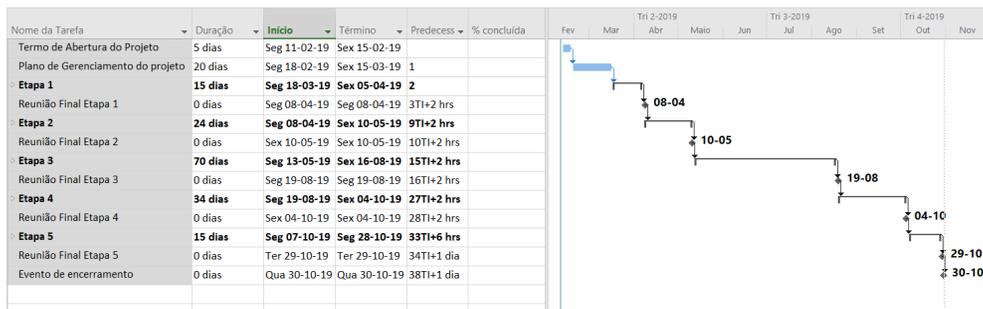


Figura 4. Gráfico de *Gantt* mostrando os detalhes do cronograma do projeto

3.2.3 Gerenciamento dos custos

Os custos foram levantados também por estimativa análoga, divididos entre recursos humanos e materiais, conforme a Fig. 5. Adicionando-se uma reserva de contingência ao custo total como margem de segurança, a UFU e a empresa A acordaram um orçamento de R\$80 000,00.

Custos				
Recursos		Quantidade/Horas trabalhadas	Preço/ Taxa padrão(trabalho por hora)	Custos por recurso
Recursos Humanos	Técnico 1	1264	R\$ 17,00	R\$ 21.488,00
	Técnico 2	1264	R\$ 17,00	R\$ 21.488,00
	Técnico 3	1264	R\$ 17,00	R\$ 21.488,00
Materiais	Fonte de soldagem	1	R\$ 400,00	R\$ 400,00
	Sistema de alimentação do arame eletrodo	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
	Mesa de deslocamento e fixação do corpo de prova	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
	Conjunto de geração e armazenamento de imagens	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
	Conjunto de aquisição e sincronização dos sinais do sensor óptico, da tensão e da	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
	Itens de consumo		R\$ 50,00	R\$ 0,00
	Arames eletrodos		R\$ 50,00	R\$ 0,00
	Gás de proteção		R\$ 50,00	R\$ 0,00
	Corpo de prova		R\$ 50,00	R\$ 0,00
CUSTO TOTAL				R\$ 67.564,00

Figura 5. Planilha para estimativa dos custos do projeto, a fim de determinar o orçamento total

3.2.4 Gerenciamento dos recursos humanos do projeto

Foram definidos o responsável e os revisores para cada etapa do projeto na matriz de responsabilidades, apresentada na Fig. 6a. A relação hierárquica das partes interessadas está descrita no organograma da Fig. 6b. A empresa A ocupa a posição mais alta pois é o cliente do projeto, que financia os custos em troca de ter suas necessidades atendidas.

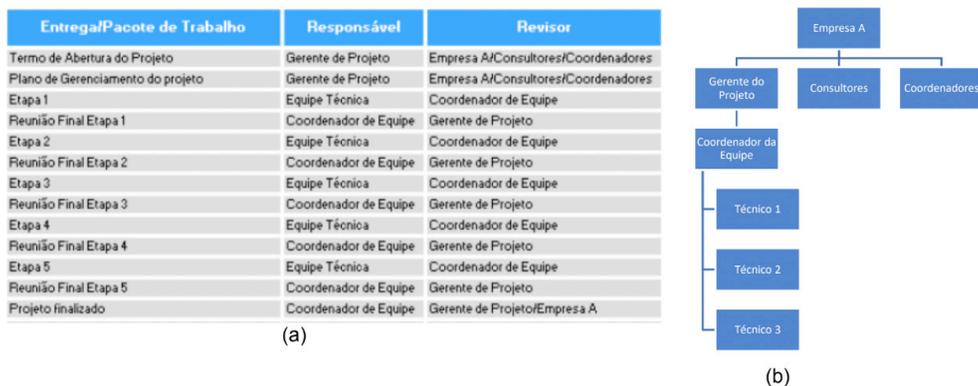


Figura 6. a) Matriz de responsabilidades do projeto, com o responsável e o revisor de cada etapa do projeto. b) Organograma com as partes envolvidas e sua posição hierárquica

3.2.5 Gerenciamento da comunicação

Foi estabelecido que à medida em que o projeto fosse executado, ao final de cada atividade o coordenador técnico faria atualizações para o gerente de projeto. Após o final de cada etapa, haveria uma reunião com o patrocinador do projeto para avaliação das entregas, e qualquer comunicação intermediada seria registrada na planilha “Plano de Comunicação”. Segundo Chiari e Oliveira (2014) e o relatório do PMI (2012), a falta de comunicação é um dos maiores entraves ao sucesso de um projeto, por isso é importante que após cada reunião o entendimento seja confirmado e a discussão seja resumida e recapitulada, junto com a definição dos próximos passos.

Parte Interessada	Nível de Engajamento	Estratégias para ganhar mais suporte ou reduzir resistências	Avaliação do impacto e comentários
Empresa A	Lídera	Garantir que ele fique por dentro das entregas produzidas e não perca nenhuma informação produzida ao longo do projeto	Como patrocinador, garante que os recursos sejam disponibilizados para o desenvolvimento do projeto
Gerente do Projeto	Lídera	Garantir engajamento de todos interessados, atualizando todos de forma adequada ao seu interesse no projeto	
Coordenador de equipe	Lídera	Manteve atualizado diretamente o gerente de projeto e identificava qualquer resistência de sua equipe técnica	Pelo fácil contato com sua equipe técnica, garante o desenvolvimento das atividades de forma a atingir a qualidade necessária das entregas
Equipe Técnica	Apoiador	Contato direto com o Coordenador de Equipe	Pela experiência nesses projetos, garantirão as entregas
Coordenadores	Apoiador	Manteve atualizado diretamente o gerente de projeto e identificava qualquer resistência de sua equipe técnica	Estão avaliando se o projeto desse nível faz sentido para o departamento de Engenharia do curso

Figura 7. Planilha com as partes interessadas, nível de engajamento e a estratégia para o gerente de projeto e coordenador de equipe lidarem com cada uma

3.2.6 Gerenciamento das partes interessadas

No projeto foram consideradas todos os interesses, expectativas e a influência de cada parte interessada. Após essa análise foi feito um estudo pelo gerente do projeto, para que se pudesse antecipar todas as demandas de cada uma delas e como reagiriam a eventos não planejados. Assim, foram descritas estratégias para garantir o apoio de cada parte, como mostra a Fig. 7.

3.2.7 Outros itens para gerenciamento

O gerenciamento da qualidade do projeto foi feito a partir do objetivo disposto no termo de abertura. Baseando-se na estratégia definida pelos consultores e pelo engenheiro da empresa A de acordo com seu *know-how*, os macro objetivos foram detalhados como “Desenvolvimento de um sistema de identificação da transferência metálica no MIG/MAG pulsado baseado nas variações da intensidade luminosa do arco; Implementação de um sistema básico de controle da transferência metálica no MIG/MAG pulsado, a partir de sensor óptico, visando obter a condição de UGPP independente das instabilidades que possam ocorrer durante a soldagem”. Os requisitos de cada etapa foram então definidos na

EAP, sendo que na reunião após cada atividade o gerente de projeto e a empresa A deveriam verificar se os requisitos de qualidade foram atendidos ou não, e se alguma atividade deveria ser revista ou refeita. A gestão das aquisições ficou a cargo do coordenador de equipe, do gerente de projeto e do engenheiro da empresa A. O primeiro seria responsável por levantar três orçamentos (fornecedores e custos) para cada um dos produtos e serviços, enquanto os outros dois definiriam juntos qual seria adquirido e seriam responsáveis pela compra. Na parte de gerenciamento de riscos, tendo em vista que se trata de um projeto de âmbito acadêmico cujos envolvidos são familiares ao escopo de projeto e tem ampla experiência trabalhando juntos, nenhum risco substancial foi identificado. De toda forma, o gerente de projeto ficou como responsável por avaliar os feedbacks de todas as partes interessadas, e caso seja identificado algum risco, registrá-lo e fazer uma avaliação mais profunda dos possíveis impactos. Em relação a gestão de mudanças no escopo, foi definido que toda mudança deverá ser solicitada através de um formulário e enviada ao gerente do projeto por e-mail, o qual fará sua avaliação, incluirá num registro de mudanças e encaminhará para aprovação do patrocinador. O registro, mostrado na Fig. 8, ficará na pasta do projeto e conterá todas as solicitações com seu status atualizado, mesmo as que sejam rejeitadas.

Aprovações		
Participante	Assinatura	Data
Patrocinador do Projeto		
Gerente do Projeto		

Figura 8. Registro das mudanças de escopo solicitadas por alguma das partes interessadas

3.3 Grupos de processo de execução, monitoramento e controle

Os processos dessas etapas foram realizados conforme estabelecido na fase de projeto. Para acompanhamento das atividades em relação a prazo, qualidade, mudanças de escopo e orçamento foram utilizados os softwares *Microsoft Project* e *Microsoft Excel*. Os experimentos realizados ao longo do projeto juntamente com suas finalidades são apresentados na Tab. 3. O alcance desses fins foi estabelecido como parâmetro para verificação da qualidade.

Experimentos práticos	Propósito
Construção do sistema eletrônico de alimentação e de saída do sensor óptico e seleção dos filtros;	Analisar as necessidades de alimentação do sensor e de implementação de filtros para o sinal de saída do mesmo.
Testes iniciais do dispositivo de identificação;	
Verificação da possibilidade de detecção da transferência metálica;	Verificar a possibilidade de detecção, num primeiro momento sem filmagem em alta velocidade e depois com filmagem em alta velocidade para cada ensaio, para garantir a análise mais detalhada.
Preparação do sistema de identificação do sensor;	Adequação do sistema de identificação do sensor às condições adversas de soldagem.
Avaliação das características de posicionamento e de ajuste do circuito eletrônico do sensor;	Estabelecer as condições de posicionamento mais adequadas possíveis ajustes que deveriam ser feitos no circuito eletrônico para otimizar o dispositivo de identificação do sensor óptico.
Avaliação do sistema de identificação do sensor óptico para diferentes condições no MIG/MAG pulsado;	
Experimentação com sistema de detecção;	Realização de testes que envolviam transferência de menos de uma gota (-UGPP), uma gota (UGPP) e mais de Uma Gota Por Pulso (+UGPP).
Reconhecimento automático da condição de destaque da gota;	Averiguar a possibilidade de identificação para materiais que poderiam apresentar um comportamento diferente no ciclo de transferência, quando considerado o aspecto de variação luminosa.
Tentativa de desenvolvimento de um sistema básico de controle automático da transferência metálica;	
Validação do sistema de controle;	

Tabela 3. Experimentações feitas e suas finalidades

O desenvolvimento da equipe ao longo do projeto se deu através de treinamentos e pela boa prática de os membros mais experientes replicarem seus conhecimentos aos outros participantes. Em relação ao gerenciamento, o gerente de projeto foi responsável por avaliar o desempenho individual e fornecer feedbacks constantes aos membros, seja positivo ou negativo, a fim de contribuir para o desenvolvimento pessoal das partes.

O monitoramento e controle foi feito ao longo de todo o projeto, de forma que o desempenho real foi comparado pelo gerente de projeto ao que se previu no planejamento, baseando-se nas experiências prévias do gerente de projeto e do engenheiro da empresa A. Nesse ponto, os programas computacionais citados foram de extrema importância por permitir acompanhamento simultâneo e gestão das partes interessadas através de compartilhamento sincronizado de arquivos. Todas as orientações e observações pertinentes estavam registradas nas planilhas e podiam ser acessadas a qualquer momento para verificação.

O encerramento formal do projeto se deu com a documentação e armazenamento do conhecimento técnico desenvolvido, além de uma reunião formal das partes que lideraram o projeto. Nesse evento é feito o aceite formal do projeto desenvolvido, junto com a liberação da equipe e celebração do sucesso do projeto, constatado com a apresentação do produto em operação perfeitamente funcional.

4 | CONCLUSÕES

A aplicação do gerenciamento de projetos num caso real permitiu a constatação de como cada processo é desenvolvido, quem são os responsáveis e quais ferramentas são aplicadas. Assim, pôde-se ter uma clareza maior da metodologia apresentada pelo guia PMBOK, descrevendo e classificando os processos envolvidos de acordo com as fases

do projeto. As atividades apresentadas mostram que as áreas do conhecimento interagem entre si e são interdependentes, mesmo quando as fases do projeto são lineares.

Alguns processos não demandaram tanta ênfase, como nos casos do gerenciamento dos processos de execução, monitoramento e controle, e encerramento. Nesses casos foi apenas executado aquilo que já havia sido programado nas fases de planejamento. Em projetos mais complexos, essas fases demandarão mais atenção. Em relação aos processos de gestão de qualidade, aquisições e riscos, que também foram menos detalhados dentro do planejamento, o mais importante foi delimitar o responsável por cada processo.

A aplicação da metodologia recomendada pelo PMI para gerenciamento de projetos foi fundamental para transmitir confiança e segurança ao investidor, garantindo comunicação eficiente e execução das atividades com a qualidade requerida. Esse trabalho serve como base para aplicação dessa estratégia em outros empreendimentos acadêmicos, o que facilitaria o estabelecimento de parcerias entre empresas privadas e universidades públicas. Essa cooperação se torna uma necessidade básica frente a situações de escassez de recursos financeiros e pode representar um mecanismo importante para continuação das pesquisas nas instituições públicas de ensino.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR ISO 10006-2000: Gestão da Qualidade – Diretrizes para a Qualidade no Gerenciamento de Projetos.

Associação Brasileira De Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2000.

Carvalho, M. M. e Rabechini Jr., R., 2009. Construindo competências para gerenciar projeto: teorias & casos. Atlas, São Paulo, 2ª edição.

Carvalho, M. M. e Rabechini Jr., R., 2011. Fundamentos em Gestão de Projetos: Construindo competências para gerenciar projetos. Atlas, São Paulo, 3ª edição.

Chiari, R. e Oliveira, A. B., 2014. Fundamentos em Gerenciamento de Projetos Baseado no PMBOK 5ª edição. Communit, 1ª edição.

Middendorf, A., Deyter, A., Gausemeier, J., Nissen, N. F., Reichl, H., 2009. “Integration of reliability and environmental aspects in early design stages of mechatronics.” In Proceedings of the IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology – IEEE2009, Phoenix, Estados Unidos.

PMI, 2012. “PMSURVEY.ORG – A global initiative of PMI Chapters – Relatório Mundial” Project Management Institute. 2 Jan. 2019 < www.pmsurvey.org >.

PMI, 2013. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®). Project Management Institute, Pensilvânia, 5ª edição.

PMI, 2017. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®). Project Management Institute, Pensilvânia, 7ª edição.

Shetty, D. e Kolk, R. A., 2011. Mechatronics System Design, CENGAGE, Stamford, 2ª edição

C

Chuveiro elétrico 81, 82, 83, 86, 89, 91, 93, 95, 96

Cinemática inversa 50, 51, 52, 56, 61, 62

Controle 3, 7, 9, 11, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 51, 56, 64, 65, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 86, 87, 88, 89, 94

D

Deformação plástica 25, 29, 30, 31, 35, 37

E

Edifícios 64, 65, 66, 75, 77, 78, 79, 80

Educação 1, 2, 3, 9, 10, 80

Eficiência 12, 15, 71, 72, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 96

Engenharia Mecânica 1, 3, 10, 11, 15, 24, 36, 37, 49, 50, 64, 80, 98

Envelhecimento 24, 25, 27, 33, 34, 35, 36, 37

Estruturas 26, 64, 65, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80

Exergia 81, 82, 83, 86, 87, 89, 90, 94, 95

L

Ligas de titânio 24, 25, 26, 30

M

Metrologia 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 96

Módulo de elasticidade 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

N

Normas 22, 81, 85, 86, 95, 96

Normatização 84

R

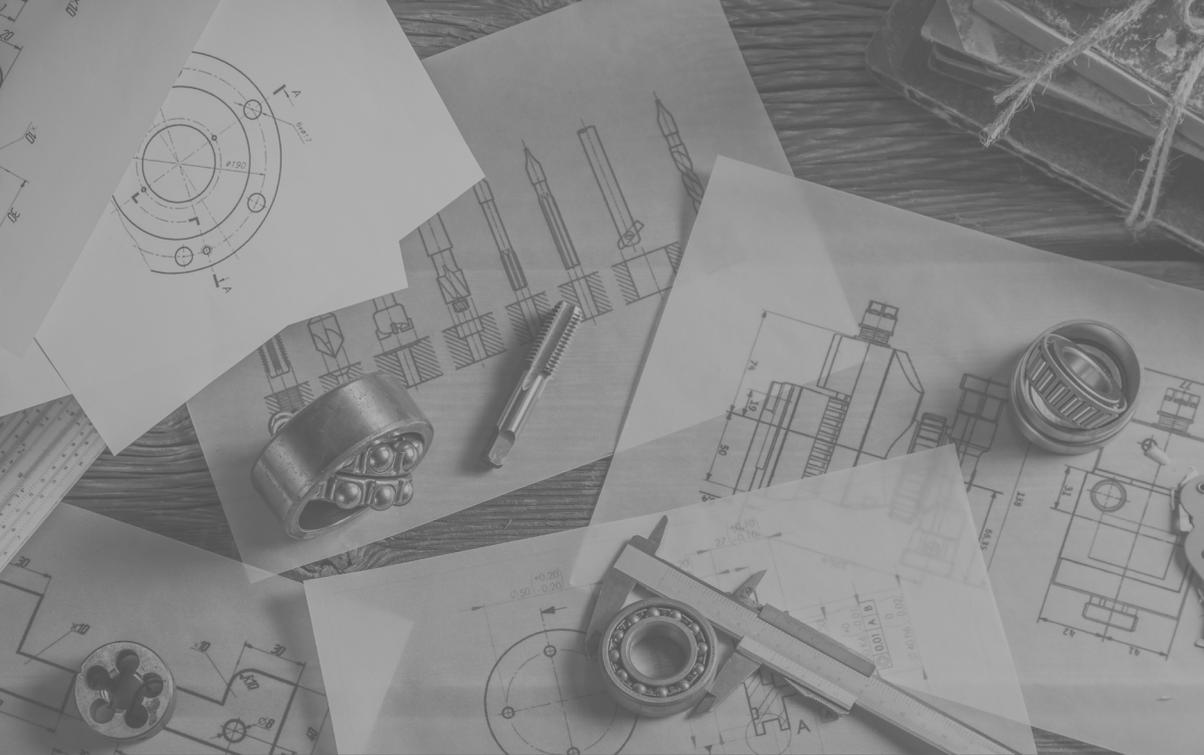
Redes neurais artificiais 50, 51, 55, 56, 62

S

Sismos 64, 65, 66, 67, 68, 70, 73, 75, 76, 78, 80

V

Visão computacional 50, 51, 52, 54, 61, 62

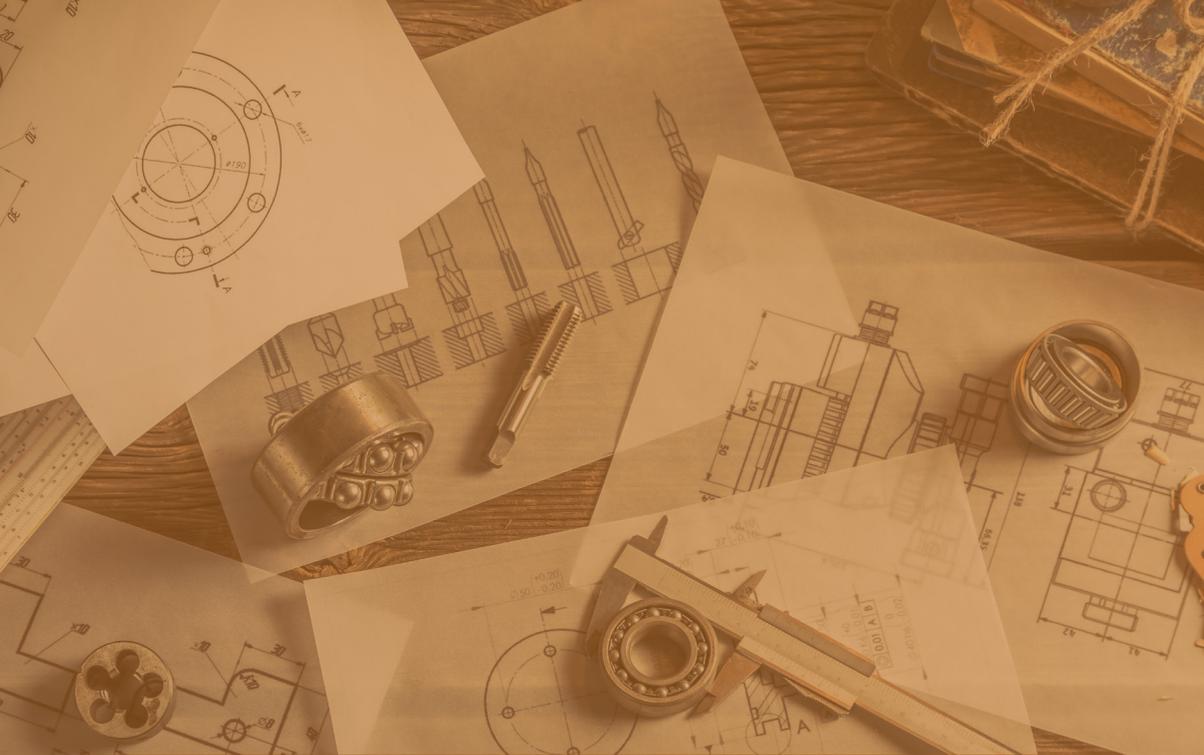


A aplicação do conhecimento científico na engenharia mecânica

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

3

Atena
Editora
Ano 2023



A aplicação do conhecimento científico na engenharia mecânica

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

3


Ano 2023