

GILBERTO JOÃO PAVANI  
(ORGANIZADOR)

---

*Collection:*

# APPLIED MECHANICAL ENGINEERING

---

Atena  
Editora  
Ano 2022

GILBERTO JOÃO PAVANI  
(ORGANIZADOR)

---

*Collection:*

# APPLIED MECHANICAL ENGINEERING

---

Atena  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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  
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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
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 Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Collection: applied mechanical engineering

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Bruno Oliveira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Gilberto João Pavani

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied mechanical engineering / Organizador  
Gilberto João Pavani. – Ponta Grossa - PR: Atena,  
2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-860-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.608220102>

1. Mechanical engineering. I. Pavani, Gilberto João  
(Organizador). II. Título.

CDD 621

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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.



## APRESENTAÇÃO

A engenharia mecânica aplica os princípios da engenharia, física e ciência dos materiais para a análise, projeto, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos como veículos, máquinas e ferramentas, requerendo a compreensão dos conceitos como automação, ciência dos materiais, cinemática, dinâmica, energia, mecânica dos fluidos, mecanismos, processos de fabricação, termodinâmica e vibrações com o auxílio de ferramentas computacionais para desenho e simulação.

A presente obra “Collection: Applied mechanical engineering” tem como objetivo a apresentação e a discussão de temas relevantes sobre a aplicação da engenharia mecânica na mensuração da criticidade na manutenção de equipamentos, análise de desempenho de indicadores de manutenção, análise de modo e efeito de falha para o desenvolvimento de um plano de manutenção, estudo cinemático das velocidades de um mecanismo genérico, avaliação da eficiência e utilização de ventiladores com motores eletrônicos em sistemas de ar condicionado industrial, desenho de mecanismo e estrutura para animatrônicos, estudo da posição de um mecanismo de quatro barras por meio de uma interface gráfica, modelo matemático para obter a componente axial da velocidade absoluta nos impulsores de turbocompressores centrífugos, mensuração do aumento de eficiência de produção e energia elétrica usando o pré-resfriamento para o ultracongelamento de pães, requisitos metrológicos, ondas de Lamb e métodos estatísticos para detecção do limiar de dano aplicado à estruturas de aeronaves e uso da visão por computador para identificação de circuitos integrados em placas eletrônicas.

Portanto, esta obra apresenta grande potencial para contribuir com o entendimento dos temas apresentados, podendo servir como referência valiosa para novas pesquisas e estudos sobre as questões aqui discutidas.

Agradeço aos autores dos capítulos por suas valiosas contribuições e desejo aos leitores sucesso em seus futuros trabalhos de pesquisa sobre os temas apresentados nesta obra.

Gilberto João Pavani

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE DE CRITICADE DOS EQUIPAMENTOS DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE CALHAS PLUVIAIS**

Pierre Breno Nunes de Assis  
Beatriz da Costa Lima  
Claudecir Fernandes de Freitas Moura Júnior  
Matheus Gomes Lima  
Patric de Holanda Nogueira  
Ramon Rudá Brito Medeiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201021>

### **CAPÍTULO 2..... 16**

#### **ANÁLISE DE DESEMPENHO DOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DO VALE DO JAGUARIBE**

José Guilherme Queiroz Sousa  
Patric de Holanda Nogueira  
James Rodrigo da Silva Lima  
Luan Victor Diniz Campos  
Ramon Rudá Brito Medeiros  
George Luiz Gomes de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201022>

### **CAPÍTULO 3..... 28**

#### **ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UM SISTEMA DE LIMPEZA E PINTURA EM EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO**

Vinícius Gomes Silva  
Daniel Levi Maia Matos  
João Víctor Nogueira Gonçalves  
Gilvan Antônio Cappi  
Ramon Rudá Brito Medeiros  
George Luiz Gomes de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201023>

### **CAPÍTULO 4..... 42**

#### **APLICAÇÃO DIDÁTICA NO ESTUDO CINEMÁTICO DAS VELOCIDADES DE UM MECANISMO GENÉRICO DE QUATRO BARRAS**

Vergara Hernández Erasto  
Pérez Millán Brenda Carolina  
Cea Montufar César Eduardo  
Torres Torres Yael Valdemar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201024>

### **CAPÍTULO 5..... 52**

#### **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E UTILIZAÇÃO DOS VENTILADORES COM MOTORES**

## ELETRÔNICOS (EC) - APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE AR CONDICIONADO INDUSTRIAL

Abimael J. Urcino Junior

Samuel Mariano do Nascimento

Eliandro Barbosa de Aguiar

Alexandre Fernandes Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201025>

### **CAPÍTULO 6..... 68**

#### **DISEÑO DE MECANISMOS Y ESTRUCTURA PARA EL ANIMATRÓNICO DEL DINOSAURIO TRICERATOPS**

Roberto Carlos García Gómez

Hernán Valencia Sánchez

Juan Carlos Niños Torres

Mario Alberto Cruz Padilla

Fernando Alfonso May Arrioja

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201026>

### **CAPÍTULO 7..... 80**

#### **ESTUDO DA POSIÇÃO DE UM MECANISMO DE QUATRO BARRAS POR MEIO DE UMA INTERFACE GRÁFICA DE USUARIO**

Vergara Hernández Erasto

Pérez Millán Brenda Carolina

Cea Montufar César Eduardo

Yael Valdemar Torres Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201027>

### **CAPÍTULO 8..... 90**

#### **LA ECUACIÓN DE SEGUNDO GRADO COMO MODELO MATEMÁTICO PARA OBTENER LA COMPONENTE AXIAL ( $C_{2U}$ ) DE LA VELOCIDAD ABSOLUTA EN LOS IMPULSORES DE LOS TURBOCOMPRESORES CENTRÍFUGOS**

Tena Verdejo Juan

Santiago Gabino Francisco

Tena Galván Sandra Zulema

Oropeza Ramírez Salvador

Gutierrez Pola Marlenne

Ordoñez Tapia Mayanin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201028>

### **CAPÍTULO 9..... 98**

#### **MENSURAÇÃO DO AUMENTO DE EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO E ENERGIA ELÉTRICA USANDO O PRÉ RESFRIAMENTO PARA O ULTRACONGELAMENTO DE PÃES**

Leandro Fluvio Torno

Alexandre Fernandes Santos

Heraldo José Lopes de Souza

Sariah Torno

Darlo Torno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201029>

<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>110</b>
REQUISITOS METROLÓGICOS LEGAIS PARA MEDIÇÃO FISCAL APLICADOS A UNIDADES FLUTUANTES DE PRODUÇÃO, ARMAZENAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE PETRÓLEO (FPSO): CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	
Hélio Damásio de Lima Filho	
Jardel Dantas da Cunha	
Andréa Francisca Fernandes Barbosa	
Antônio Robson Gurgel	
Antonio Rodolfo Paulino Fernando Pessoa	
André Luís Novaes Motta	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010210">https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010210</a>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>124</b>
SHM BASEADO EM ONDAS DE LAMB E MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA O LIMAR DE DETECÇÃO DE DANO APLICADO A ESTRUTURAS DE AERONAVES	
Lucas Altamirando de Andrade da Rocha	
Roberto Mendes Finzi Neto	
Valder Steffen Jr	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010211">https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010211</a>	
<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>138</b>
VISIÓN POR COMPUTADORA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS INTEGRADOS EN TARJETAS ELECTRÓNICAS	
Samuel Sotelo Martínez	
Raúl García García	
Rafael Ocampo Martínez	
Marco Antonio Olivo Flores	
Pablo Saúl Espinoza Aguirre	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010212">https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010212</a>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>148</b>
AVALIAÇÃO GEOMÉTRICA DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONVECÇÃO EM CAVIDADES DIRIGIDAS COM USO DO DESIGN CONSTRUTAL	
Priscila Martta Rodrigues	
Cícero Coelho de Escobar	
Flávia Schwarz Franceschini Zinani	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010213">https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010213</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>159</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>160</b>

## ANÁLISE DE DESEMPENHO DOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DO VALE DO JAGUARIBE

*Data de aceite: 10/01/2022*

*Data de submissão: 22/11/2021*

### **José Guilherme Queiroz Sousa**

Universidade Federal do Ceará  
Russas – CE  
<http://lattes.cnpq.br/5219521574001756>

### **Patric de Holanda Nogueira**

Universidade Federal do Ceará  
Russas – CE  
<http://lattes.cnpq.br/6662228411932161>

### **James Rodrigo da Silva Lima**

Universidade Federal do Ceará  
Russas – CE  
<http://lattes.cnpq.br/0700503794613591>

### **Luan Victor Diniz Campos**

Universidade Federal do Ceará  
Russas – CE  
<http://lattes.cnpq.br/4695686704607228>

### **Ramon Rudá Brito Medeiros**

Universidade Federal do Ceará  
Russas – CE  
<http://lattes.cnpq.br/2280452807088183>

### **George Luiz Gomes de Oliveira**

Universidade Federal do Ceará  
Russas – CE  
<http://lattes.cnpq.br/5850293899287238>

isso, não basta ter apenas instrumentos de produção, é de suma importância que eles sejam utilizados de forma racional e produtiva, assim a manutenção surge com o intuito de contribuir para o melhor aproveitamento dos equipamentos e por conseguinte alavancar os resultados da empresa. Nesse sentido, os indicadores surgem como métricas para tomada de decisões, uma vez que por meio deles obtêm-se dados que instruem no melhor rendimento do sistema de produção. Com base nesta temática, foi realizado um estudo numa indústria têxtil situada no Vale do Jaguaribe, com o objetivo de analisar os indicadores de desempenho e verificar se estão sendo eficazes no modelo atual da empresa, coletando dados que comprovem a aplicação deles, para que posteriormente fossem adotados métodos para a melhoria desses processos. Foi aplicado um questionário para obter informações acerca do processo de manutenção, e assim identificar os pontos positivos e os que são passíveis de melhoria. Verificou-se os métodos de manutenção adotados pela empresa, seus indicadores de criticidade, como é empregado o histórico da manutenção e as ferramentas da qualidade. Diante disso, averiguou-se que o MTBF agregaria valores ao processo como um todo, uma vez que representaria um indicativo a mais a ser consultado no banco de dados, ademais sugeriu-se o uso de ferramentas de qualidade, com intuito de se otimizar os resultados atuais, além de auxiliar na decisão de tomadas de novas medidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indicadores, Manutenção, Ferramentas da qualidade.

**RESUMO:** Todas as atividades industriais visam maximizar seus investimentos através da alta rentabilidade de seus processos. Para

# PERFORMANCE ANALYSIS OF MAINTENANCE INDICATORS AT A TEXTILE INDUSTRY IN VALE DO JAGUARIBE - CEARÁ/BRAZIL

**ABSTRACT:** All industrial activities aim to maximize their investments through the high profitability of their processes. For this, it is not enough to have only production instruments, it is of paramount importance that they are used rationally and productively, so maintenance arises with the aim of contributing to the best use of equipment and consequently leveraging the company's results. In this sense, the indicators appear the metrics for decision making, since through them data are obtained that instruct in the best performance of the production system. Based on this theme, this study was carried out in a textile industry located at Vale do Jaguaribe - Ceará/Br, with the aim of analyzing the performance indicators and verifying whether they are being effective in the current model of the company, collecting data that proves their application, so that later methods have been adopted to improve these processes. A questionnaire was applied to obtain information about the maintenance process, and thus identify the positive points and those that could be improved. It was verified the maintenance methods adopted by the company, its criticality indicators, how the maintenance history and quality tools are used. Therefore, it was found that the "Mean time between failures" MTBF would add values to the process, as it would represent an additional indicator to be consulted in the database, in addition, the use of quality tools was suggested to optimize the current results, in addition to assisting in the decision to take new measures.

**KEYWORDS:** Indicators; Maintenance; Quality tools.

## 1 | INTRODUÇÃO

Toda atividade industrial tem como objetivo principal converter o investimento em uma máxima rentabilidade. Para isso, é de suma importância que haja uma integração entre todas as áreas envolvidas no processo de produção (TAVARES, 1986).

A presença de equipamentos cada vez mais sofisticados e de alta produtividade fez a exigência de disponibilidade ir às alturas, os custos de inatividade ou de subatividade se tornaram altos. Então não basta se ter instrumentos de produção, é preciso saber usá-los de forma racional e produtiva. Baseadas nessa ideia, as técnicas de organização, planejamento e controle nas empresas sofreram uma tremenda evolução (VIANA, 2002).

A manutenção é uma das áreas que em muito contribui para o sucesso e produtividade da organização. Por ser fator determinante no custo e no ciclo de vida dos equipamentos, tem um impacto profundo em todas as ações produtivas. A gestão da manutenção hoje pode ser entendida como o ato de gestão dos ativos, executando um papel importante na gestão de tais processos (TAVARES,2005).

É imprescindível que se tenha indicadores alinhados com os ideais da empresa. Por meio deles haverá um desenvolvimento correto para os demais níveis (FALCONI, 2011). Tratando-se da manutenção, tais indicadores avaliam a criticidade dos equipamentos, a efetividade dos modelos adotados, Tempo Médio entre Falhas (MTBF), Tempo Médio de Reparo (MTTR), histórico, dentre outros parâmetros.

O presente estudo foi realizado em uma indústria do setor têxtil localizada no Vale do Jaguaribe, e tem como objetivo analisar os seus indicadores de manutenção, verificar a efetividade através dos resultados e sugerir melhorias para otimizar o processo, a fim de evitar possíveis falhas em sua execução.

Diante de um cenário competitivo entre as empresas, os indicadores de manutenção apresentam-se como um diferencial para que elas obtenham destaque. Na análise deste artigo, foi identificado que a indústria em questão utiliza alguns parâmetros que auxiliam no processo de manutenção, porém, existem quesitos que devem ser aperfeiçoados e implementados, visando um processo cada vez mais efetivo e com menores probabilidades de falhas no cronograma de manutenção.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Gestão da Manutenção e Tipos de Manutenção

Segundo a ABNT (NBR 5462, 1994a), entende-se por manutenção um conjunto de ações e técnicas que abrange todo o ramo industrial. Tais ações objetivam manter o funcionamento em ordem ou recolocar um equipamento, instalação ou maquinário de um determinado setor em perfeita operação. Porém, esse conceito foi desenvolvido e aperfeiçoado ao longo do tempo, visto que antes da segunda guerra mundial as atividades relacionadas à manutenção estavam atreladas ao caráter emergencial, ou seja, os reparos só aconteciam quando o maquinário estava danificado. No entanto, as empresas necessitavam de um diferencial competitivo para se manterem firmes no mercado, logo, tais conceitos de manutenção se aprimoraram com o decorrer do tempo, fornecendo ações e métodos, a fim de assegurar seu perfeito funcionamento (KARDEC; NASSIF, 2015).

Os principais tipos de manutenção estarão em destaque abaixo, apontando seus objetivos e maneiras de funcionamento para melhorar o desempenho dos maquinários, e consequentemente, reduzir o desperdício de tempo com paradas indesejadas.

- **Manutenção Corretiva:**

“É a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” (ABNT NBR 5462/1994b). Ou seja, é uma atividade de manutenção realizada com o propósito de corrigir algo no equipamento, para que ele possa cumprir o seu papel dentro do processo de produção. Ela pode ser programada ou emergencial, que é feita diante de uma emergência a ser imediatamente resolvida.

- **Manutenção Preventiva:**

“É a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (ABNT NBR 5462/1994c). Em outros termos, é a manutenção responsável por

amenizar problemas frequentes nos equipamentos e conseqüentemente não perder tempo na linha de produção.

- **Manutenção Preditiva:**

“É a manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva” (ABNT NBR 5462/1994d). Ou seja, é a manutenção que tem o objetivo de prever a situação do equipamento e encontrar falhas em estágio inicial por meio de monitoramento, quando estas ainda não são prejudiciais ao equipamento ou processo de produção, além de estimar o tempo para a atividade de manutenção, evitando paradas desnecessárias.

- **Manutenção Detectiva:**

O termo manutenção detectiva surgiu a partir da década de 90, com objetivo de elevar a confiabilidade dos equipamentos, haja vista, que é caracterizada pela intervenção em sistemas de proteção para detectar falhas ocultas e não perceptíveis ao pessoal da operação (SOUZA, 2008). Corroborando com esta ideia, Kardec e Nascif (2009), definem a manutenção detectiva como a técnica que busca detectar falhas ocultas ou que não são notadas pelo pessoal de operação e manutenção. Desse modo, tarefas executadas para verificar se um sistema de produção ainda está funcionando corretamente representam a manutenção detectiva.

## 2.2 Indicadores de Desempenho

Verificar indicadores de desempenho tem sido uma ação corriqueira entre as mais diversas empresas, visto que estes são parâmetros norteadores para medir a performance das organizações em meio à sociedade. Essa avaliação é executada de acordo com as condições pré-estabelecidas, com o intuito de assegurar que os resultados obtidos atendam todos os requisitos de desempenho. Segundo Slack et al. (2006), alguns parâmetros de performance são destacados, como a disponibilidade, confiabilidade dos equipamentos, custo, criticidade e a efetividade dos métodos utilizados.

Os indicadores de desempenho quantificam e mensuram os processos com números, caracterizando a realidade de uma organização. Ademais, eles expõem os impactos gerados na empresa, que podem ser quantitativos, qualitativos e comportamentais (FERNANDES, 2004; ANDERSEN, 1999). Compreende-se que todas as operações produtivas necessitam de parâmetros que sejam capazes de medir o desempenho e identificar as prioridades de melhoria dentro das instituições.

No caso da manutenção, os indicadores de desempenho são identificados com base nos objetivos definidos e efetivamente são utilizados para garantir que os resultados estejam em conformidade com os requisitos de desempenho da produção, ou seja, eles

são elementos-chaves na gestão da função da manutenção. Ademais, conforme escreveu Pinto (2013), estes ajudam na tomada de decisão, além de identificar eventuais problemas e até mesmo oportunidades para a melhoria contínua do sistema.

## 2.3 Ferramentas da Qualidade

### • PDCA

O ciclo PDCA (Plan – Planejar; Do - Fazer, Check - Checar, Action - Agir) é uma ferramenta utilizada nas instituições em busca de resultados, ou seja, consiste em um sistema sequencial sem fim em busca da melhoria contínua, através de questionamentos sobre um determinado processo para identificar se está conforme o planejado. Devido ser um ciclo, todas as vezes que as ações previstas nele chegar ao fim, haverá a repetição de todos os processos novamente (AGOSTINETTO, 2006).

As quatro fases do ciclo são compostas pelo planejamento, fazer, checar e agir, que buscam entender como surgiu o problema, além de chegar a uma solução adequada, essa busca na solução do problema é focada na causa e não nas consequências. Cada fase desse processo é apresentada na Figura 1 e descrita no Quadro 1.

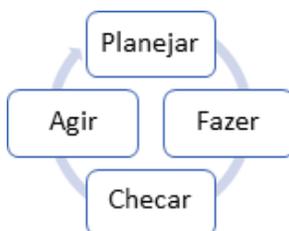


Figura 1. Ciclo PDCA

<b>Planejamento (plan)</b>	Responsável por designar metas e objetivos a serem atingidos, bem como todos os procedimentos que devem ser realizados para cumprir seus objetivos. Essa fase pode ainda ser dividida em subgrupos que são: Identificação, Observação, Análise e Plano de Ação.
<b>Fazer (do)</b>	Fase que haverá de fato a execução do plano de ação adotado no planejamento.
<b>Checar (Check)</b>	Consiste em analisar se a execução está de acordo com o planejamento pré estabelecido. Se os resultados checados não forem os esperados é recomendado que seja realizado um novo planejamento e o ciclo se inicie mais uma vez.
<b>Agir (act)</b>	Converter o plano adotado em uma nova maneira de agir, portanto, nessa fase é realizado o treinamento dos colaboradores para que estejam aptos a executarem o planejamento adotado.

Quadro 1. Fases do PDCA

- **FMEA**

É a sigla para Failure Mode and Effect Analysis, podendo ser traduzido como: Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos. Viana (2002) define FMEA como um método para análise de falhas capaz de pressupor problemas futuros, priorizando ações que impeçam a ocorrência das falhas previstas, bem como de seus efeitos, e assim criar metodologias para resolvê-los. Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), a FMEA tem como objetivos: reconhecer e avaliar as falhas potenciais que podem surgir em um produto ou processo, identificar ações que possam eliminar ou reduzir a chance de ocorrência dessas falhas e documentar o estudo, criando um referencial técnico que possa auxiliar em revisões e desenvolvimentos futuros do projeto ou processo.

- **Princípio de Pareto**

Com as pesquisas realizadas por Vilfredo Pareto no início de 1900, deu origem a um estudo onde foi constatado que a riqueza estava concentrada nas mãos dos poucos e a pobreza nas mãos de muitos, em números isso representa que 80% da riqueza estava concentrada em 20% da população (PARETO, 1896 apud SCOTON, 2011).

O princípio desse diagrama consiste na identificação, detalhamento e solução de problemas, que podem ser oriundos do operador, máquina ou matéria-prima. O foco principal dessa metodologia é combater os problemas que apresentam maior criticidade e importância para o processo, tendo em vista que esses correspondem a maior parcela dos problemas existentes (SELEME; STADLER, 2012).

É interessante que cada organização possua um banco de dados com informações relacionadas às paradas, suas causas e o tempo dessas paradas. Para que dessa forma, seja feita uma análise em cima dos dados fornecidos e então expressá-los em forma de quadro (Quadro 2) ou gráfico (Gráfico 1).

<b>Causa da Parada</b>	<b>Frequência</b>	<b>% Acumulada</b>
Causa 1	100	39,21
Causa 2	60	23,52
Causa 3	30	11,76
Causa 4	40	15,68
Causa 5	20	7,83
Outros	5	2
Total	255	100

Quadro 2. Tabela de Pareto

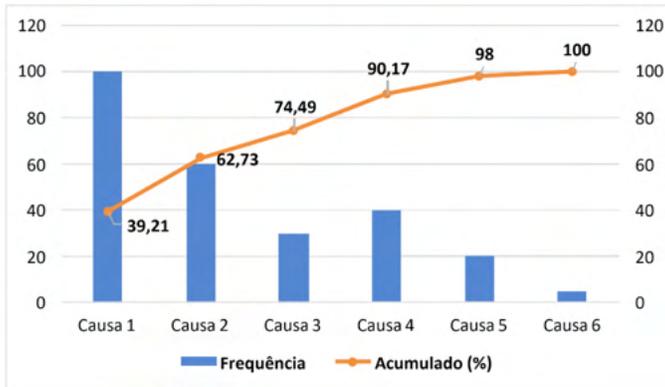


Gráfico 1. Gráfico de Pareto

### 3 | METODOLOGIA

A técnica adotada para desenvolver a pesquisa em questão pode ser classificada como uma pesquisa exploratória, por estar atrelada à busca de dados para formulação de problemas mais precisos, utilizando fontes de pesquisas primárias. Ademais, a análise é de ordem qualitativa, uma vez que foi desenvolvida através de uma revisão bibliográfica sobre gestão da manutenção, além de estudos de caso que foram realizados sobre a temática.

Com a finalidade de entender a metodologia empregada no setor de manutenção da indústria, foi realizado um questionário com indicadores pré-definidos. Esse questionário foi aplicado a um colaborador responsável pelo setor da manutenção. Nesse contexto, buscou-se entender quais metodologias são utilizadas dentro dessa indústria, se há disponibilidade de capacitação para os funcionários encarregados pelo serviço de manutenção, quais tipos de manutenção são executadas, quais os critérios de criticidade são adotados, bem como o histórico de manutenção tem auxiliado na execução do plano de manutenção, qual maquinário mais sofre com problemas mecânicos, qual o tempo médio entre falhas, tempo médio entre reparos e se é utilizada alguma ferramenta da qualidade para dar suporte nesse processo melhoria.

O questionário norteou para que a equipe pudesse entender o funcionamento do processo de manutenção da indústria em questão e assim verificar a existência de eventuais falhas ou inconsistências em seus métodos utilizados, para que posteriormente fossem sugeridas metodologias a serem empregadas e otimizar aquelas já utilizadas.

### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ap princípio buscou-se entender em que nível organizacional a empresa se encontrava. Dessa maneira, foi coletado informações sobre quais tipos de manutenção eram realizados. Conforme exposto pelo colaborador, as manutenções preventivas, preditivas, detectivas e

corretivas são executadas mediante às necessidades da instituição. Para executar tais ações, conta-se com a contribuição de 15 colaboradores, que dispõem de ferramentas adequadas para executarem seus serviços de forma satisfatória.

Referindo-se aos tipos de manutenção executadas, tem-se uma estrutura bem organizada que se baseia principalmente em um calendário existente na empresa, minimizando ao máximo os processos de falhas ou de grandes paradas, e maximizando os processos de reposições instantâneas. Já nos processos relacionados aos colaboradores, cabe destacar que até a data de estruturação desse presente trabalho, os mesmos não recebem treinamentos específicos por parte da empresa, fato esse de caráter negativo, visto que o cenário competitivo entre as empresas exige cada vez mais uma mão de obra qualificada, capaz de melhorar e agilizar os processos de produção a cada dia, metodologia conhecida como indústria 4.0.

De acordo com Gomes (2017), o aperfeiçoamento da mão de obra traz benefícios à empresa, capaz de alavancar em 5% a produtividade dos colaboradores; aumentar a qualidade final dos seus produtos em 5% ao ano e melhorar o clima organizacional. Pode-se destacar que existe na empresa um programa de incentivo aos seus funcionários para realizarem cursos de graduações e especializações, porém, não ficou claro se os funcionários de chão de fábrica estão usufruindo desse direito, uma vez que dependendo da realidade do operário, tal fato é considerado impossível, fortalecendo assim a prerrogativa de haver formações, capacitações e afins de forma interna.

Como meio de otimizar os processos de manutenção dos maquinários, o registro do histórico da manutenção apresenta-se como uma ferramenta eficaz, pois tal documento funciona como um banco de dados englobando todas as informações da manutenção de determinada máquina, onde estão contidas as datas que foram realizados os reparos, bem como quais as causas, sintomas e quais serviços deveriam ser prestados para solução do problema. Através dos resultados obtidos da empresa, foi comprovado que há a utilização desse histórico, apresentando-se como um fato positivo. No entanto, carece de alguns indicadores considerados fundamentais para a execução efetiva dessa ferramenta, como o MTBF, porque possui informações que auxiliam nas tomadas de decisões, evitando imprevistos e desperdícios no chão de fábrica, uma vez que a máquina parada representa um decréscimo nas receitas. Vale ressaltar que não há registros em planilhas ou softwares para o MTTR, apenas uma estimativa aproximada com base na experiência dos responsáveis pela manutenção. A fim de otimizar os processos de reparo, recomenda-se que haja o armazenamento dos MTBF, MTTR e os principais tipos de falhas, criando assim uma padronização ou estimativa de padronização para essa problemática.

Conforme Helmann (2008) a criticidade é definida como um parâmetro que expressa a importância da função de um equipamento ou sistema dentro da linha de produção. Diante dessa determinação, é possível estabelecer o nível de prioridades na realização da manutenção, a fim de garantir que o processo de manufatura funcione com o mínimo

de interrupções possíveis. O responsável pela manutenção da empresa que foi aplicado o questionário, determinou o grau de criticidade a partir do tempo médio de reparo, ou seja, quanto menor o tempo de reparo, menor a criticidade. O Quadro 3 representa esse grau de criticidade definido pela empresa.

<b>Tempo médio de reparo</b>	<b>Grau de criticidade</b>
Menor ou igual a 30 min	Baixa criticidade
Entre 30 min a 2 horas	Média criticidade
Maior que 2 horas	Alta criticidade

Quadro 3 - Grau de criticidade (Autoria própria, 2021)

Existem alguns critérios para definir os parâmetros de criticidade, cada sistema dentro da indústria classifica-os de maneira diferente, porém, o mais usual no setor da manutenção é correspondente ao equipamento cuja manutenção é mais longa ou com maior grau de dificuldade de haver os reparos. O funcionário também relatou que uma máquina em especial (Open-end), vem sofrendo mais falhas que as demais, apresentando-se assim como o grande empecilho no setor produtivo da empresa.

De acordo com o questionário, o funcionário identificou algumas ferramentas da qualidade que colaboram para o desenvolvimento das atividades de maneira mais eficiente, sendo elas o FMEA, PDCA e Pareto.

Segundo Pongeluppe (2002), as ferramentas da qualidade aliada às informações contidas no sistema da empresa, geram agilidade no processo de resolução de problemas através da solução rápida, sendo possível comparar os resultados, e conseqüentemente fazer ajustes ou não no decorrer do procedimento. Nesse sentido, Ishikawa (1982) também afirma que “as ferramentas da qualidade podem solucionar 95% dos problemas presentes nas organizações”.

## 5 | CONCLUSÃO

Os indicadores de desempenho apresentam importante papel nos avanços e otimização dos processos dentro da empresa, visto que eles evidenciam medidas importantes de atividades e resultados cruciais para a organização. Baseado na pesquisa, foi constatado que a empresa faz o uso de metodologias para melhorar o processo produtivo, dentre elas, manutenções preventivas, corretivas, detectivas e preditivas que amenizam possíveis falhas nos maquinários. Ademais, é aplicado o indicador MTTR, responsável por definir a criticidade dos equipamentos.

Quanto mais dados contidos sobre o processo operacional, mais completo será o registro de banco de dados, garantindo maior segurança para o processo e evitando que imprevistos ocorram no decorrer da fabricação. Logo, com a implementação do controle do MTBF, torna-se possível a identificação dos períodos necessários para intervenção antes de ocorrer a falha no equipamento, possibilitando um procedimento de análise mais confiável. Tomando como referência o maquinário open-end, sendo ele de alta criticidade no setor produtivo, seria viável a implementação desse conceito, a fim de evitar paradas repentinas e perdas de produção.

Mediante às ferramentas já utilizadas pela empresa, seria interessante a implementação de outras que contribuíssem para a melhoria dos processos, dentre elas sugere-se a Kaizen, pois é uma ferramenta de melhorias consideradas simples, porém de forma contínua. Salienta-se ainda o método de Gemba Walks, que efetivamente é realizada com a ida dos supervisores ou gerentes até à área de produção, onde após uma caminhada pelo chão de fábrica, haverá uma reflexão em busca de soluções e potencializar ações já executadas. Pode-se citar também a filosofia Lean que é inspirada no modelo e resultados do Toyota, essa ferramenta pode gerar lucros tanto a curto quanto a longo prazo, além de produzir mais resultados com os recursos disponíveis.

Importante ressaltar que este trabalho teve caráter exploratório, utilizando uma análise de dados para o estudo de caso de tal indústria. Logo, ele deve ser aperfeiçoado em pesquisas acadêmicas posteriores, além de ressaltar que a empresa deve continuar com os procedimentos que auxiliam no planejamento da manutenção e otimize o uso dos indicadores de desempenho.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. Tese de Mestrado, USP. São Carlos, 2006.

ANDERSEN, Arthur. **Remuneração estratégica: uma vantagem competitiva**. São Paulo: Atlas, 1999. 224p

ASSIS, D. S. **Análise o desempenho dos indicadores de manutenção a luz do planejamento estratégico da empresa**. XII congresso nacional de excelência em gestão, 2016.

FERNANDES, D.R. **Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial**. Revista da FAE, 7(1), p.1-18, 2004.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luiz Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2009.

GOMES, Vilisa Rudenco. **Gestão e desenvolvimento de pessoas**. UNIASSELVI, 2017.

HELMANN K. Uma sistemática para determinação da criticidade de equipamentos em processos industriais baseada na abordagem multicritério, Ponta Grossa 2008.

ISHIKAWA, K. **Guide to quality control**. Nova York, Kraus International Publications, 1982.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

LEAN é uma filosofia de gestão inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota. **Lean institute Brasil**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx#:~:text=Lean%20%C3%A9%20uma%20filosofia%20de,e%20resultados%20do%20Sistema%20Toyota%3E>> Acesso em: 10 mar. 2021, às 14h:27min.

LOUZADA, Paula. **Conheça 10 ferramentas e técnicas de melhoria contínua!**. Fm2s, 2019. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/10-ferramentas-de-melhoria-continua/>> Acesso em: 10 mar. 2021, às 13h:58min.

MOURA, Alexandro Avila de. Análise de Pareto na manutenção – 5 erros que “matam”. **Gestão da produção com Alexandro**, 2017. Disponível em: <<http://www.gestaoproducaocomalexandro.com/analise-de-pareto-na-manutencao/>> Acesso em: 09 mar./2021, às 14h:45min.

MURÇA, V. A. A.; **Aplicação da filosofia Lean na área da Manutenção**. 101f. Dissertação (Mestrado) - Curso PINTO, J. P. **Manutenção Lean**. 1. ed. Portugal: Lidel Editora, 2013.

PONGELUPPE, P.C. **Modelo de indicadores de desempenho para micro e pequena agroindústria: multi-caso de laticínios**. São Carlos, 2002. 169p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

SCHOLLES, Clara Rejane. Criticidade de equipamentos na indústria: Como definir prioridades na manutenção. **Indústria4.0**, 2018. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/16924-criticidade-de-equipamentos-na-industria-como-definir-prioridades-na-manutencao>> Acesso em: 10 mar. 2021, às 09h:23min.

SCOTON, Filipe Montefusco. **Power Laws na modelagem de caches de microprocessadores**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2011.

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da Qualidade: As Ferramentas Essenciais**. Curitiba: Ibpex, 2012. SILVA, D. C. S. **Estudo de indicadores chave de desempenho em manutenção e construção de um dashboard em uma indústria do ramo petrolífero**. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza - CE. Anais ENEGEP, 2015.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**: Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

TELES, J. Diagrama de Pareto na Manutenção: Uma ferramenta poderosa!. **Engeteles**. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/diagrama-de-pareto-na-manutencao/>>. Acesso em: 09 mar. 2021, às 14h:30min.

TELES, J. Tipos de Manutenção de acordo com a NBR 5462. **Engeteles**. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/tipos-de-manutencao/>>. Acesso em: 08 mar. 2021, às 21h:04min.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM - Planejamento e Controle de Manutenção**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

XAVIER, M. E. **Aderência de Indicadores de Desempenho baseados no balanced scorecards, lean thinking e theory of constraints: estudo multicase em empresas Caxias do Sul**. Caxias do Sul, 2013. 135p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Análise dos Modos e Efeitos de Falha - FMEA 29

Análise estatística 124, 125, 131, 135

### C

Calha 7, 15

Cinemática 42, 43, 90, 91, 92

Circuito integrado 138, 142, 143, 144, 145, 146, 147

Confiabilidade 14, 25, 28, 40, 41

Criticidade 1, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 32, 36, 66

### D

Desenho 151

### E

Estrutura 7, 23, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 150

### F

Ferramenta da qualidade 22

Floating Production Storage and Offloading - FPSO 111, 112

### I

Impulsor 91, 92, 93, 94, 95

Indústria têxtil 16

Interface gráfica 80

### M

Manutenção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 52, 53, 54, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 112

Manutenção corretiva 1, 3, 4, 5, 8, 11, 18, 19, 39

Manutenção preventiva 3, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 18, 19, 38, 61

Mecanismo 10, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 50, 71, 74, 75, 76, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 152

Mecanismo de quatro barras 80

Medição fiscal 110, 111, 112, 113, 114, 118

Monitoramento da integridade estrutural 125

## **O**

Ondas de Lamb 124, 125, 126, 129

## **P**

Petróleo 43, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 119, 120, 121, 123

Placa eletrônica 61

Plano de manutenção 4, 5, 7, 12, 13, 22, 28, 30, 35, 37, 40, 54, 63, 64

Pré-resfriamento 98

## **Q**

Qualidade 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 29, 33, 40, 41, 99, 101, 122

## **R**

Rendimento térmico 98

Requisitos metrológicos 110, 111

## **T**

Tempo Médio de Reparo - MTTR 17, 24

Tempo Médio entre Falhas - MTBF 17, 22

Triceratops 68, 69, 77

## **U**

Ultracongelamento 98, 102, 107, 108

## **V**

Ventilador 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 66

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

*Collection:*

# APPLIED MECHANICAL ENGINEERING

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

*Collection:*

# APPLIED MECHANICAL ENGINEERING

  
Ano 2022