

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

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>

CAPÍTULO 10.....	110
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010210	
CAPÍTULO 11	124
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010211	
CAPÍTULO 12.....	138
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010212	
CAPÍTULO 13.....	148
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010213	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	159
ÍNDICE REMISSIVO.....	160

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DE CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE CALHAS PLUVIAIS

Data de aceite: 10/01/2022

Data de submissão: 12/11/2021

Pierre Breno Nunes de Assis

Universidade Federal do Ceará
Russas – CE

<http://lattes.cnpq.br/3691882221162357>

Beatriz da Costa Lima

Universidade Federal do Ceará
Russas – CE

<http://lattes.cnpq.br/2473935088143706>

Claudecir Fernandes de Freitas Moura Júnior

Universidade Federal do Ceará
Russas – CE

<http://lattes.cnpq.br/9668230016482513>

Matheus Gomes Lima

Universidade Federal do Ceará
Russas – CE

<http://lattes.cnpq.br/4294927555470926>

Patric de Holanda Nogueira

Universidade Federal do Ceará
Russas – CE

<http://lattes.cnpq.br/6662228411932161>

Ramon Rudá Brito Medeiros

Universidade Federal do Ceará
Russas – CE

<http://lattes.cnpq.br/2280452807088183>

RESUMO: É sabido que a mensuração da criticidade de um componente ou sistema permite que os gestores da manutenção possam executar

ações de eficácia mais elevada. As escolhas de técnicas e estratégias de manutenção são facilitadas quando o entendimento do nível de criticidade está bem estabelecido. Contudo, estabelecer parâmetros para determinar a criticidade de um equipamento não é simples. Alguns fatores como segurança, qualidade, impactos ambientais e econômicos, além de funções operacionais, são comumente aplicados como parâmetros de mensuração da criticidade. O objetivo do estudo consiste em realizar o levantamento de dados e avaliar a criticidade, por meio de uma metodologia sugerida pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* modificada, dos equipamentos dentro do processo produtivo de calhas para canalização de chuva em uma metalúrgica de pequeno porte, localizada em uma cidade no Vale do Jaguaribe, Ceará. A linha de processo é composta por três equipamentos, sendo uma estiradeira, uma guilhotina e uma dobradeira. A criticidade mensurada deve ser aplicada a fim de indicar a técnica de manutenção mais adequada. Atualmente a empresa apenas aplicava manutenção corretiva. Contudo, o método proposto indica uma mudança para a técnica preventiva tanto na estiradeira como na dobradeira.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção; Criticidade; Calhas.

CRITICAL ANALYSIS OF THE EQUIPMENT OF A RAIN GUTTER PRODUCTION LINE

ABSTRACT: It is known that measuring the criticality of a component or system allows

maintenance managers to perform actions with higher effectiveness. The choices of maintenance techniques and strategies are facilitated when the understanding of the criticality level is well established. However, establishing parameters to determine the criticality of equipment is not simple. Some factors such as safety, quality, environmental and economic impacts, in addition to operational functions, are commonly applied as criticality measurement parameters. The objective of the study is to carry out data collection and assess the criticality, through a modified methodology suggested by the Japan Institute of Plant Maintenance, of equipment within the production process of rain gutters in a small metallurgical plant, located in a city in Vale do Jaguaribe, Ceará. The process line consists of three pieces of equipment: a stretcher, a guillotine and a bending machine. The measured criticality must be applied in order to indicate the most adequate maintenance technique. Currently, the company only applied corrective maintenance. However, the proposed method indicates a change to the preventive technique in both the stretcher and the bending machine.

KEYWORDS: Maintenance; Criticality; Gutters.

1 | INTRODUÇÃO

Com a evolução dos meios produtivos e com as revoluções industriais, a manutenção surge como componente importante a ser analisado nas cadeias produtivas. Kardec e Nascif (2012) segregam a evolução histórica da manutenção, observando os objetivos e técnicas empregadas, em quatro gerações. A partir da análise evolutiva, pode-se afirmar que a manutenção subverteu seu caráter operacional e passou a representar um caráter estratégico nos meios produtivos, ou seja, compondo um papel essencial no funcionamento das linhas produtivas e nos resultados organizacionais (LIMA, 2021).

Portanto, pode-se afirmar, em outras palavras, que a manutenção atua como uma função estratégica quando aplicada a um sistema ou processo, agregando valor ao produto final. Isso se dá quando as empresas buscam, em seus departamentos de manutenção, resultados positivos de desempenho do sistema produtivo, garantindo, assim, ganhos de produtividade, qualidade e, conseqüentemente, redução de custos ligados à manutenção propriamente dita.

Segundo Figueiredo (2019), a quarta geração da manutenção pode ser caracterizada pelo aprofundamento e surgimento de novas técnicas de análise e gestão que visam aumentar a confiabilidade e disponibilidade dos componentes e equipamentos. Nesse contexto surgem as técnicas de manutenção centrada em confiabilidade (MCC). Lima Júnior (2019) afirma que o principal objetivo da MCC consiste em garantir a perfeita funcionalidade dos componentes ou equipamentos tendo em vista a redução dos custos associados à manutenção, aumentando assim a confiabilidade e disponibilidade.

Também conhecida por RCM - *Reliability Centered Maintenance* - essa técnica visa determinar o que deve ser feito em um processo para assegurar que qualquer ativo que o constitui continue em pleno funcionamento, realizando corretamente as operações que lhe foram previamente designadas. Para tanto, analisa-se as funções e padrões de

desempenho do sistema, ou seja: de que forma ocorre a falha, o que causa cada falha, o que acontece quando ocorre a falha e o que deve ser feito para preveni-la.

Para Marques et al. (2006) o nível de criticidade de um equipamento pode ser definido pelo grau de complexidade na manutenção das avarias ou pela dificuldade de acesso para eventual ação corretiva. Helmann (2008) denota a importância de mensurar os níveis de criticidade, que expressam a relevância de cada equipamento dentro do processo produtivo, levando em consideração fatores como segurança, qualidade, impactos ambientais e econômicos, além de funções operacionais.

A correta classificação da criticidade de um componente ou sistema permite que os gestores da manutenção possam executar ações de eficácia mais elevada. Dentre essas ações está a escolha das técnicas de manutenção mais adequadas para cada equipamento visando a otimização da distribuição dos recursos e a conseqüente diminuição dos custos envolvidos no processo de manutenção (MICHELON, 2019).

A problemática deste trabalho trata da produção de calhas para canalização de chuva em uma metalúrgica de pequeno porte, localizada em uma cidade no Vale do Jaguaribe, Ceará. Tal processo produtivo é dividido, basicamente, em três etapas, sendo elas as operações de estiramento, corte e dobramento, respectivamente.

Haja vista que se trata de uma empresa de pequeno porte e de recente inserção no mercado, é perceptível a presença de alguns problemas relacionados, principalmente, ao setor de manutenção. Destacam-se, em especial, questões relacionadas à falta de aplicação de metodologias de manutenção de qualidade, a julgar pelas falhas potenciais e funcionais decorrentes do desalinhamento, afiação do corte e material utilizado na matriz do dobramento, acarretando, assim, em perdas consideráveis de produtividade ao longo do processo de fabricação das calhas.

Levando-se em consideração a atual situação da empresa, é de imprescindível importância que seja estabelecido o nível de manutenção de todo o processo. Além de avaliar o grau de criticidade que cada equipamento possui dentro do processo produtivo, é necessário a implementação de políticas de manutenção adequadas e eficientes (MELLO NETO, PERES E CARDOSO, 2011). Uma vez que o empreendimento faz uso somente de manutenção corretiva, a implementação dessas políticas surge como um caminho a se seguir, objetivando-se a implementação da manutenção preventiva. De acordo com Mello Neto, Peres e Cardoso (2011, p. 2):

O método de manutenção a ser empregado, para que a integração com o negócio seja efetiva, deverá ser formado por um conjunto de passos bem definidos, os quais precisam ser seguidos de forma rigorosa para responder às solicitações dos diversos processos e garantir os objetivos desejados, bem como mostrar resultados ao corpo diretor da empresa.

Diante disso, o presente trabalho objetiva fazer um levantamento dos dados da metalúrgica em questão, com a finalidade de determinar a criticidade dos equipamentos

e definir estratégias de manutenção adequadas. Além disso, visa criar um plano de ação para otimizar o processo, a fim de aumentar a produtividade e reduzir os custos inerentes à fabricação das calhas, pois verificou-se que, paradas na produção resultaram na não fabricação de, em média, 25 calhas. Isso evidencia, portanto, a importância da implementação de uma metodologia de manutenção de qualidade.

A divisão dos conteúdos desse trabalho se dá da seguinte forma: o tópico 2 apresenta definições e explicações sobre os principais termos utilizados ao longo do trabalho, o tópico 3 aborda a metodologia aplicada para resolução do problema em questão, o tópico 4 apresenta os resultados obtidos e suas discussões, o tópico 5 expõe algumas conclusões e considerações finais e, por fim, o tópico 6 apresenta as referências bibliográficas utilizadas para produção do trabalho.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Engenharia e gestão de manutenção

Atualmente, com o aumento da produtividade, a forma como é vista a manutenção tem mudado e isto se deve ao fato da crescente demanda na produção e pelo aumento da competitividade no mercado. Portanto, é desejável que os equipamentos possuam a maior disponibilidade possível, ou seja, o maior tempo operante (MARQUES et al., 2006). Para tanto, um plano de manutenção deve ser pensado e executado de forma ótima, a fim de ter as menores perdas possíveis, reduzindo as paradas para manutenção e, conseqüentemente, aumentando a produtividade.

Segundo Marques et al. (2006), a engenharia de manutenção trata de evitar apenas a ação de conserto de forma contínua de equipamentos quando ocorrida a falha. No lugar disso, deve-se buscar os problemas básicos que causam a falha, de forma que minimize a convivência com problemas habituais de baixo desempenho para desenvolver manutenibilidade.

Várias são as maneiras de classificar os métodos de manutenção existentes e Lima (2000) faz essa classificação dividindo a manutenção em planejada e não-planejada. A manutenção planejada pode ser definida por atividades que têm o objetivo de detectar, prevenir ou mesmo reduzir erros e falhas em equipamentos. Portanto, a ideia é tentar eliminar, ao máximo, ações de manutenção não programadas, ou seja, imprevistos ou mesmo problemas maiores. Já a manutenção não-planejada consiste na correção de uma falha após esta ter ocorrido. Devido a esse fato, perdas de produção, de qualidade do produto e maiores custos com manutenção, por exemplo, podem ser acarretados. Dentre os vários tipos de manutenção existentes, pode-se dividir em três tipos principais: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

De acordo com a norma ABNT NBR 5462 (1994), manutenção corretiva é a "Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em

condições de executar uma função requerida”. Ou seja, é o tipo de manutenção executada após a falha do equipamento ou quando se nota que seu desempenho está menor que o esperado, objetivando fazer a substituição do mesmo ou reparar danos para que volte às condições normais de trabalho.

Já a manutenção preventiva, segundo a norma ABNT NBR 5462 (1994), é definida como “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”. Portanto, consiste, basicamente, em um controle sobre falhas baseado em tempo e volume de uso, de maneira que seja definido um período de tempo para substituição. Em outras palavras, a manutenção preventiva visa obedecer a um plano de manutenção previamente elaborado, o qual é baseado no monitoramento de equipamentos e processos, estabelecendo intervalos definidos de tempo para troca de componentes para que o equipamento continue funcionando plenamente.

Por fim, a manutenção preditiva é definida como “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 1562, 1994). De forma simples, essa manutenção trata da realização de ensaios, a fim de determinar se o maquinário está próximo ou não da falha, de maneira que seja reduzida a possibilidade de manutenção corretiva, quando necessário. Através da coleta de dados e análise dos mesmos, torna-se possível prever a deterioração dos equipamentos, antecipando possíveis falhas funcionais ou consequências delas. Dentre as variáveis que podem ser utilizadas para coleta dos dados, pode-se citar: temperatura, vibração, análises físicas e químicas. Além da nomenclatura mais usual, a manutenção preditiva também é conhecida como Manutenção sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento (Kardec, 2009).

2.2 MCC E FMECA

A manutenção centrada em confiabilidade (MCC), também conhecida como *Reliability Centered Maintenance* (RCM), surgiu em meados de 1970 e uma de suas primeiras aplicações foi para suprir a necessidade de certificar a nova linha de aeronaves Boeing 747. À medida que se disseminava no setor industrial, passou a assumir novas características e, atualmente, a MCC pode ser definida como uma política de manutenção estruturada para selecionar as atividades de manutenção necessárias para manter a disponibilidade e confiabilidade de qualquer processo produtivo, de modo que se reduza ao máximo o LCC (*Life Cycle Cost* ou Custo do Ciclo de Vida do Ativo).

Fogliatto e Ribeiro (2009), trazem outra definição para esse conceito. Para eles, a MCC pode ser definida como um programa que reúne várias técnicas de engenharia para assegurar que os equipamentos de uma planta fabril continuarão realizando as funções

especificadas. À vista disso, a aplicação da MCC permitiu a várias empresas alcançar a excelência nas atividades de manutenção, haja vista que a disponibilidade dos equipamentos aumentou e os custos associados a fatores como acidentes, defeitos e reparos em equipamentos e substituições de peças, por exemplo, reduziram consideravelmente.

Portanto, essa técnica é utilizada para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional. Através da análise de funções e padrões de desempenho, determina-se o que é esperado de cada equipamento, as funções que ele deve cumprir e o padrão de desempenho que deve ser mantido durante toda sua vida útil. Além dessa análise, outras questões básicas devem ser contempladas quando se deseja aplicar a MCC: identificação dos modos de falha do equipamento (como ele pode falhar cumprindo sua função), identificação das causas de falha funcional, as consequências da ocorrência de uma falha, de que forma a falha interessa (quando ocorre, o quanto afetará a organização) e, baseado nas possíveis consequências das falhas, o que deve ser feito para preveni-las. Realizando um apanhado geral de todas essas análises, com a aplicação da MCC é possível definir a melhor forma de realizar a manutenção com o intuito de prevenir a falha ou, pelo menos, minimizar as perdas decorrentes dela.

Entretanto, para implementar a estratégia de MCC é fundamental aplicar a técnica de FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* ou Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos). Essa é uma técnica de confiabilidade e, segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), possui 3 objetivos principais: (i) reconhecer e avaliar as falhas potenciais que podem surgir em um produto ou processo, (ii) identificar ações que possam eliminar ou reduzir a chance de ocorrência dessas falhas, e (iii) documentar o estudo, criando um referencial técnico que possa auxiliar em revisões e desenvolvimentos futuros do projeto ou processo.

A FMEA é uma técnica mais ligada ao aspecto qualitativo, fornecendo informações que servem, basicamente, para chamar a atenção relativa aos modos de falha com efeitos importantes ao nível da severidade, capacidade de detecção, manutenibilidade e segurança (PEDROSA, 2014). Diante disso, algumas variantes desse método que apresentam aspectos mais abrangentes surgiram. Entre eles, pode-se citar a FMECA.

A FMECA (*Failure Modes effects and criticality analysis*), trata da análise dos modos, efeitos e criticidades das falhas. Diferentemente da FMEA, a FMECA inclui o que se denomina como análise crítica (CA - *Critically Analysis*), que é um método quantitativo utilizado para classificar os modos de falha, considerando, também, suas probabilidades de ocorrência. Ou seja, a FMECA pode ser tratada como uma extensão da FMEA, pois, além de fornecer as mesmas informações obtidas pela metodologia FMEA, proporciona ainda informações quantitativas ou dados capazes de serem mensuráveis.

A análise de criticidade proporcionada pela FMECA permite atribuir um grau de importância a cada um dos modos de falha identificados pelo FMEA, classificando-os em: (i) crítico, (ii) potencialmente crítico ou (iii) não crítico (PEDROSA, 2014). Portanto, pode-se estimar quantas vezes cada componente do sistema irá falhar, usando o histórico de

falhas reais, para, em seguida, calcular quantas vezes todo o sistema irá falhar. Ademais, com esses dados é possível identificar quais componentes ou equipamentos tendem a ser menos confiáveis, necessitando de monitoramento mais frequente e da elaboração de um plano de manutenção adequado, permitindo a plena aplicação da MCC, e, por consequência, aumentando a confiabilidade dos equipamentos ou sistemas analisados.

2.3 Calhas de drenagem pluvial

De acordo com a norma ABNT NBR 10844 (1989), a calha pode ser definida como “canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino”. Em relação às suas características geométricas, as calhas podem ser classificadas em: calha de beiral, calha de platibanda, calha chalés ou calha água-furtada. De acordo com Silva (2016), as características das calhas irão variar de acordo com alguns critérios, dentre os quais pode-se citar o tipo da telha, a queda d’água, o comprimento e a estrutura do local. Entre suas principais aplicações estão a proteção contra alguns agentes como umidade excessiva, mofo, apodrecimento e alagamentos, haja vista que as calhas, como já mencionado, recolhem a água de um local e conduzem para outro destino, evitando danos severos.

Além das várias características descritas anteriormente, os materiais mais utilizados na fabricação de calhas são aço galvanizado, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio, PVC rígido, fibra de vidro e concreto ou alvenaria. Já os aspectos relacionados ao dimensionamento podem ser consultados com maior detalhe na norma NBR 10844 de 1989.

Quanto à fabricação, três etapas básicas são seguidas: estiramento, corte e dobramento. Para a primeira operação, a matéria prima que será utilizada é fornecida no formato de bobinas, as quais podem ser comercializadas com uma massa de 200 kg ou até superior. Em seguida, as chapas que constituem as bobinas são posicionadas em uma estiradeira. Esse equipamento pode ser automático ou semiautomático e, após posicionar as chapas sobre ele, deve-se definir as especificações das calhas para que o processo seja iniciado.

O estiramento conduz as chapas até uma guilhotina e o processo de corte em diferentes tamanhos é realizado, estando essa etapa relacionada às dimensões da máquina utilizada. A depender do equipamento, as estiradeiras podem apresentar diferentes dimensões, como é o caso de alguns modelos automáticos, que podem produzir calhas com até 15 metros de comprimento. Por fim, na etapa de dobramento, uma máquina de sistema hidráulico, conhecida como dobradeira, inicia o trabalho de dar forma ao material, de modo que após definidos os parâmetros para o modelo que se deseja fabricar, vários dobramentos são realizados e a calha é formada.

3 I METODOLOGIA

A avaliação da criticidade dos equipamentos envolvidos na linha de produção do presente estudo terá como base a metodologia proposta pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* - JIPM (1995). Essa metodologia leva em consideração parâmetros de mensuração da criticidade (Tabela 1) e um algoritmo de decisão (Figura 1). Os parâmetros de mensuração da criticidade foram modificados para melhor se adequar ao processo produtivo em foco.

CRITICIDADE				
SIGLAS	PARÂMETROS	ALTA (A)	MÉDIA (B)	BAIXA (C)
SA	Segurança e Meio Ambiente	Acidentes pessoais, agressões ao meio ambiente e danos materiais	Exposição a riscos de acidente ao meio ambiente ou do patrimônio	Nenhum Risco
QP	Qualidade e Produtividade	Produtos com defeito, redução da velocidade e da produção	Variação da Qualidade ou da Produtividade	Não afeta
OP	Oportunidade de Produção	Cessa todo o processo	Cessa parte do processo	Não afeta
TO	Taxa de Ocupação	24 horas por dia	Dois turnos ou horário administrativo	Ocasionalmente ou não faz parte da linha de produção
FF	Frequência de Falha (falha / mês)	$FF > 10$	$10 \geq FF > 3$	$FF \geq 3$
MT	Mantenabilidade (MTTR)	$MTTR \geq 1 \text{ h}$	$1 \text{ h} > MTTR \geq 30 \text{ min}$	$MTTR < 30 \text{ min}$

Tabela 1: Parâmetros de Mensuração da Criticidade

Siqueira (2009) define cada uma das classes de criticidade apresentadas pelo JIPM da seguinte forma:

- Classe A: Equipamento altamente crítico, sendo fundamental uma política de manutenção preventiva com o uso de técnicas preditivas e preventivas, focadas na redução de falhas e custos utilizando metodologias de manutenção centrada na confiabilidade (MCC) ou análise do modo, efeito e criticidade das falhas (FMECA);
- Classe B: Equipamento importante ao processo, sendo aceitável a utilização de técnicas de manutenção preventivas. Deve ser incorporado ao processo equi- pes para melhoria e análise das falhas;
- Classe C: Equipamento com baixa relevância ou impacto ao processo, seguindo o uso das técnicas de manutenção corretiva planejada. Realiza-se o monitoramento das falhas focando na redução das recorrências.

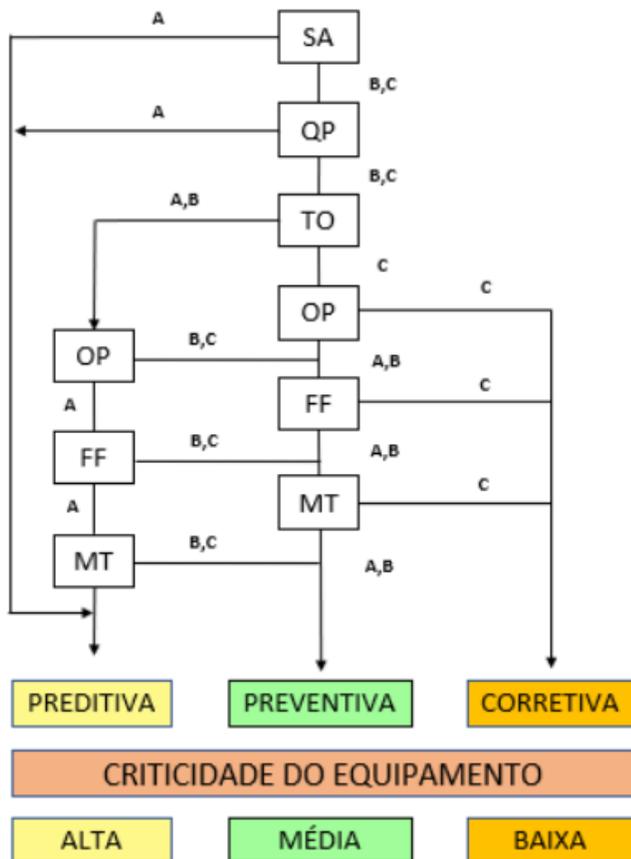


Figura 1: Fluxograma de Decisão para a Criticidade

Portanto, após a análise dos parâmetros e da decisão do nível de criticidade de cada equipamento, um plano de ação será traçado a fim de definir o tipo de manutenção mais adequada. Ademais, o plano deve contemplar também sugestões de mudança operacional e/ou de maquinário visando a redução do custo de refugo e retrabalho. As medidas serão selecionadas tendo em vista uma relação melhoria/esforço maximizada, dado que a pequena empresa detém um poder financeiro bastante limitado.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo a versão modificada da metodologia proposta pelo JIPM (Tab. 1) o nível de criticidade foi avaliado em cada equipamento da linha de produção. A Tabela 2 apresenta a classificação em cada quesito da análise de criticidade e o tipo de manutenção sugerido para a estiradeira, com base no fluxograma de decisão (Fig. 1). Os principais problemas observados neste equipamento estão relacionados à falta de alinhamento

durante o processo de estiramento das bobinas, que contém a matéria prima de fabricação das calhas. Este problema acarreta a dificuldade de obtenção de perpendicularidade na seção de corte, gerando cortes fora do padrão e, conseqüentemente, refugo de calhas. Portanto, o mecanismo de alinhamento demonstra-se ineficiente. Além disso, o sistema de alinhamento provoca também deformações laterais nas chapas podendo deteriorar o acabamento final da peça. Tendo em vista a forma de operação e os principais problemas, a análise dos critérios de criticidade é realizada.

Com base nos problemas, pode-se concluir que a estiradeira apresenta baixos riscos ambientais e de acidente. Portanto, o critério de segurança e meio ambiente foi classificado como de baixa criticidade. Posteriormente, partindo para a análise de qualidade e produtividade, denotamos que a falta de esquadro juntamente com a deformação lateral das chapas, podem prejudicar a produtividade e a qualidade do produto final. Portanto, concluiu-se que a estiradeira, no quesito produtividade e qualidade, apresenta uma criticidade média.

A criticidade do quesito de oportunidade de produção foi definida como alta tendo como perspectiva que o ciclo produtivo é curto e fortemente interligado, ou seja, o tempo de processamento em cada equipamento é pequeno e, portanto, são altamente interdependentes. Já a criticidade relacionada à taxa de operação está diretamente ligada ao período de tempo em que os equipamentos estão em funcionamento. Haja vista que a empresa pratica um regime de trabalho de oito horas diárias, a criticidade desse quesito foi definida como média.

Com base nas observações, notou-se que a frequência média de falha da estiradeira era inferior à uma falha mensal. Portanto, no quesito frequência de falha, a estiradeira apresenta uma criticidade baixa. Além disso, com vistas ao histórico, percebeu-se que o tempo médio para reparar as falhas era de 45 minutos. Assim, pode-se concluir que, no quesito manutenibilidade, a estiradeira apresenta uma criticidade média.

Tomando a definição da criticidade de cada quesito justificada anteriormente, o diagrama de decisão para a estiradeira é aplicado (Fig. 1). É possível concluir que, de maneira geral, a estiradeira apresenta uma criticidade média nesse processo produtivo, logo, a modalidade de manutenção sugerida é a manutenção preventiva.

Estiradeira				
Parâmetros de Criticidade	Qualitativo	SA	C	Preventiva
		QP	B	
		OP	A	
		TO	B	
	Quantitativo	FF	C	
		MT	B	

Tabela 2: Análise de Decisão de Criticidade da Estiradeira

De forma similar, a Tabela 3 apresenta a classificação para cada quesito sugerido e a escolha do tipo de manutenção para a guilhotina, que pode ser obtido por meio do caminho proposto pelo fluxograma na Figura 1. O principal problema encontrado neste equipamento está relacionado à sua afiação, pois durante o processo de fabricação de calhas a guilhotina tem a função de realizar a separação das peças que estão sendo produzidas. Portanto, mediante seu objetivo no processo, a falta de afiação fará com que o material apresente pequenas deformações nas bordas onde acontece o corte, saindo de forma imperfeita e, então, necessitando ser substituído posteriormente.

Mediante o exposto, pode-se concluir que este equipamento apresenta baixos riscos quanto ao ambiente e a segurança e, portanto, neste quesito foi definido como de baixa criticidade. Seguidamente, partindo para a análise de qualidade e produtividade, observou-se que o problema devido à falta de afiação acarretaria na variação de qualidade e produção, devido ao desgaste da ferramenta. Desta forma, foi concluído que a guilhotina, quanto ao parâmetro de produtividade e qualidade, apresenta criticidade média.

De forma análoga à operação de estiramento, a criticidade do quesito de oportunidade de produção foi definida como alta tendo como perspectiva que o ciclo produtivo é curto e fortemente interligado, ou seja, o tempo de processamento em cada equipamento é pequeno e, portanto, são altamente interdependentes. De forma similar, as mesmas considerações em relação à taxa de operação podem ser feitas, por estar diretamente ligada ao período de tempo em que os equipamentos estão em funcionamento. Tendo em vista que a empresa pratica um regime de trabalho de oito horas diárias, a criticidade desse quesito foi definida como média.

Com base nas observações, notou-se que a frequência de falha média da guilhotina era, aproximadamente, igual à duas falhas mensais. Então, no quesito frequência de falha, a estiradeira apresenta uma criticidade baixa. Além disso, com vistas ao histórico observou-se que o tempo médio para sanar as falhas era de 15 minutos. Diante disso, pode-se concluir que, no quesito manutenibilidade, a estiradeira apresenta uma criticidade baixa.

Tomando a definição da criticidade de cada quesito justificada anteriormente, o diagrama de decisão para a guilhotina é aplicado (Fig. 1) e conclui-se que, de modo geral, este equipamento apresenta uma criticidade baixa nesse processo produtivo e, assim, a modalidade de manutenção sugerida é a manutenção corretiva.

Guilhotina				
Parâmetros de Criticidade	Qualitativo	SA	C	Corretiva
		QP	B	
		OP	A	
		TO	B	
	Quantitativo	FF	C	
		MT	C	

Tabela 3: Análise de Decisão da Criticidade da Guilhotina

De forma análoga, a Tabela 4 apresenta a classificação para cada quesito de criticidade sugerido e a escolha do tipo de manutenção para a dobradeira, obtido por meio do fluxograma de decisão (Fig. 1). A falha principal nesse equipamento está relacionada ao desarranjo do gabarito de dobra. Essa falha se caracteriza pela não uniformidade dimensional no processo de dobramento, em decorrência de deslocamento ou má posicionamento, e/ou também pela fratura do gabarito que é fabricado em madeira. Baseando-se na forma de operação e nos principais problemas, a análise dos critérios de criticidade é realizada.

Tendo em vista a potencial fratura do gabarito, pode-se concluir que a dobradeira expõe o operador a riscos de acidente. Portanto, o critério de segurança e meio ambiente foi classificado como de média criticidade. Além disso, dado que o eventual deslocamento do gabarito pode acarretar conformação incorreta e não uniformidade dimensional, define-se a criticidade para o quesito produtividade e qualidade como sendo média.

Ademais, a criticidade do quesito de oportunidade de produção foi definida como alta tomando como base as mesmas considerações descritas anteriormente. De forma análoga, as mesmas considerações em relação à taxa de operação podem ser feitas e, com isso, a criticidade no quesito taxa de operação é definida como média.

Com base nas observações, notou-se que a frequência média de falha da dobradeira era de 19 falhas mensais. Portanto, no quesito frequência de falha, a dobradeira apresenta uma criticidade alta. Além disso, com vistas ao histórico, avaliou-se que o tempo médio para sanar as falhas era de 15 minutos. Assim, pode-se concluir que, no quesito manutenibilidade, a dobradeira apresenta uma criticidade baixa.

Tomando a definição da criticidade de cada quesito justificada anteriormente, o diagrama de decisão para a dobradeira é aplicado (Fig. 1) e conclui-se que, de maneira geral, a dobradeira apresenta uma criticidade média nesse processo produtivo e, portanto, a modalidade de manutenção sugerida é a manutenção preventiva.

Dobradeira				
Parâmetros de Criticidade	Qualitativo	SA	B	Preventiva
		QP	B	
		OP	A	
		TO	B	
	Quantitativo	FF	A	
		MT	C	

Tabela 4: Análise de Decisão da Criticidade da Dobradeira

51 CONCLUSÃO

Conforme a estratificação dos dados adquiridos, a análise proposta da criticidade indica técnicas de manutenção distintas daquelas adotadas atualmente na empresa. Apesar de realizadas ações de manutenção do tipo corretiva, faz-se necessário uma reformulação no plano de manutenção vigente de dois dos equipamentos presentes na planta fabril da

empresa analisada, a estiradeira e a dobradeira.

De acordo com o fluxograma e a tabela de criticidade, nota-se que esperar que a falha ocorra para só então realizar a substituição de componentes nas máquinas de trabalho, como é realizado atualmente na empresa, não se caracteriza como o método mais eficaz de manutenção. Essa conclusão foi obtida levando em consideração fatores como segurança, produção, horas de trabalho e taxa de falha e, portanto, um plano de ação adequado às necessidades do sistema produtivo deve ser elaborado e efetivado para aumentar a disponibilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, contribuir para o aumento de produtividade.

Dentre as características de um plano de manutenção preventiva, pode-se destacar o monitoramento dos equipamentos ainda em pleno funcionamento para avaliar suas condições e, assim, detectar sinais de desgastes e outras avarias, realizando a intervenção e aplicando técnicas de manutenção condizentes antes da ocorrência de falhas. Apesar dos custos associados à elaboração de um plano de manutenção, a empresa terá muitos benefícios. Para a metalúrgica analisada, realizando, por exemplo, a substituição do material dos gabaritos por um mais resistente e adotando técnicas de fixação apropriadas, provavelmente haverá redução de falhas durante o dobramento, produzindo calhas mais uniformes. Isso aumentaria a produtividade da empresa e reduziria os desperdícios com matéria prima, devido à conseqüente redução na quantidade de refugo ou retrabalho nas calhas defeituosas.

É importante destacar que o banco de dados apresentado pela empresa, contendo as principais falhas e suas causas, era bastante limitado e não seguia uma formatação padronizada, resultando em grande dificuldade para a produção do presente trabalho. Logo, é aconselhável uma melhoria no banco de dados responsável pelo armazenamento das informações relativas às operações de manutenção, a fim de facilitar análises futuras.

Como explicado em momentos anteriores, metodologias como FMEA e FMECA são exemplos simples de serem aplicados e que podem acarretar em conseqüências positivas e importantes para a empresa. Ou seja, um plano de manutenção bem elaborado e implementado pode impactar fortemente uma empresa de pequeno porte e recém inserida no mercado, contribuindo para a melhoria da excelência de serviços e qualidade dos produtos fabricados, bem como reduzindo os custos com manutenção e garantindo maior disponibilidade dos equipamentos constituintes do processo de produção de calhas. Diante disso, pode-se concluir que o presente estudo foi capaz de alcançar os objetivos previamente definidos, contribuindo para o engrandecimento dos autores em relação aos conhecimentos relativos à manutenção de equipamentos industriais e apresentando a empresas de pequeno porte alternativas de crescimento associadas às operações de manutenção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, p. 7. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, p. 2. 1989.

Calhas e rufos: entenda as diferenças entre os dois materiais. Construct. Disponível em: <https://constructapp.io/pt/tudo-sobre-calhas-e-rufos/#:~:text=Normalmente%2C%20as%20calhas%20s%C3%A3o%20produzidas,aspectos%20do%20local%20de%20instala%C3%A7%C3%A3o> Acesso em: 29 mar. 2021, às 21:40

FIGUEIREDO, Ellan Pessoa. **Desenvolvimento de um sistema de gestão de equipamentos médico-hospitalares e leitos para estabelecimentos de assistência à saúde**. 2019. 70 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Biomédica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. 1. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2009. 288 p. ISBN 8535233537.

HELMANN, Kurtt Schamne. **Uma sistemática para determinação da criticidade de equipamentos em processos industriais baseada na abordagem multicritério**. 2008. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008.

Japan Institute for Plant Maintenance (JIPM). **600 Forms Manual**. Japão, 1995.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: função estratégica**. 5. ed. [S. l.]: Qualitymark, 2012. 584 p. ISBN 8541403629.

LIMA, Rayane Araújo. **Aplicação do método FMEA para revisão das estratégias de manutenção de equipamentos médicos adotadas em um hospital**. 2021. 121 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Ceará, Russas, 2021.

LIMA, R.S. **TPM: Total Productive Maintenance**. Curso de Formação de Multiplicadores. Belo Horizonte: Advanced Consulting & Training, 2000.

LIMA JÚNIOR, Djalma Rodrigues. **Manutenção centrada na confiabilidade**. 2019. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

Linhas de Produtos do Grupo Pizzinatto. Grupo Pizzinatto. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/p/grupo-pizzinato> 14001 1 Acesso em: 29 mar. 2021, às 21:32

MARQUES, Armando; MARÇAL, Rui Francisco Martins; BARRETO NETO, Aurélio Azevedo; PILATTI, Luiz Alberto. Os principais equipamentos utilizados nas empresas de beneficiamento de mármore e granito, suas funções e importância no processo. **Anais do XIII SIMPEP**, Bauru, 2. sem. 2006. Supl. 1. Trabalho apresentado no XIII SIMPEP, 2006, [Bauru, SP].

MELLO NETO, Francisco de Castro; PERES, Mayara Lima; CARDOSO, Idelcio Alexandre Palheta. Os principais equipamentos utilizados nas empresas de beneficiamento de mármore e granito, suas funções e importância no processo. **Anais eletrônicos do encontro nacional de engenharia de produção**, Belo Horizonte, 16. ed. 2. sem. 2011. Supl. 1. Trabalho apresentado no XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, [Belo Horizonte, MG].

MICHELON, Éden Carlos. **Gestão da Manutenção: Análise da criticidade em equipamentos de uma indústria no sudoeste do Paraná**. 2019. 56 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019.

PEDROSA, Bruno Miguel Martins. **Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA) aplicada a um Secador Industrial**. 2014. 98 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2014.

SILVA, Milena do Vale. **Plano de Negócio de uma Empresa de Fabricação de Calha– Estudo de Caso**. 2016. 80 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gerenciamentos de Obras) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

SIQUEIRA, Iony Patriota. **Manutenção centrada na confiabilidade**: Manual de implantação. [S. l.]: Qualitymark, 2005. 408 p. ISBN 8573038802.

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

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED MECHANICAL ENGINEERING

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED MECHANICAL ENGINEERING