



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
BAHIA, CAMPUS JEQUIÉ**

HELOÍSA FONTES BISPO

**ANÁLISE DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA  
EMPACOTADORA DE AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE JEQUIÉ (BA) POR  
MEIODA METODOLOGIA DMAIC**

Jequié- BA

2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
BAHIA, CAMPUS JEQUIÉ**

HELOÍSA FONTES BISPO

**ANÁLISE DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA  
EMPACOTADORA DE AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE JEQUIÉ (BA) POR  
MEIODA METODOLOGIA DMAIC**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à disciplina de TCC, aos docentes Fabiano Borges e Rita Queiroz como requisito parcial para conclusão do curso.

Orientador(a): Dr<sup>a</sup>Olandia

LopesCoorientador: Esp.Arthur

Franç

2024

## RESUMO

Considerando o cenário competitivo entre as empresas devido à geração de novas tecnologias para melhoria de desempenho de equipamentos, tem se tornado cada vez mais desafiador a gestão dos ativos nas fábricas. As indústrias alimentícias buscam adotar estratégias para aumentar a produtividade e disponibilidade do maquinário, bem como reduzir custos com manutenção. Este trabalho tem como objetivo analisar a gestão da manutenção em uma indústria empacotadora de açúcar no município de Jequié (BA), visando implementar técnicas de planejamento e controle da manutenção (PCM). A pesquisa consiste no tipo exploratória e a metodologia aplicada trata-se do DMAIC, do inglês *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*, a fim de implementar o processo de melhoria contínua. O método de pesquisa selecionado consiste no estudo de caso. Na etapa de revisão de literatura foi utilizado o google acadêmico para levantamento de artigos, trabalhos científicos e teses sobre o escopo deste trabalho, entre 2020 e 2024, com a finalidade de verificar as técnicas mais utilizadas para PCM em indústria, sobretudo alimentícia. Houve a aplicação da metodologia *brainwriting* com a participação de uma equipe multidisciplinar para elaborar e aplicar *in loco* um *checklist*, com finalidade de levantamento de informações sobre a gestão da manutenção. Ademais, foi preenchida a FMEA, do inglês *Failure Mode and Effects Analysis*, da máquina que apresentou problemas mais recorrentes na referida indústria (máquina MM-250, marca INDUMAK), com o intuito de avaliar as principais quebras e sugerir recomendações técnicas. A análise estatística aplicada para máquinas MM-250 trata-se do diagrama de Pareto. Constatou-se que a empresa não dispõe de um plano de manutenção preventiva nem de lubrificação. Outro agravante trata-se da inexistência de *checklist* de inspeção. Essa gestão de manutenção ineficiente pode acarretar a redução do tempo de vida útil da máquina, custos excessivos com manutenção corretiva, além de risco de acidentes. Os documentos e procedimentos elaborados neste trabalho visam estabelecer diretrizes básicas relativas à manutenção preventiva para aperfeiçoar a gestão do referido setor, com enfoque na estruturação de técnicas de PCM, especialmente para a máquina com o histórico mais recorrente de quebras (MM-250). O estudo estabeleceu um plano de ação 5W2H, com recomendações técnicas para solucionar as inconsistências identificadas no diagnóstico, bem como a priorização de ações por meio de uma proposta de matriz GUT. Portanto, espera-se que a partir da implementação das técnicas de PCM sugeridas neste trabalho, ocorra uma padronização de ações e início dos registros do setor de manutenção, minimizando panes e falhas nos equipamentos, bem como contribuir com o aumento da disponibilidade do maquinário.

**Palavras-chave:** Manutenção; PCM; Gerenciamento da manutenção; DMAIC; Indústria alimentícia.

## ABSTRACT

Considering the competitive scenario among companies due to the generation of new technologies to improve equipment performance, asset management in factories has become increasingly necessary. Food industries seek to adopt strategies to increase productivity and machinery availability, as well as reduce maintenance costs. This work aims to analyze maintenance management in a sugar packaging industry in the city of Jequié (BA), implementing maintenance planning and control (PCM) techniques. The research is exploratory and the applied methodology is DMAIC, from the English Define, Measure, Analyze, Improve, Control, in order to implement the continuous improvement process. The selected research method consists of the case study. In the literature review stage, Google Scholar was used to survey articles, scientific papers, and theses on the scope of this work, between 2020 and 2024, with the purpose of verifying the most used techniques for PCM in the industry, mainly food. The brainwriting methodology was applied with the participation of a multidisciplinary team to prepare and apply a checklist on site, with the purpose of gathering information on maintenance management. In addition, the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) was completed for the machine that presented the most recurrent problems in the mentioned industry (MM-250 machine, INDUMAK brand), with the objective of evaluating the main breakdowns and technical recommendations. The statistical analysis applied to MM-250 machines is the Pareto diagram. It was found that the company does not have a preventive maintenance or lubrication plan. Another aggravating factor is the lack of an inspection checklist. This inefficient maintenance management can result in a reduction in the useful life of the machine, excessive costs with corrective maintenance, and the risk of accidents. The documents and procedures prepared in this work aim to provide basic guidelines regarding preventive maintenance to improve the management of the mentioned sector, with an approach in the structuring of PCM techniques, especially for the machine with the most recurrent history of breakdowns (MM-250). The study found a 5W2H action plan, with technical recommendations to solve the inconsistencies identified in the diagnosis, as well as the prioritization of actions through a GUT matrix proposal. Therefore, it is expected that from the implementation of the PCM techniques suggested in this work, a standardization of actions and the beginning of maintenance sector records will occur, minimizing panels and equipment failures, as well as contributing to the increase in machinery availability.

**keywords:** Maintenance; PCM; Maintenance management; DMAIC; Food industry.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
1.2	Objetivo geral	
1.2.1	Objetivos específicos	9
1.3	Justificativa	9
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>9</b>
2.1	Definição de manutenção	9
2.2	História da manutenção	10
2.3	Planejamento e controle de manutenção	12
2.4	Gerência da manutenção	13
2.5	Manutenção corretiva	13
2.6	Manutenção preventiva	14
2.7	Manutenção preditiva	15
2.8	Software para gestão da manutenção	15
2.9	Plano de ação 5W2H e matriz GUT	19
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
3.1	Área de estudo e caracterização da empresa	19
3.2	Tipo de pesquisa	20
3.3	Revisão da literatura	20
3.4	Métodos e técnicas de pesquisa	21
3.5	Plano de ação e matriz GUT	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
4.1	Levantamento de estudos concernentes às técnicas de PCM	26
4.2	Diagnóstico do setor de manutenção	31
4.3	Diagrama de Pareto	33
4.4	Não conformidades referentes aos aspectos da NR 12 identificadas nas máquinas MM - 250	34
4.5	Análise FMEA	36
4.6	Matriz GUT	37
4.7	Plano de ação 5W2H	39
4.8	Plano de manutenção preventiva para a máquina MM250	41
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>43</b>

---

<b>7 APÊNDICES</b>	<b>46</b>
<b>Apêndice 1 – <i>Checklist</i> diagnóstico</b>	<b>46</b>
<b>Apêndice 2 – <i>Checklist</i> baseado na NR-12</b>	<b>48</b>
<b>Apêndice 3 – Análise FMEA</b>	<b>50</b>
<b>Apêndice 4 – Plano de Manutenção</b>	<b>53</b>

---

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria no Brasil tem a necessidade de aumento da produtividade, disponibilidade de equipamentos e de redução dos custos utilizados na manutenção, para que o setor possa tornar-se reconhecido e competitivo mundialmente (REIS et al.,2023). Há diversas estratégias utilizadas pelo gerenciamento da manutenção, que visa adotá-las de forma integrada e sistemática, com a finalidade de manter as empresas do ramo industrial sempre competitivas no mercado global atual. A exemplo disto, a manutenção centrada na confiabilidade (MCC) e o planejamento e controle da manutenção (PCM).

A análise e entendimento dos processos produtivos aliados à melhoria contínua pode cada vez mais diminuir as perdas de custos causados pela má gestão da manutenção. Viana (2022) afirma que a manutenção deve ter como base o aproveitamento máximo dos instrumentos de produção, buscando não se limitar apenas na correção de problemas cotidianos, mas, buscar sempre “zero defeitos”. Com base nesta ideia, Garcia et al. (2011) assevera que o PCM (Planejamento e Controle de Manutenção) tem como principal demanda assegurar a disponibilidade e confiabilidade dos ativos (máquinas e dispositivos) para uso no processo fabril, sempre que houver a necessidade.

Os autores Slack et al. (2002) afirmam que o setor de produção deve entender seu papel dentro do negócio, determinando os objetivos de desempenho que definem sua contribuição para a estratégia. A partir desta afirmação, eles deixam claro a importância do setor de manutenção manter-se harmônico e alinhado às suas metas e objetivos, buscando sempre conhecer e seguir o planejamento da empresa na qual está inserido, procurando adotar um cronograma bem elaborado com todas as fases do processo de fabricação, com a finalidade de adequar o setor para que se ajuste às estratégias da companhia.

Viana (2022) afirma que a manutenção industrial foca nos aspectos internos de uma empresa, enquanto o PCM busca organizar e aprimorar, porquanto, esta abordagem sistemática busca preparar as empresas para a inovação contínua a partir da padronização dos processos por meio da aplicação das técnicas de administração da produção para melhoria dos métodos dentro do ambiente fabril.Em algumas empresas, as informações sobre os processos de manutenção que estão



sendo realizados ou uma decisão que precisa ser tomada, ainda são baseadas somente na intuição dos gestores, a ausência de dados e estatísticas poderá resultar em tomadas de decisões erradas.

A gestão da manutenção deve ser orientada por dados e informações confiáveis, possibilitando a tomada de decisões embasadas e a implementação de estratégias de manutenção eficientes. Para isso é necessário adotar ferramentas de controle juntamente com softwares para que haja um planejamento a se fazer e tomar medidas a partir da leitura dos dados fornecidos por cada setor (LUTOSA et al., 2008).

Dessa forma, a aplicação de curva ABC e da matriz GUT com auxílio dos checklists criados para cada equipamento no setor da robótica, auxiliam os gestores de manutenção a tomarem medidas eficientes que não impactem negativamente a produção. Parisi (2020) afirma que a aplicação de indicadores permite a criação de soluções de visualização de dados avançadas que podem ajudar a melhorar a visualização de indicativos de manutenção de equipamentos.

Como forma de evitar falhas inesperadas dentro da produção, um plano de manutenção preventiva em uma empresa do ramo alimentício agrega valor a produção, através da otimização dos serviços de manutenção, reforçando melhores práticas que tangem a redução de parada dos robôs e melhoria no desempenho do maquinário durante o processo de paletização, bem como auxiliar os gestores a tomar decisões assertivas com base nos dados coletados (VIANNA, 2022).

## **1.2 Objetivo geral**

Analisar a gestão do setor de manutenção em uma indústria empacotadora de açúcar no município de Jequié (BA) por meio da metodologia DMAIC visando a implementação de técnicas de planejamento e controle da manutenção (PCM), bem como elencar recomendações técnicas.

### **1.2.1 Objetivos específicos**

- Realizar um diagnóstico das principais não conformidades do setor de manutenção a partir da aplicação de checklists e da técnica brainwriting.
- Avaliar recomendações técnicas com o intuito de solucionar as principais não conformidades no setor de manutenção por meio da elaboração da matriz GUT,

plano de ação 5W2H e FMEA.

- Elaborar plano de manutenção para máquinas empacotadoras MM-250 inseridas no setor de manutenção;

### **1.3 Justificativa**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi motivado pela identificação de diversos problemas críticos enfrentados pelos colaboradores de uma indústria alimentícia no interior da Bahia, no município de Jequié, a qual não possui um sistema de gestão da manutenção, o que ocasiona diversos riscos aos funcionários e um sistema de gestão da manutenção completamente defasado.

A pesquisa buscou investigar quais são os principais problemas do setor de manutenção. A mesma apresenta relevância, pois identificou as causas mais relevantes e a partir disso foi possível traçar recomendações para solucionar o problema.

Considerando que em média 38% das atividades de manutenção são corretivas, sendo assim, é visível a importância da manutenção ser bem estruturada dentro de uma indústria (ABRAMAN (2017)). O presente estudo pode contribuir para que os gestores da manutenção industrial, principalmente os da sucroalcooleira, possam compreender os processos a partir da avaliação do cenário atual ao qual estão inseridos e visualizar melhorias baseadas na implementação de ferramentas de gestão da manutenção, como o PCM (planejamento e controle de manutenção), além de visualizar a possibilidade de melhorias baseadas na implantação de um *software* de gestão da manutenção.

Portanto, este estudo tem o potencial de contribuir com a melhoria do processo produtivo, competitividade da empresa, redução de custos, aumento do tempo de vida das máquinas, mitigação dos riscos ocupacionais e conseqüentemente menor probabilidade de ocorrência de acidentes.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Definição de manutenção**

Durante muitos anos, a administração da manutenção foi vista como uma

obrigação indesejada dentro da gestão de uma organização. Para essas empresas, a manutenção limitava-se a intervenções corretivas de emergência, o que frequentemente resultava em problemas de qualidade dos produtos e em altos custos operacionais. Como resultado, isso compromete a competitividade (SILVA et al., 2020).

A manutenção tem como principal objetivo garantir disponibilidade e confiabilidade aos ativos. Sendo assim, a NBR 5462 (NBR, 1993) que define termos relacionados a confiabilidade e manutenibilidade estabelece que a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

A NBR 5462 (NBR, 1993) afirma que a mantenebilidade é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

## **2.2 História da manutenção**

No final do século XVIII teve início a Revolução Industrial, caracterizada pela criação das primeiras máquinas industriais, como a máquina a vapor, que eram principalmente empregadas nos teares mecânicos, o que proporcionou o início do desenvolvimento industrial, com a implementação de novas indústrias e, posteriormente o setor industrial metal-mecânica, que também ganhou um grande impulso nesta época (CIPOLLA, 2020).

Segundo Viana (2022), o período de impulsionamento da revolução industrial foi também caracterizado pelo momento em que a produção artesanal perdeu espaço para o processo de produção organizada. Foi quando a manutenção industrial começou a surgir, a qual o fabricante do maquinário treinava os novos operários a operar e manter o equipamento, ocupando estes o papel de operadores mantenedores, porém não havia uma equipe específica de manutenção.

De acordo com a perspectiva de Branco Filho (2008), é possível o entendimento que na época de surgimento da manutenção não existiam equipes responsáveis para execução de reparos nas máquinas. As atividades eram baseadas basicamente

em trocas de peças e de lubrificação e, caso surgissem falhas graves, os fabricantes eram acionados a fim de saná-las e aconselhar a equipe em o que fazer para evitar os problemas na mesma, ou seja, uma manutenção baseada em práticas corretivas.

Os estudos realizados por Taylor no século XIX, intitulados como "Princípios de Administração Científica" acerca de tal administração destaca o surgimento do processo de estruturação da produção, e foi nesse mesmo período que iniciou-se o processo de produção em massa. A partir disso, foi crescente a construção e uso de novos equipamentos, com a finalidade de tornar a indústria cada vez mais produtiva. Contudo, a partir da grande variedade e complexibilidade de máquinas, foi observado a necessidade de organização e criação de uma sistemática de ações que possibilitaram o bom funcionamento dos equipamentos.

Vianna (2022) diz que a Segunda Guerra Mundial foi o estopim para o firmamento da manutenção como necessidade absoluta, e a partir de então houve o desenvolvimento de técnicas de organização, planejamento e controle.

Xenos (2014) afirma que a manutenção tem o papel de evitar a deterioração de ativos, tal degradação pode manifestar-se de vários modos, como aparência estética desgastada, ou um simples ruído diferente, chegando até a perda de desempenho, paradas do processo, má qualidade dos produtos fabricados, e, em casos extremos, riscos à segurança dos operadores e das instalações.

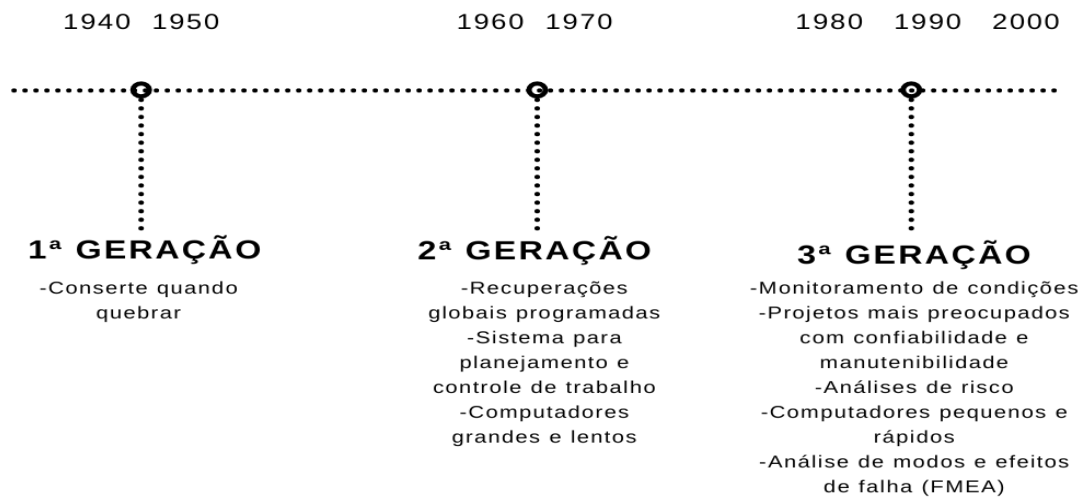
Com todos esses acontecimentos, importantes autores, como Moubrey apud Prá (2008) e Kardec e Nascif (2009) afirmam que a evolução da manutenção se deu em três gerações, conforme Figura 1.

- Primeira geração: período antes da segunda guerra mundial marcada por uma indústria pouco mecanizada, equipamentos simples e na maioria das vezes superdimensionados. A produtividade não era prioritária, logo não havia necessidade de uma manutenção sistematizada; apenas limpeza, lubrificação e reparo após quebra, ou seja, manutenção tipicamente corretiva (KARDEC; NASCIF, 2009).
- Segunda geração: Desde a segunda guerra mundial até os anos 60. As pressões do período da guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produtos, ao mesmo tempo em que o contingente de mão-de-obra industrial diminuiu sensivelmente. Como consequência, nesse período houve forte aumento da mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais. Nota-se a grande necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade, tudo isto na busca da maior produtividade,

surge então a ideia de que falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva (KARDEC; NASCIF, 2009).

- Terceira geração: a partir da década de 70, acelerou-se o processo de mudanças na indústria. A paralisação da produção, que sempre diminuiu a capacidade de produção aumentou os custos e afetou a qualidade dos produtos. Na manufatura, os efeitos dos períodos de paralisação foram se agravando pela tendência mundial de se utilizar sistemas “just-in-time”, onde estoques reduzidos para produção em andamento significavam que pequenas pausas na produção/entrega naquele momento poderiam paralisar a fábrica. Neste período, reforçou-se o conceito de uma manutenção preditiva. A intenção entre as fases de implantação de um sistema projeto, fabricação, manutenção e disponibilidade/confiabilidade torna-se mais evidentes (KARDEC; NASCIF, 2009).

Figura 1 - Evolução das Técnicas de Manutenção.



Fonte: Adaptado de Kardec (2009).

### 2.3 Planejamento e controle de manutenção

O PCM (Planejamento e Controle de Manutenção) é reconhecido como ferramenta essencial, constitui-se em um núcleo estratégico do setor de manutenção. Os seus objetivos se resumem a promover, participar e garantir a confiabilidade e disponibilidade dos ativos, otimizando todos os recursos da

manutenção (CAMPS, 2020).

Garcia et al. (2011) afirma que o PCM tem a responsabilidade de assegurar a disponibilidade dos ativos utilizados nos processos produtivos (máquinas e dispositivos), sempre que eles forem exigidos.

O PCM desempenha um papel importantíssimo no que tange ao apoio estratégico vital dentro das empresas, sendo responsável por gerenciar, planejar e programar atividades, coordenar a qualidade dos serviços executados e otimizar os processos vigentes (SILVA, 2022), influenciando na organização e aprimoramento da empresa, enquanto a manutenção industrial se concentra na parte interna, sabendo-se que um PCM eficiente é essencial para conferir competitividade aos produtos em termos de qualidade e preço (ALMEIDA, 2023).

O setor de PCM engloba um “conjunto de ações para preparar, programar e verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e missão da empresa, usando meios disponíveis” (BRANCO FILHO, 2008, p.5).

## **2.4 Gerenciamento da manutenção**

Segundo Martins (2015), o sistema de gestão da manutenção deve promover a redução de custos, baseando-se em planos de manutenção devidamente elaborados e tendo em vista os lucros da empresa, controle de ferramentas e materiais e acesso aos equipamentos.

O referido autor afirma que o planejamento da manutenção é extremamente importante, pois é nele que são definidas as ações de preparação e enumeração de todos os recursos necessários à execução do trabalho, definindo quando e como realizá-lo.

Ramos e Schrattnner (2020) afirmam que um dos pontos cruciais para um setor de PCM bem estruturado é a informação, com o uso de um bom *software* de gestão da manutenção a coleta de informações tende a ser mais eficaz, permitindo uma boa gestão.

## **2.5 Manutenção corretiva**

A manutenção corretiva acontece após a ocorrência da falha e ocasiona parada total ou parcial do equipamento (BRANCO, 2016). Bem-Daya et al. (2009) afirma que este

tipo de manutenção surgiu pouco antes dos eventos da Segunda Guerra Mundial e foi alimentada pelas grandes transformações ocorridas na indústria, graças a revolução industrial e aos estudos de produtividade promovidos por Taylor, que viriam a revolucionar o cenário industrial da época. Ele afirma também que a manutenção corretiva trata-se de uma ação reativa e historicamente, este tipo de cultura foi o primeiro movimento da área.

A manutenção corretiva pode ser dividida em planejada e não planejada, Otani e Machado (2008) afirmam que a manutenção corretiva planejada ocorre por decisão do gerente de manutenção ou através do acompanhamento do equipamento até a falha. Sendo assim, as atividades e recursos que serão utilizados são organizados de maneira preliminar, havendo também um monitoramento das falhas até a parada total do equipamento. Entre as características deste tipo de manutenção, há altos custos e baixa confiabilidade nos equipamentos, pois geram muitos danos e grande ociosidade.

A manutenção corretiva não-planejada visa corrigir os defeitos do equipamento, sejam eles inesperados ou ocasionais, ou seja, pode ocorrer a qualquer momento, sem uma programação prévia de data e hora e é considerada como manutenção de caráter emergencial (MORO; AURA, 2007).

## **2.6 Manutenção preventiva**

A ABNT 5462 (NBR, 1994) caracteriza a manutenção preventiva como sendo aquela 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, o que é reafirmado por Vianna (2022), quando o mesmo afirma que este tipo de manutenção é todo serviço realizado em máquinas que não estejam em estado de falha, estando assim em condições operacionais ou em estado de zero defeito.

Esta manutenção possui periodicidade prescrita, tal como os procedimentos que serão realizados a fim de mitigar possíveis falhas no equipamento (KARDEC; NASCIF, 2019).

A manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado e é o estágio inicial da manutenção planejada. Ela é responsável por estabelecer paradas periódicas com a finalidade de permitir os reparos programados, assegurando assim o funcionamento perfeito da máquina por um tempo predeterminado (MORO; AURAS, 2007, p.7).

## **2.7 Manutenção preditiva**

Kardec (2019) afirma que a manutenção preditiva são intervenções realizadas a partir da observação de modificações nos parâmetros de condição ou desempenho do ativo, e quando é necessário que ocorra a ação corretiva após as técnicas de monitoramento, tal ação deve ser realizada a partir da manutenção corretiva planejada.

De acordo com a ABNT 5462 (1994), a manutenção preditiva assegura a qualidade desejada do serviço, aplicando sistematicamente técnicas de análise e utilizando meios de supervisão centralizados ou amostrais, com o intuito de minimizar a manutenção preventiva e reduzir a manutenção corretiva.

Este tipo de técnica de manutenção consiste na execução que se fundamenta na alteração de parâmetros de estado ou desempenho, cujo monitoramento segue uma metodologia, seu principal objetivo é prever falhas baseando-se no acompanhamento de parâmetros, buscando o prognóstico da falha a partir de equipamentos e dispositivos habilitados a avaliar de forma confiável o comportamento dos ativos físicos durante seu funcionamento (BALDISSARELLI et al., 2019).

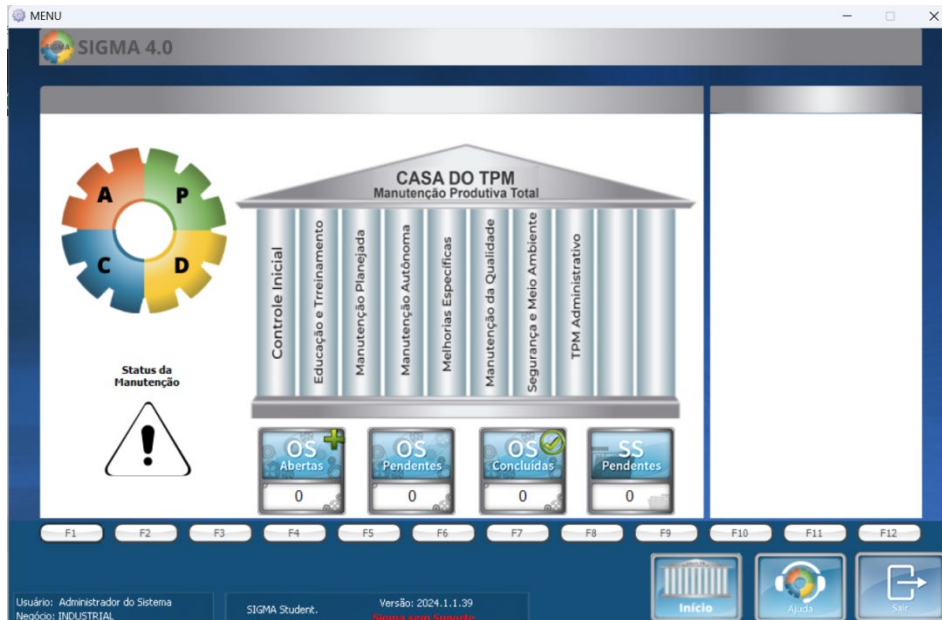
## **2.8 Software para gestão de manutenção**

O Sigma 4.0 – Sistema de Gerenciamento de Manutenção foi lançado no mercado nacional em 01 de maio de 1987, por técnicos e engenheiros especializados em manutenção industrial e foi usado inicialmente no III Pólo Petroquímico, em Triunfo – RS (FEDRICI; ANTHONY NETO, 2022).

O referido software é importante para subsidiar a gestão da manutenção. Um dos benefícios do Sigma diz respeito a acessibilidade da sua interface, esse aspecto é importante, pois tanto os gestores quanto os técnicos poderão utilizar. A Figura 2 demonstra a visualização da tela inicial do aplicativo, em que há várias opções de uso, tais como acesso a treinamentos, planejamento de manutenção, cadastro de ordem de serviço (que é exemplificado na figura 3), cadastro de máquinas e equipamentos, entre outros.



Figura 2 – Tela inicial Sigma 4.0



Fonte : SIGMA 4.0(2024).

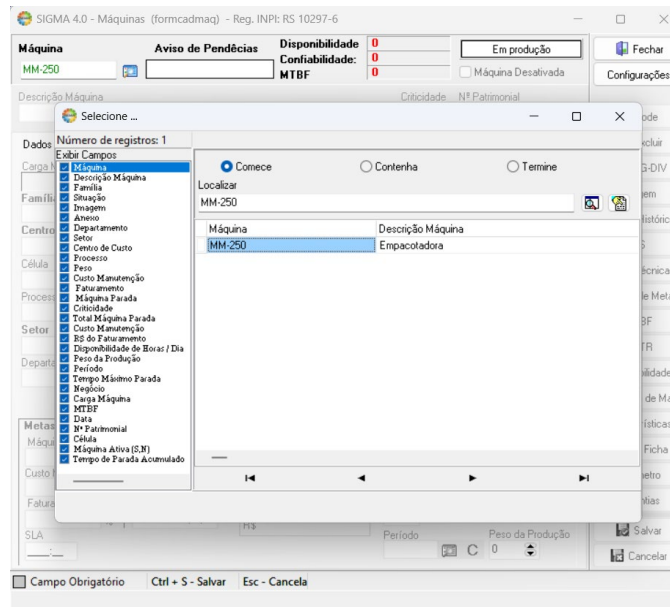
Outra funcionalidade trata-se do cadastro de ordem de serviço, que é fundamental para a gestão do setor de manutenção. A OS é importante, pois organiza e documenta as tarefas a serem realizadas, assegurando a distribuição eficiente dos recursos, e, conseqüentemente fornecendo um histórico para futuras análises e planejamentos.

Figura 3 – Tela de cadastro de ordem de serviço.

Fonte : SIGMA 4.0 (2024).

Na Figura 4 pode-se observar um exemplo de como funciona o cadastro da máquina no SIGMA, em que os dados específicos dos equipamentos são adicionados, além de avisos de pendências, entre outros.

Figura 4 – Tela de cadastro de máquina ou equipamento.



Fonte : SIGMA 4.0 (2024).

Na Figura 5 pode ser observado como funciona o cadastro para relatório de lubrificação. Há várias informações exigidas no registro, entre elas data inicial e final, setor, tag da máquina, entre outros.

Figura 5 – Cadastro de relatório de lubrificação.

Fonte: SIGMA 4.0 (2024).

Na Figura 6, observa-se a aba do SIGMA relacionada à educação e treinamento. Neste espaço são disponibilizados vídeos e biblioteca central para treinamento da equipe de manutenção. Uma pesquisa conduzida por Pitombo (2023) aplicou e realizou testes no referido software, mostrando a facilidade de navegação do mesmo.

Figura 6 – Aba de educação e treinamento SIGMA



Fonte : SIGMA 4.0 (2024).

Luis (2015) afirma que a implementação de um *software* de gestão de manutenção é uma ferramenta sistemática que deve manter o processo e entregar ótimos

resultados, sua implementação exige investimento e comprometimento da equipe de manutenção durante a fase de adaptação e a fase de monitoramento de rotina.

O Sigma 4.0 é uma ferramenta poderosa para melhorar a eficiência, a qualidade e a competitividade na indústria alimentícia. Ela se destaca pela sua adaptabilidade às demandas do ambiente fabril pois permite a automação de processos produtivos, reduzindo a necessidade de intervenção manual e aumentando a eficiência.

Uma pesquisa conduzida por Fedrici e Neto (2022) demonstra de maneira prática que *software* gera relatórios detalhados e análises de desempenho que ajudam na tomada de decisões estratégicas e na identificação de áreas de melhoria dentro da indústria, e, apesar de não ter sido desenvolvido especificamente para as demandas de PCM, pode ser facilmente adaptado.

O *software* possui diversos recursos essenciais para uma gestão eficiente da manutenção dentro do ambiente fabril e para as máquinas avaliadas nesta pesquisa, entre eles estão a gestão das Manutenções corretivas, preventivas e preditivas, tal como relatórios das mesmas, calendários de manutenção programada sincronizados ao calendário do google, de acordo ao plano de manutenção da empresa.

Além desses itens, o *software* conta com módulo de ordem de serviço, com inclusive um item para aprovação da OS, gestão de estoque e custos de manutenção, entre outros. Com a gestão da manutenção automatizada por *software*, é possível organizar o ambiente de produção, evitando perda de tempo e matéria prima e melhorando a padronização dos dados.

## **2.9 Plano de ação 5W2H e matriz GUT**

Soares et al. (2021) afirma que a metodologia 5W2H é utilizada principalmente devido a sua agilidade e versatilidade em variadas situações, como por exemplo a gestão de recursos humanos, gerenciamento de riscos, planejamento de qualidade, entre outros.

A metodologia 5W2H teve sua origem no Japão após o término da Segunda Guerra Mundial e desde então tem sido utilizada por diversos profissionais da indústria automobilística, sendo frequentemente empregada na gestão de projetos, na análise de negócios, no desenvolvimento de planos de negócios, no planejamento estratégico e em outras atividades relacionadas à administração. Sendo assim, a mesma é composta por 5 perguntas originadas do inglês: what(o que?), why(por

que?), who(quem?), when (quando?), where (onde?), how(como?), how much(quanto?) (LISBOA, 2012).

A metodologia GUT (gravidade, urgência e tendência) foi desenvolvida por Kepner e Tregoe em resposta à necessidade de lidar com problemas altamente complexos nas indústrias japonesas e americanas, buscando analisar as adversidades por meio da quantificação, qualificação e identificação de anomalias, uma vez que se percebeu que nem sempre era viável resolver todos esses problemas simultaneamente (KEPNER; TREGOE, 1981).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Área de estudo, caracterização da empresa**

O estudo de caso foi realizado no setor de produção de uma indústria de alimentos localizada no interior da Bahia, no município de Jequié. Esta empresa atende a um nicho voltado ao empacotamento de açúcar grupo 1, classe branco, tipo cristal bruto e moído. A distribuição e comercialização dos produtos fabricados por esta organização abrange diversos municípios do interior da Bahia, bem como outros estados do Brasil há 24 anos.

A empresa dispõe de um maquinário semi-automatizado capaz de produzir em média 110 paletes de açúcar tipo cristal bruto e 90 paletes de açúcar cristal moído em um turno de 9h diárias. No processo produtivo, em cada palete há 1200 pacotes de 1kg. Porém, esta produção só é possível em dias no qual não há um grande número de paradas e falhas nos equipamentos.

#### **3.2 Tipo de pesquisa**

No presente estudo, foi aderida a metodologia de cunho exploratório, na qual, segundo Prodanovi et al. (2008) possui planejamento flexível, o que envolve um levantamento bibliográfico, entrevistas para preenchimento de *checklist* e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Com base nos fundamentos das diretrizes metodológicas de Lakatos(2008), este tipo de pesquisa objetiva alcançar o entendimento referente ao tema em estudo, a partir de técnicas que viabilizam a coleta e análise de dados de forma sistemática e pontual.

A pesquisa exploratória foi escolhida para execução deste estudo, que visa alcançar seus objetivos a partir da coleta, análise de dados e tomada de decisões assertivas e sistemáticas, o que é reafirmado por Nascimento (2016), que diz que as pesquisas exploratórias têm por principal objetivo familiarizar o pesquisador com o problema objeto da pesquisa, para que assim, haja a construção de hipóteses. As pesquisas bibliográficas ou revisão de literatura e os estudos de caso são os exemplos mais conhecidos de pesquisas exploratórias.

### **3.3 Revisão de literatura**

Para levantamento do referencial teórico foi utilizado a base google Acadêmico e foram utilizadas as palavras-chave 'manutenção, PCM, gerenciamento da manutenção e indústria alimentícia' para uma busca de artigos, trabalhos de conclusão de curso e trabalhos técnicos para o período de 2020-2024.

Também foi utilizado como critério de triagem, pesquisas que continham a aplicação das técnicas semelhantes às do planejamento e controle de manutenção utilizadas nesse trabalho.

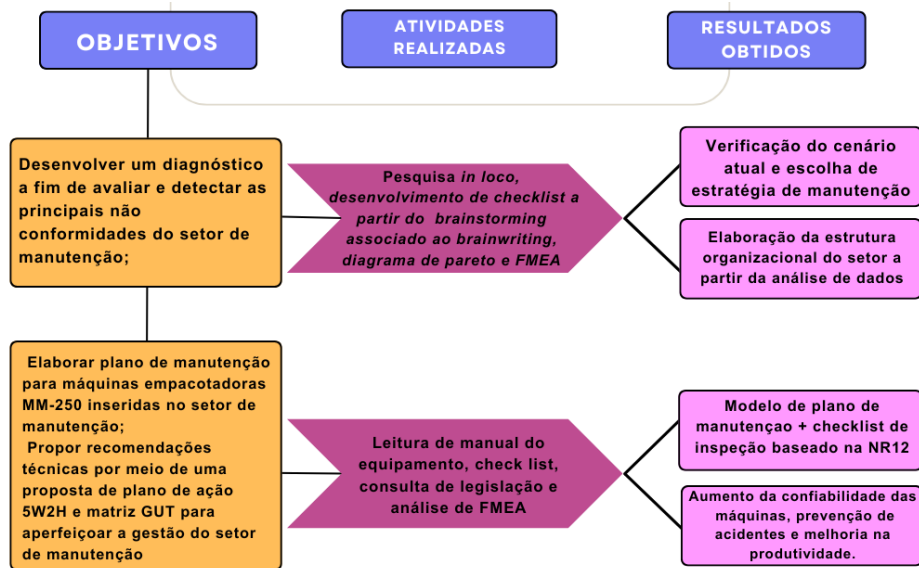
### **3.4 Métodos e técnicas de pesquisa**

Para que seja alcançado o objetivo principal do trabalho, o método de pesquisa escolhido trata-se do estudo de caso de um setor de manutenção de uma empresa empacotadora de açúcar cristal bruto no município de Jequié.

A revisão de literatura foi realizada a fim de obter informações atualizadas sobre a temática. Esse levantamento possibilitou uma base sólida para elaboração da proposta de estruturação de um modelo de planejamento e controle de manutenção de acordo com levantamento bibliográfico e tendências atuais relacionadas ao PCM e à gerência da manutenção.

O fluxograma foi desenvolvido para demonstrar o procedimento metodológico para os objetivos específicos da pesquisa e posteriormente foram traçados os resultados esperados (Figura 7).

Figura 7: Fluxograma da metodologia utilizada e respectivos resultados.



Fonte: autor (2024).

Com base na pesquisa realizada por Falcão (2022), foi desenvolvida a Tabela 3, que visa apresentar as etapas realizadas neste estudo de caso, a partir do emprego da metodologia DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar), que é abordagem estruturada para a resolução de problemas e a melhoria de processos, sendo o procedimento metodológico que a presente pesquisa se baseou.

Na fase de definir foram utilizados os métodos *brainstorming* e *brainwriting*, enquanto para a etapa de mensurar foi aplicado o *checklist* para levantamento de informações do setor, com a finalidade de identificar as principais inconsistências da gestão de manutenção, além do *checklist* de análise de adequação a NR 12 da máquina avaliada. Na etapa de análise, foi realizado o preenchimento da FMEA para o equipamento objeto desta pesquisa (máquina modelo MM-250).

Quadro 1: Procedimento metodológico de aplicação DMAIC

D	M	A	I	C
Definir	Mensurar	Analisar	Melhorar	controlar
<i>Brainstorming</i> ; <i>Brainwriting</i>	<i>Checklist</i> diagnóstico; <i>Checklist</i> de adequação a NR12	Diagrama de pareto; FMEA	FMEA; Plano de manutenção	Plano de manutenção e lubrificação

Fonte: adaptado de Pitombo (2023)

O *brainstorming* associado com o *brainwriting* foram aplicados a fim de levantar os principais problemas mais recorrentes na empresa. A partir dessas informações foi construído o *checklist* para coletar os dados no setor de manutenção.

Para construção do *checklist* de inspeção foi utilizado a revisão bibliográfica somada à consulta ao escopo da NR 12 e a metodologia *brainwriting*, para que fosse possível identificar as principais técnicas e principais tópicos necessários para compor o *checklist* de diagnóstico do setor, visando identificar pontos relacionados a segurança dos colaboradores e a conformidade das normas estabelecidas pela NR12.

A avaliação e tratamento destes dados coletados permitiram identificar as principais causas (48%), que geram os principais problemas (52%), possibilitando a geração do diagrama de pareto para a máquina em estudo, com isso, foi traçado o diagnóstico do setor. Na penúltima fase deste processo, foram selecionadas recomendações técnicas, que constam na planilha FMEA, além de modelos de documentos, tais como plano de manutenção, com cronograma e lubrificação. Além disso, foi estruturado um plano de ação 5W2H com as recomendações para resolução dos problemas identificados associado com a matriz GUT para priorização de tomada de decisão.

A metodologia de análises e avaliações técnicas exemplificadas por Anhesine (2022) foram utilizadas como exemplo a ser seguida, a partir dos objetivos de identificação do setor, que consiste em montar um controle gerencial a partir da avaliação da organização, planejamento e programação, controle de material e inventário, relações interdepartamentais, manutenção preventiva, controle de custos



e controle de carga de trabalho.

Foi elaborado um *checklist* baseado no desenvolvido por Veiga (2023) para diagnóstico do setor, em que foram levantadas as seguintes questões: intervenções de manutenção nos ativos, tal como recorrência de manutenções preventivas, preditivas e corretivas, se no ambiente de manutenção é aplicado indicadores de manutenção, se há avaliações baseadas em riscos, entre outros. Nesta etapa foi realizada a inspeção técnica do setor. O checklist na íntegra consta no Apêndice 1.

Neste trabalho, foi utilizado a técnica FMEA, para construção do plano de manutenção, a qual Kardec et al. (2009) afirma que é um artifício de análise de falhas em potencial, que funciona a partir da documentação das avaliações de tais falhas, com suas respectivas descrições, frequências, gravidades e facilidade de detecção.

O modelo de FMEA selecionado como base para este trabalho foi elaborado por Jardim (2015), para a Universidade Federal de Sergipe, a qual são utilizadas as seguintes tabelas 1,2 e 3 para obtenção de pontuação referentes a gravidade, ocorrência e detecção.

Tabela 1: Etapa de pontuação de gravidade FMEA

GRAVIDADE		
Efeito	Critério: gravidade do efeito	Nota
Perigoso sem aviso	<i>Pode por em risco máquina ou operador. Alta severidade que afeta segurança do veículo ou legislação. Falha ocorre sem aviso/sinal.</i>	10
Perigoso com aviso	<i>Pode por em risco máquina ou operador. Alta severidade que afeta segurança do veículo ou legislação. Falha ocorre com aviso/sinal.</i>	9
Muito alto	<i>Grande interrupção da linha de produção. Possibilidade de 100% do produto ser refugado. Veículo/item sem operação. Perda da função primária. Cliente muito insatisfeito.</i>	8
Alto	<i>Interrupção da linha de produção de menor gravidade. Produção terá que ser inspecionada e parte (menos de 100% do produto) ser refugada. Veículo/item em operação mas com desempenho reduzido. Cliente insatisfeito.</i>	7
Moderado	<i>Interrupção da linha de produção de menor gravidade. Parte da produção (menos de 100% do produto) pode ser refugada. Veículo/item em operação mas com algum item de conforto/conveniência inoperante. Cliente experimenta desconforto.</i>	6
Baixo	<i>Interrupção da linha de produção de menor gravidade. Possibilidade de 100% do produto ser retrabalhado. Veículo/item em operação mas com algum item de conforto/conveniência em operação mas com desempenho reduzido. Cliente experimenta alguma insatisfação.</i>	5
Muito baixo	<i>Interrupção da linha de produção de menor gravidade. Produção terá que ser inspecionada e parte (menos de 100% do produto) ser retrabalhado. Itens de acabamento não em conformidade. Defeito percebido pela maioria dos clientes.</i>	4
Mínimo	<i>Interrupção da linha de produção de menor gravidade. Parte da produção deverá ser retrabalhada na linha mas fora da estação de trabalho. Itens de acabamento não em conformidade. Defeito percebido pelo cliente mediano.</i>	3
Muito mínimo	<i>Interrupção da linha de produção de menor gravidade. Parte da produção deverá ser retrabalhada na estação de trabalho. Itens de acabamento não em conformidade. Defeito percebido pelo cliente mais detalhista.</i>	2
Nenhum	<i>Nenhum efeito.</i>	1

Fonte: Jardim (2015).

Tabela 2: Etapa de pontuação de ocorrência FMEA

OCORRÊNCIA			
Índice	Ocorrência	Proporção	Cpk
1	Remota: falha é improvável. Nunca houve falha com processos quase idênticos	menor que 1 em 1.500.000	1,67
2	Muito baixa: apenas casos isolados de falhas	1 em 150.000	1,5
3	Pequena: apenas casos isolados de falhas	1 em 15.000	1,33
4	Moderada: geralmente associada a processos similares que apresentam falhas ocasionais	1 em 2.000	1,17
5		1 em 400	1,0
6		1 em 80	0,83
7	Alta: geralmente associada a processos similares que apresentam falhas frequentes.	1 em 20	0,67
8		1 em 8	0,51
9	Muito alta: falha é quase inevitável.	1 em 3	0,33
10		1 em 2	<0,33

Fonte: Jardim (2015).

Tabela 3: Etapa de pontuação de detecção FMEA

DETECÇÃO		
Índice	Deteção	Critério
1	Muito grande	Certamente será detectado.
2		
3		
4	Grande	Grande probabilidade de ser detectado.
5		
6	Moderada	Provavelmente será detectado.
7		
8	Pequena	Provavelmente não será detectado.
9		
10	Muito pequena	Certamente não será detectado.

Fonte: Jardim (2015).

Para o escopo da aplicação da FMEA, houve a seleção de 14 máquinas do modelo MM-250, marca INDUMAK (Figura 8) devido ao histórico de recorrências de panes e falhas. Esses dados foram coletados durante o período de 30 dias por meio da observação direta e registro em formulário específico.

Figura 8: Máquina MM-250 escolhida para aplicação da FMEA e para construção do plano de manutenção.



Fonte: Indumak (2024).

O plano de manutenção e lubrificação para a máquina MM-250 foi preenchido através do modelo disponibilizado pela Produttivo soluções, site de suporte à gestão industrial. Neste escopo houve o preenchimento das atividades de manutenção para diferentes periodicidades, tais como diárias, semanais, quinzenais, mensais e trimestrais, para que seja possível seguir uma ordem de prioridade de atividades, além de padronizar o processo.

O template do plano de manutenção presente no trabalho pode ser visualizado no seguinte link: <https://www.produttivo.com.br/plano-de-manutencao-servicos/>

### **3.5 Plano de Ação e matriz GUT**

A partir do diagnóstico do setor obtido através do checklist de inspeção, foi elaborado um plano de ação 5W2H. O uso dessa ferramenta foi utilizado para planejar as ações e recomendações técnicas para o setor, de forma a estabelecer medidas preventivas mais eficazes. Utilizou-se a matriz GUT com a finalidade de priorizar as ações e recomendações técnicas para o setor avaliado, com identificação dos problemas e atividades que possuem maior impacto e necessidade de ação imediata.

O preenchimento da matriz foi avaliado com base na avaliação de cada problema, em que a nota estabelecida para gravidade, urgência e tendência variam de 1 a 5, em que 1 é pouco grave e 5 extremamente grave, seguindo assim para urgência, em que 1 é pouco urgente e 5 extremamente urgente e no tópico de tendência 1 quando à tendência de crescimento lento, enquanto 5 é crescimento muito rápido (COSTA; MENDES, 2018).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Levantamento de estudos concernentes às técnicas de PCM**

A pesquisa na base do Google Acadêmico apresentou 604 resultados, assim foi realizada a leitura do título e resumo destes trabalhos para filtrar os que tinham aplicabilidade à temática. Portanto, após a leitura dos resumos e títulos dos trabalhos, desta total foram selecionados para compor a pesquisa 18 trabalhos, sendo utilizado o critério de afinidade e relevância com o tema.

Durante a leitura de trabalhos relacionados ao PCM na referida revisão,

surgiram insights relevantes, que proporcionaram uma compreensão ampla e aprofundada sobre a temática e as metodologias a serem aplicadas para um bom resultado, como por exemplo a importância da Gestão de Manutenção para o aumento da eficiência operacional e confiabilidade dos equipamentos em diversos setores industriais, especialmente na indústria de alimentos, em que falhas em equipamentos podem ter consequências significativas na produção e na qualidade dos produtos. Outro ponto relevante a ser levado em consideração nos trabalhos dispostos no quadro 2 é a necessidade do uso de tecnologias como o CMMS, do inglês *Computerized Maintenance Management System*.

Quadro 2: Revisão de literatura.

TÍTULO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS	ANO
Estruturação do Planejamento e Controle da Manutenção de uma Indústria Farmacêutica.	Demonstrar o processo de estruturação do setor de PCM em uma indústria farmacêutica.	Leitura de materiais didáticos por meio de artigos científicos, livros e sites com fontes confiáveis, e também na coleta, registro e análise de dados de campo.	Após um ano do início da estruturação, a empresa já atingiu bons resultados, elevando o OEE de 42% (média entre os equipamentos analisados) em agosto de 2019 para 76% em julho de 2020, o que significa uma melhora de 34% na produção desses equipamentos.	2021
Implantação de sistema de planejamento e controle da manutenção em uma indústria de ingredientes alimentícios.	Realizar uma análise teórica-empírica sobre a importância dos setores de manutenção industrial para compreender os impactos do PCM.	Neste trabalho, aplicou-se o método de estudo de caso, o qual se enquadra como uma abordagem qualitativa, seguido de uma pesquisa bibliográfica.	Os resultados indicam que o planejamento da manutenção deve ser parte integrante do processo produtivo e pode influenciar diretamente nas prioridades competitivas da empresa.	2020
Implantação do planejamento e controle da manutenção em uma empresa fabricante de embalagens metálicas.	Organizar e melhorar o fluxo das atividades de manutenção de uma empresa fabricante de embalagens metálicas.	Definição dos recursos de manutenção, na catalogação dos ativos da área produtiva analisada e de seus planos de manutenção que norteiam as estratégias para o planejamento, programação e execução das manutenções.	Mudanças significativas em relação ao fluxo das informações e controle dos dados; os apontamentos de manutenção estão padronizados e sistematizados; e a aplicação dos indicadores de manutenção, como, por exemplo, backlog e custo de manutenção por faturamento possibilitam analisar, respectivamente, a disponibilidade da carteira de manutentores e os custos de manutenção.	2020
Estudo das Contribuições da Implantação do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM): estudo teórico de múltiplos casos	Analisar as contribuições da implantação do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em três estudos selecionados de diferentes segmentos da economia	Realizaram-se pesquisas bibliográficas para a seleção dos casos a serem analisados. A análise dos dados coletados foi feita acerca do emprego da técnica PCM a partir de uma abordagem qualitativa, exploratória, bibliográfica e estudo teórico de múltiplos casos.	Redução de desperdícios após o processo de implantação, seguida de contribuições significativas para as empresas dos casos estudados, independente do segmento da economia que a empresa atua.	2021
PCM: planejamento e controle da manutenção.	Evidenciar a importância do PCM e a gestão de manutenção, e como empresas que investiram nesse processo obtiveram melhoria das falhas e contribuição de crescimento da empresa	Revisão de literatura, com consultas em site, artigos, livros, teses e dissertações que tem como assunto principal o PCM e sua aplicabilidade.	Os resultados apresentam alguns dos benefícios do PCM e como a sua implantação pode trazer aspectos positivos para as empresas.	2020
Análise do setor de manutenção em uma indústria de beneficiamento de semente de milho	Analisar o setor, caracterizá-lo e identificar oportunidades de melhorias	Foi realizada análise do setor, através de levantamento de dados qualitativos e quantitativos a fim de caracterizá-lo e identificar oportunidades de melhorias.	Revisão do KPI de Disponibilidade e implementação de dois novos indicadores MTBF e MTTR.	2020

<p>Proposta de implementação do planejamento e controle da manutenção em uma empresa de britagem</p>	<p>Identificar a forma como a empresa em estudo exerce a manutenção de seus equipamentos, analisar e propor a implementação das funções relativas ao PCM para promover melhorias</p>	<p>Foi realizado um levantamento dos principais conceitos da literatura, por meio da revisão bibliográfica. Na sequência, executaram-se visitas técnicas à empresa, entrevistas aos funcionários e observações das rotinas de trabalho</p>	<p>Espera-se que as ações propostas, quando implementadas, possam contribuir para certificar o funcionamento em boas condições dos equipamentos, auxiliando na entrega de produtos de qualidade, na lucratividade da empresa e no bem-estar das equipes de trabalho.</p>	<p>2023</p>
<p>Implementação de um sistema de manutenção preventiva: um estudo de caso na indústria alimentícia.</p>	<p>Relacionar as melhores práticas de manutenção para implementar um sistema de manutenção preventiva em uma indústria alimentícia. Através da implementação de um software de manutenção, busca-se estruturar, ao menos inicialmente, um setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).</p>	<p>O processo de implementação proposto consiste em estruturar a gestão de ativos, retomar o estado de funcionamento básico dos equipamentos e criar planos de manutenção preventiva que incluam inspeções, prevenções e lubrificações. Além da implementação também foram propostas melhorias para o sistema de manutenção preventiva, reconhecendo que estas podem dar continuidade ao desenvolvimento da gestão da manutenção.</p>	<p>Espera-se, através de tal implementação, reduzir as paradas de produção por manutenção. Também espera-se fornecer ferramentas úteis para a gestão da manutenção, fazendo com que a previsibilidade de custos e atividades seja aumentada.</p>	<p>2022</p>
<p>Implantação do setor de planejamento e controle de manutenção em uma fábrica de embutidos, construída com conceitos de indústria 4.0</p>	<p>Este trabalho propõe a modelagem do setor de PCM em uma empresa do ramo alimentício idealizada com conceitos de indústria 4.0 no Estado do Rio de Janeiro.</p>	<p>foram estabelecidos padrões para cadastramento dos ativos de manutenção, estratégias de manutenção, planos de manutenção, atendimento e execução das rotinas de manutenção, padronização para identificação de falhas e definição de controles estatísticos do processo de manutenção.</p>	<p>pode-se afirmar que a implantação do PCM e principalmente a sua consolidação é uma importante ferramenta para gestão dos ativos de manutenção.</p>	<p>2023</p>
<p>Análise sobre estudos feitos para Redução de Quebras de Maquinário com Base na Revisão de Planos de Manutenção dentro de uma Indústria de Alimentos</p>	<p>Apresentar a importância da prevenção de perdas na indústria a partir da análise dos planos de manutenção e revisão bibliográfica.</p>	<p>Adotou-se como procedimento de pesquisa a revisão de literatura com um estudo descritivo, exploratório e retrospectivo, utilizando uma abordagem quantitativa. Além de realizar uma síntese dos resultados. Estas informações foram organizadas e analisadas categoricamente, fundamentando-se nos resultados mais relevantes e frequentes.</p>	<p>Observou-se que a implementação de planos preventivos para o equipamento em estudo, que antes era inexistente, diminuiu em um percentual significativo de quebras e perdas de produção junto com matéria prima em um espaço de tempo abordado de 12 meses.</p>	<p>2023</p>

Proposta de implantação do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma empresa de cerâmica vermelha: um estudo de caso	Propor a implantação das funções de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) em uma empresa do setor de cerâmica vermelha, localizada em Tabuleiro do Norte/CE.	Foi realizado um levantamento dos principais conceitos na literatura, através do estudo bibliográfico, além de visitas e entrevistas, por meio de um questionário, com o intuito de entender e coletar informações sobre o processo produtivo, seus equipamentos, e a atual situação da manutenção na empresa.	Foi possível constatar os principais problemas enfrentados pela organização com relação a manutenção e, com base nisso, sugerir um conjunto de funções específicas do planejamento e controle da manutenção, que juntas buscarão proporcionar um melhor gerenciamento do setor.	2022
Análise da gestão de manutenção em uma indústria de beneficiamento de carnes	Realizar o perfilamento da gestão da manutenção de uma empresa por meio do diagnóstico dos resultados de uma pesquisa de ordem qualitativa com o responsável da manutenção de uma unidade industrial de beneficiamento de carnes.	A metodologia aplicada abrangeu a pesquisa bibliográfica, um estudo de caso exploratório, com a aplicação de um questionário ao responsável de manutenção, contendo questões referentes aos tipos de manutenção e suas gestões mais usuais, bem como quanto a utilização de sistemas informatizados de gestão de manutenção, sendo todas as respostas justificadas.	Obteve-se como resultado da avaliação, de que a empresa não segue nenhum tipo de gestão em específico, mas ficou constatada a presença de cada tipo de gestão nos processos que compõem a empresa, como a presença da manutenção autônoma, a utilização de ferramentas e gráficos da manutenção centrada na confiabilidade e manutenção baseada em riscos e a utilização de softwares para integração dos processos como o uso do Totvs ®.	2023
Priorização das atividades de manutenção através de indicadores e da análise dos efeitos e modos de falha (FMEA): estudo de caso em uma indústria de alimentos	Apresentar um modelo proposto, para um estudo de caso em uma indústria de alimentos, com o objetivo de auxiliar na resolução dos problemas de priorização dos serviços de manutenção na empresa.	Para atingir tal objetivo, o estudo utiliza os indicadores de manutenção: MTBF, MTTR e disponibilidade para selecionar um equipamento mais crítico para a planta. Uma vez determinado o equipamento a ser estudado foi aplicada a ferramenta FMEA para realizar uma análise dos modos de falha da máquina, sugerindo ações corretivas para as falhas e gerando um número de prioridade para direcionar o atendimento das não conformidades.	Como resultado da aplicação do modelo na empresa estudada foi elaborada uma política de manutenção preventiva para o equipamento visando atacar as anomalias encontradas e, conseqüentemente, diminuir as quebras inesperadas durante a sua operação e aumentar a disponibilidade do equipamento para produção.	2021
Análise de modo e efeitos de falha potencial (FMEA): uma análise multicase para otimização da manutenção	Objetiva padronizar a qualidade por meio de técnicas de detecção da origem de defeitos, em detrimento do simples descarte de produtos defeituosos. Nesse sentido, buscar-se-á utilizar o FMEA para a manutenção, verificando se seus princípios podem melhorar a manutenção, reduzindo a necessidade de paradas não programadas.	Para tanto foi realizada uma pesquisa sobre o uso da FMEA na manutenção, suas possibilidades, dificuldades e principais resultados. Este trabalho demonstrou que a metodologia FMEA vem sendo utilizada cada vez mais pelas empresas, e neste caso, pela área de manutenção, apresentando resultados completos para a análise de falhas, suas causas e efeitos.	Os resultados alcançados, e com poucas discrepâncias, mostram que a FMEA pode ser utilizada nos mais variados contextos da produção industrial, como nos setores analisados e principalmente na manutenção das empresas pesquisadas. Entretanto, como observado, esta ferramenta requer um bom nível de preparo e de planejamento por parte de seus executores, tanto do responsável direto, quanto da equipe executante, pois como qualquer metodologia o FMEA apresenta algumas limitações e requer ajustes.	2015

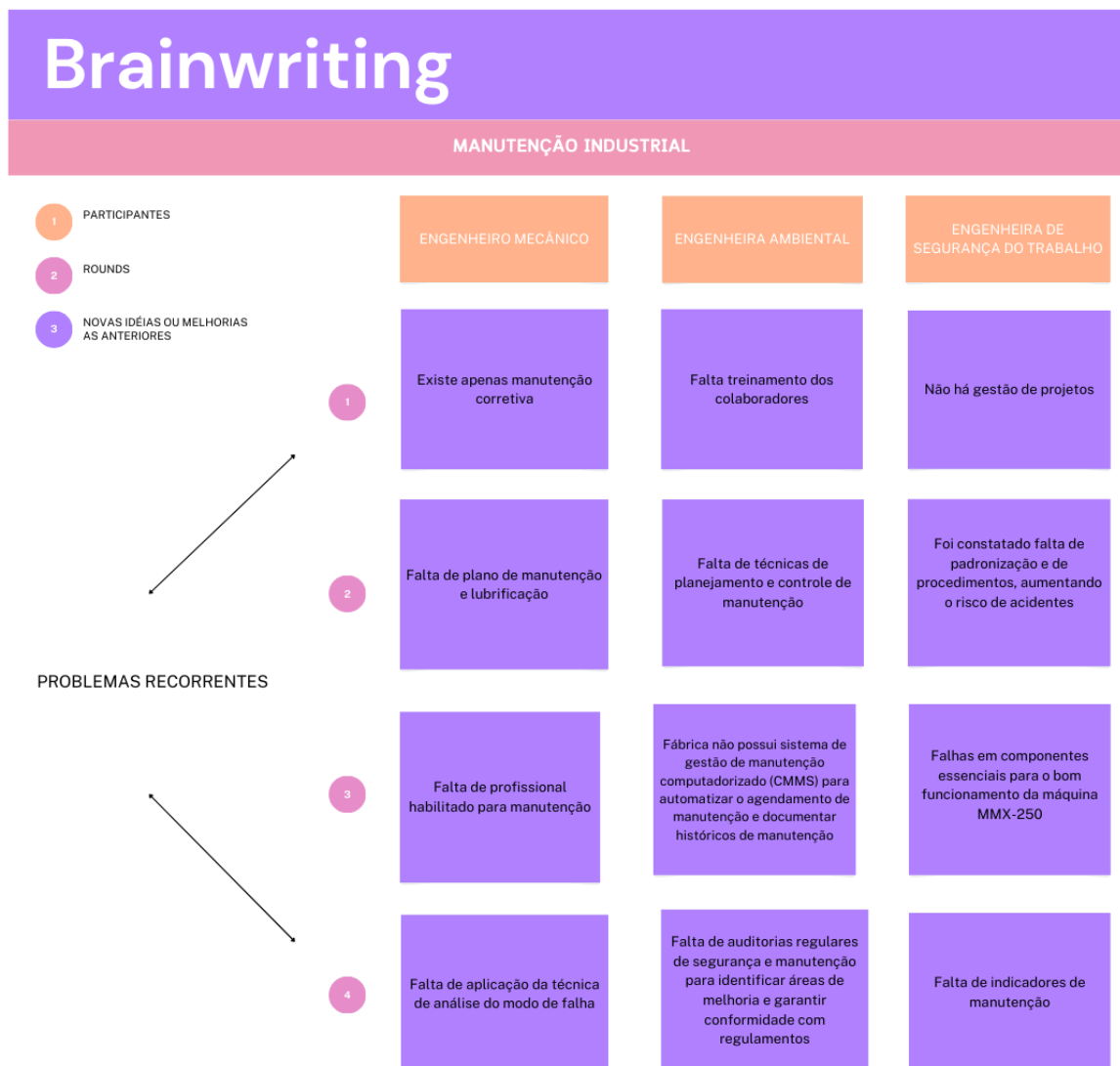
<p>Elaboração e aplicação da FMEA com avaliação multicritério: um estudo de caso em uma indústria do ramo alimentício do Agreste Pernambucano.</p>	<p>Apontou-se a necessidade da elaboração e aplicação de alguma ferramenta ou técnica para que esse problema fosse reduzido ou extinguido, sendo realizada a aplicação da ferramenta de Análise de Modo de Falha (FMEA).</p>	<p>Para a realização desse estudo foi necessário realizar o mapeamento de todo o processo da linha de produção, para que ficasse mais claro o entendimento e o funcionamento da linha. Logo após, foi realizado junto a profissionais especializados do setor, ao qual o estudo foi aplicado, o levantamento dos problemas, suas possíveis causas e efeitos para que então fosse elaborado e aplicado o FMEA.</p>	<p>Com a aplicação da ferramenta, houve o levantamento, avaliação dos resultados obtidos e medidas de planejamento preventivo de manutenção, de acordo com a utilização do diagrama de Pareto para cada um dos principais problemas classificados pela ferramenta FMEA. Além disso, houve o estabelecimento de um cronograma de melhoria contínua da ferramenta em questão, com a finalidade de manter sempre a revisão para além de garantir as melhorias encontradas, buscar cada vez mais maneiras de melhorar o processo e reduzir as falhas, garantindo assim uma vantagem operacional para o benefício da indústria.</p>	2019
<p>Aplicação da ferramenta FMEA no processo de manutenção</p>	<p>O objetivo deste trabalho foi aplicar a ferramenta FMEA no processo de manutenção preventiva em uma concessionária de energia elétrica no estado do Ceará. Essa pesquisa é um estudo de caso com abordagem quantitativa, tendo também características exploratórias.</p>	<p>As técnicas utilizadas na coleta de dados foram a observação direta e através dos relatórios emitidos pelo sistema da empresa. A partir desses dados, foram aplicados e desenvolvidos todos os passos da FMEA e assim, obtidos indicadores de risco para cada modo de falha, antes e depois, da aplicação da ferramenta.</p>	<p>Dentre esses resultados, o modo de falha quebra de condutor, teve seu índice de risco reduzido de 125 para 20 pontos, e em relação ao modo de falha sobrecarga, caiu 80 para 8 pontos após as ações. Resultados satisfatórios também no quesito vazamento de óleo, índice reduzido de 36 para 8 pontos. Ao final deste trabalho foi possível perceber que a FMEA foi uma técnica muito eficiente para reduzir os modos de falhas, evitando prejuízos para a empresa e os transtornos para a sociedade associados à falta de energia.</p>	2022
<p>Aplicação de ferramentas de análise de desperdícios, utilizando metodologia DMAIC, por meio de um estudo de caso em uma indústria alimentícia</p>	<p>O presente trabalho aborda temas pertinentes a perdas e desperdícios, conceituando cadeia de suprimento; entendendo os tipos de perdas existentes; abordando o sistema de produção enxuta e a metodologia DMAIC, com o auxílio de uma revisão teórica. Buscou-se então a redução de 50% das perdas, encontradas com a análise detalhada do processo.</p>	<p>Foram aplicadas a metodologia DMAIC e ferramentas como Diagrama de Causa e Efeito e Diagrama de Pareto que permitiram a identificação de três pontos de perdas no referido processo.</p>	<p>Com as propostas de redução de desperdícios, estimou-se que se aplicadas, resultariam em uma redução de aproximadamente 87% do desperdício. Contudo o projeto de melhoria se apresentou viável, pois para as alterações propostas, não serão necessários investimentos por parte da empresa, o que resulta em um retorno integral.</p>	2020
<p>Proposta de melhoria na integração entre sistemas computadorizados de gerenciamento da manutenção em um departamento de equipamentos estáticos</p>	<p>Desenvolver e implementar melhorias na integração entre sistemas informatizados de gestão de manutenção em um departamento de supervisão estática que está inserido em uma organização responsável pela exploração e produção de petróleo e gás através de seus ativos do tipo FloatingProductionStorage andOffloading (FPSO).</p>	<p>Dessa forma, através da aplicação da metodologia DMAIC e do aparelho de ferramentas da qualidade, foram propostas soluções e a implementação de ações aos membros do departamento, projetando-se uma melhoria no atual processo de integração sistêmica.</p>	<p>Como resultados, os ativos que se caracterizaram como novos projetos na organização foram os principais responsáveis pela apresentação das falhas, onde a ausência de dados nas tabelas de paridades entre sistemas, a inativação de planos de manutenção e a falta de conhecimento dos princípios disponíveis pelo software de gestão de inspeção representaram mais de 70% de todos os desvios.</p>	2022



## 4.2 Diagnóstico do setor de manutenção

Os principais resultados obtidos na fase de *brainwriting* relacionados aos aspectos mais gerais da gestão do setor de manutenção consistem na falta de aplicação da técnica de análise do modo de falha, inexistência de auditorias regulares de segurança e manutenção para posterior identificação de áreas de melhorias e garantir conformidade com regulamentos, além da falta de indicadores de manutenção.

Figura 9 : Problemas mais recorrentes identificados no processo de gestão do setor de manutenção por meio do método *brainwriting*.



Fonte: autor (2024).

Durante a pesquisa de campo, essas informações levantadas no brainwriting foram confirmadas. A empresa atua predominantemente em manutenções corretivas não planejadas somado a isso não possui um setor de manutenção bem estruturado. Esse aspecto pode influenciar na atuação da equipe de manutenção em função da falta de gerenciamento dos processos. As consequências destas inconsistências são inúmeras, tais como sobrecarga da equipe e alto índice de horas extras, já que geralmente a mesma precisa trabalhar em outra frente de trabalho, buscando sanar problemas de equipamentos que já estão em falha ou pane.

A empresa supracitada não dispõe de gestão de projetos, o que ocasiona péssimas consequências para o setor, tal como ineficiência operacional, problemas futuros para o setor de qualidade devido aos processos mal definidos, custos elevados, baixa competitividade e maior probabilidade de falhas em processos críticos, resultando em paradas não planejadas. A implementação da gestão de projetos nesta indústria alimentícia pode transformar a maneira como a empresa opera, levando a melhores resultados, maior satisfação dos clientes e maior sustentabilidade a longo prazo.

Esse cenário atual contribui com gastos excessivos com compras de novas máquinas e equipamentos devido à redução do tempo de vida, além de impactar na produtividade, pois a máquina às vezes pode deteriorar e parar de funcionar podendo comprometer a fabricação dos produtos, acarretando em possíveis danos econômicos. Esta mesma situação foi encontrada por Lamas (2021), em que o setor de manutenção da empresa estudada por esse autor estava em um cenário semelhante, sendo assim, foi indicado nesta pesquisa a implementação de ferramentas de PCM.

Constatou-se que a empresa não dispõe de plano de manutenção com lubrificação, nem segue um cronograma de manutenção preventiva e preditiva, o que pode levar a falhas nos equipamentos e à necessidade de reparos não planejados, afetando a produtividade e aumentando os custos operacionais.

Verificou-se também que os funcionários não dispõem de treinamento básico sobre NR 12 nem específicos sobre PCM, o que pode ocasionar em sanções legais e multas para a empresa, além de expor os funcionários a riscos de acidentes e lesões no ambiente de trabalho.

Nesta empresa não há utilização de indicadores de manutenção, nem um setor de

engenharia da manutenção, o que acarreta também na falta de um sistema CMMS para acompanhamento da manutenção e conseqüentemente nenhum histórico de falhas.

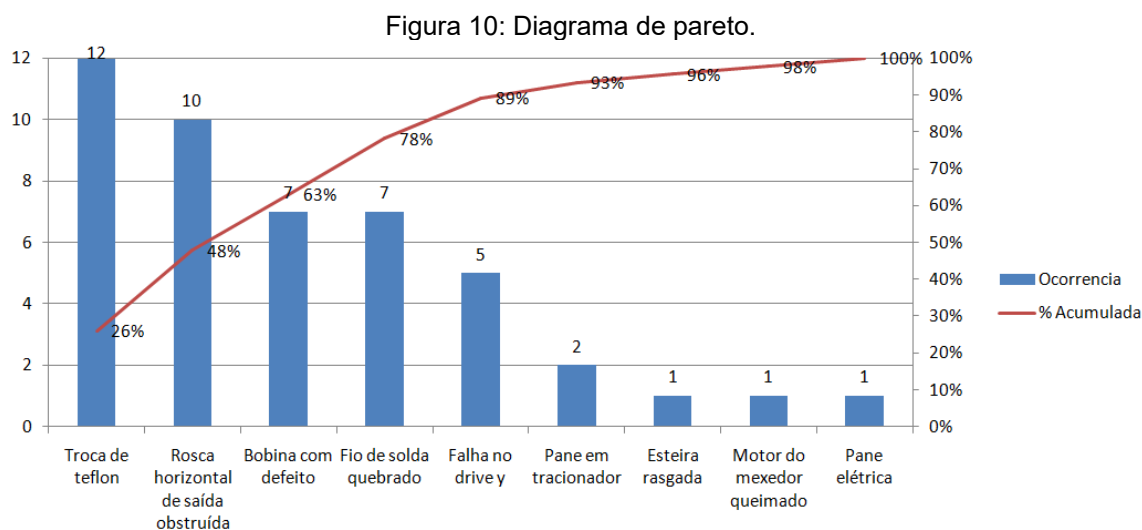
Outro ponto de grande relevância para o estudo é a lubrificação dos equipamentos, que ocorre de forma totalmente desordenada, sem registros e sem o cuidado na observação do tipo de graxa adequada para cada equipamento. Foi constatado também o recorrente uso de improvisos na área operacional, devido à falta de peças sobressalentes no almoxarifado da empresa. Esse aspecto pode proporcionar o aumento de acidentes do trabalho no setor.

Foi observada a falta de gestão da manutenção, com a predominância de manutenções corretivas não planejadas, e manutenções preventivas desordenadas. Foi constatado também a falta de treinamento dos técnicos de manutenção e perda na produção principalmente por panes e falhas no equipamento MM-250 da marca INDUMAK, ou seja, na máquina principal do processo de empacotamento do açúcar. O apêndice 1 mostra o *checklist* aplicado para diagnóstico do setor e as conseqüentes respostas obtidas.

### **4.3 Diagrama de pareto**

O diagrama de pareto foi gerado a partir de um registro das principais paradas na produção, nas máquinas MM-250 da linha 1 a linha 9 durante 30 dias.

empresa em estudo. Na fig. 10 é demonstrado a ocorrência da falha e sua respectiva porcentagem acumulada, para que assim seja possível observar os pontos de parada e propor melhorias.



Fonte: autor (2024).

Quadro 3 - Registro das paradas da máquina MM - 250 na produção

Descrição da parada na produção	Ocorrência	% Acumulada	%
Troca de teflon	12	26%	26%
Rosca horizontal de saída obstruída	10	48%	22%
Bobina com defeito	7	63%	15%
Fio de solda quebrado	7	78%	15%
Falha no drive y	5	89%	11%
Pane em tracionador	2	93%	4%
Esteira rasgada	1	96%	2%
Motor do mexedor queimado	1	98%	2%
Pane elétrica	1	100%	2%
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>		

Fonte: autor (2024).

Sendo assim, foi possível observar a partir de uma análise do diagrama de pareto, que 48% das principais causas que ocasionam 52% dos problemas do setor diz respeito a falta de gestão da manutenção, pois, a troca de teflon no horário de funcionamento da produção e obstrução da rosca horizontal de saída desencadeia falhas inesperadas nos equipamentos devido à falta de manutenção preventiva e peças sobressalentes no almoxarifado, o que atrasa as manutenções corretivas e automaticamente ocasiona perda na produção.

#### 4.4 Não conformidades referentes aos aspectos da NR 12 identificadas nas máquinas MMX-250.

Considerando que foi identificado na fase de brainwriting, que as máquinas objeto deste estudo não obedecem as orientações da NR 12, foi aplicado um *checklist* de inspeção técnica baseado no escopo da referida norma. Nesta etapa foi possível inferir o cenário de conformidades e não conformidades das 14 máquinas, modelo MM-250 (Apêndice 2). Pode-se perceber que dos 15 itens verificados, apenas 6 encontram-se na situação de conformidade, ou seja, de 100% dos itens, apenas 40% está em situação de conformidade.

O Quadro 4 apresenta uma síntese dos resultados, com a porcentagem de não conformidade. Nota-se que para alguns itens houve não conformidade de 100%, como, por exemplo arranjos e instalações físicas (item 12.2.1) da NR 12 e componentes pressurizados. Essas inconsistências aumentam o risco de acidentes e a necessidade de paradas nas máquinas devido à situação de emergência. Essa paralisação sem planejamento adequado causado pela ocorrência proporciona impacto negativo ao setor de manutenção e produção.

Quadro 4 : Síntese das principais não conformidades identificadas nas máquinas MM 250 referentes à NR 12

Aspectos da NR 12	Código de identificação da máquina	Porcentagem de não conformidade	Recomendação, com base na NR 12 (MTE, 2022)
Arranjos e instalações físicas NR 12.2.1	Todas as máquinas do modelo MM250	100%	Nos locais de instalação de máquinas e equipamentos, as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas conforme as normas técnicas oficiais.
Sistema de segurança NR 12.2.5	MM250 linha 9 MM250 Linha 12 MM250 Linha 12	25%	As ferramentas utilizadas no processo produtivo devem ser organizadas e armazenadas ou dispostas em locais específicos para essa finalidade.
Componentes pressurizados	Todas as	100% dos equipamentos estão localizados	As mangueiras, tubulações e demais componentes pressurizados devem ser localizados ou protegidos de tal forma que

NR 12.7.2	máquinas do modelo MM250	corretamente, entretando, 100% deles não são protegidos.	uma situação de ruptura destes componentes e vazamentos de fluidos, não possa ocasionar acidentes de trabalho.
-----------	--------------------------	--	--

Fonte: autor (2024);

De acordo com o Mendes (2004), as doenças ocupacionais e os acidentes de trabalho comprometem significativamente a trajetória dos trabalhadores e geram custos sociais e econômicos elevados. Além disso, a presença de doenças ocupacionais resulta em incapacitações permanentes e até mortes, impactando a produtividade das empresas. Oliveira e Paula (2021) destacam que as doenças oriundas do ambiente de trabalho prejudicam a saúde dos trabalhadores, afetando o desempenho operacional e, conseqüentemente, a produção, estes estudos mostram que as doenças ocupacionais e acidentes na indústria afetam diretamente a produção ao causar afastamentos e redução da eficiência dos trabalhadores.

Sendo assim, recomenda-se que seja realizado um curso de curta duração que aborde os princípios básicos da NR 12, visando preparar os técnicos de manutenção para o ambiente fabril. Além disso, recomenda-se a adoção das medidas preventivas elencadas na NR 12, inclusive as mencionadas neste trabalho.

#### **4.5 Análise FMEA**

A análise FMEA disposta na íntegra no apêndice 2 foi utilizada para identificar, avaliar e priorizar potenciais falhas no processo produtivo, especificamente na máquina MM-250. A principal finalidade do uso desta ferramenta consiste em estabelecer medidas preventivas para minimizar ou eliminar os riscos associados a essas falhas a partir de recomendações técnicas para cada desvio.

Tais recomendações foram elaboradas a partir da união do conhecimento empírico do operador junto ao mecânico responsável pela máquina e do autor desta pesquisa, a partir de uma análise sensitiva do equipamento.

O modelo de FMEA aplicado neste trabalho apresenta o componente e o modo de falha, descreve a função do equipamento e indica as devidas recomendações para cada falha. De uma forma geral, as falhas que apresentaram maior risco foram a quebra no drive Y, fio de solta quebrado, troca de teflon e a rosca horizontal de saída

obstruída em que obtiveram índice de risco de 64, 64, 64 e 98 pontos, respectivamente.

A análise da FMEA permitiu avaliar diversos modos de falhas nas máquinas MM-250 presentes na produção, entre elas, foram identificados na linha 9, por exemplo, teflon desgastado, fio de solda quebrado, falha no drive y, motor do mexedor queimado e pane elétrica. Para esses desvios, como medidas de recomendações, foram indicadas as seguintes ações: inspeção visual e troca de teflon a cada 4 dias de uso, manutenção preventiva regular, seguir as recomendações do fabricante e implementar medidas de proteção contra condições adversas de operação para evitar falhas no inversor, seguidas de manutenções preventivas e lubrificação, além da inspeção visual.

Outros modos de falhas também foram identificados na linha 11 como fotocélula com falhas diariamente, obstrução da rosca horizontal de saída e vibração excessiva no equipamento, além do fio de solda horizontal quebrado, sendo assim, foi recomendado que haja manutenção preditiva e preventiva de forma regular, além da inspeção sensitiva e análise de vibração quinzenalmente.

Nas outras linhas de produção dos equipamentos 6, 7, 8 e 10 foram encontradas falhas ocasionadas pela falta de plano de um manutenção preventiva e limpeza, alto desgaste de material, falta de calibração da balança e equipamentos sujos, que apresentavam desgastes mecânicos. Para isto, foi recomendado que seja executado o processo de limpeza a cada 3 dias, seguido de manutenção preventiva, calibração rotineira e inspeção a partir de testes, além da manutenção corretiva programada.

#### **4.6 Matriz GUT**

A Figura 13 mostra o desenvolvimento da matriz de priorização GUT, que foi utilizada para avaliar a hierarquização das atividades e ações dentro do setor de manutenção. A partir desta avaliação foi criada um ordem de prioridade de adoção de medidas a fim de sanar as inconsistências.

As atividades que apresentaram maior prioridade e exigiram maior atenção foram a definição da equipe de manutenção, tal como implementar, seguir e supervisionar o plano de manutenção disposto no apêndice 4.

As atividades de média prioridade incluíram a definição de datas para as manutenções preventivas, avaliação do plano de manutenção, implementação de

um software de registro de manutenção e início dos registros.

As tarefas menos prioritárias incluem a aquisição dos materiais e equipamentos para manutenção, treinamento dos funcionários responsáveis pela

mesma, verificação da integridade e segurança dos equipamentos e levantamento de equipamentos e tagueamento deles.

A utilização da matriz GUT neste trabalho é utilizada de forma eficiente na organização e execução de ações, pois é um método utilizado de maneira clara e aborda objetivos e aspectos relacionados ao planejamento e à execução das atividades necessárias.

A partir desses resultados, foi desenvolvido um plano de ação, para que haja priorização das atividades críticas e melhoria na gestão da manutenção, seguindo assim as principais recomendações técnicas, que são: Definir equipe de manutenção, definir datas para manutenção preventiva, implementar plano de manutenção preventiva, seguindo e supervisionando o mesmo e logo após implementar um software de gestão da manutenção.

Tabela 4 : Matriz GUT para priorização das ações no setor de manutenção.

<b>AÇÃO</b>	<b>Gravidade (G)</b>	<b>Urgência (U)</b>	<b>Tendência (T)</b>	<b>Total GUT)</b>
Definir equipe de manutenção	4	4	5	80
Seguir e supervisionar plano de manutenção	5	5	4	100
Definir datas para manutenção preventiva	4	4	4	64
Aquisição dos materiais e equipamentos para manutenção	3	3	2	18
Treinamento dos funcionários responsáveis pela manutenção	3	1	1	3
Implementação do plano de manutenção preventiva	5	5	3	75
Avaliação do plano de manutenção	5	1	1	5



Implementação de um software de gestão de manutenção	5	3	4	60
Verificar integridade e segurança dos equipamentos	3	4	3	36
Iniciar registros de manutenção	4	4	2	32
Realizar levantamento dos equipamentos e tagging	1	1	1	1
Contratar gerente de projetos	3	2	2	12
Implementar sistemas de indicadores de manutenção	4	3	2	24

Fonte : Autor (2024).

#### 4.7 Plano de ação 5w2h

O plano de ação disposto na Figura 14 foi proposto com a finalidade de solucionar as inconsistências identificadas no setor de manutenção da empresa, buscando resultados efetivos na melhoria do desempenhos equipamentos, maior segurança e saúde dos trabalhadores e aumento da produtividade.

Tabela 5 : Plano de ação 5W2H estabelecido para o setor de manutenção.

5W2H						
What?(Oquê?)	Why?(Porquê?)	Who?(Quem?)	When?(Quando?)	Where?(Onde?)	How?(Como?)	How much?(Quanto?)
Definir coordenador de manutenção	Realizar gestão do setor	Gerente de produção	1º semana	Escritório da gerencia	Em reunião de equipe da gerencia e RH, selecionando colaborador apto ao serviço	Depende da gestão de RH da empresa.

Seguir e supervisionar recomendações do plano de manutenção	Solucionar problemas identificados previamente	Equipe de manutenção	1º mês	Escritório de coordenação da manutenção	Seguir um cronograma de inspeção	Sem custo
Definir datas para manutenção preventiva	Estabelecer o cronograma de manutenção preventiva	Coordenador de manutenção	1ª semana	Escritório de coordenação da manutenção	Definição realizada a partir do plano de manutenção preventiva	Sem custo
Selecionar empresa especializada para manutenção corretiva	Garantir a qualidade do serviço e rapidez na solução de problemas	Gerente de produção	2º mês	Escritório de coordenação da manutenção	Verificando as empresas cadastradas na instituição e pesquisa de satisfação	Sem custo
Realizar pesquisa de satisfação de clientes	Identificar nível de satisfação do cliente e planejar previamente possíveis melhorias	Gerente comercial	3º mês	Escritório da gerencia	Realizando entrevistas com clientes das empresas cadastradas	Sem custo
Estabelecer plano de ação para manutenção corretiva planejada	Aumentar eficiência do processo	Coordenador de manutenção	2ª semana	Escritório de coordenação da manutenção	5W2H	Sem custo
Identificar problemas nos equipamentos	Evitar possíveis panes e falhas	Equipe de manutenção	2º mês	Produção	Realizando vistorias e utilizando formulários padronizados	Sem custo
Monitorar a execução do plano de ação	Acompanhar o andamento das ações definidas para cada problema	Coordenador de manutenção	2º mês	Produção	Realizando vistorias e acompanhando o trabalho da equipe técnica	Sem custo
Disponibilizar treinamentos de funcionários	Preparar e especializar equipe de manutenção para resolução de problemas	Gerente de produção	2ª semana	Escritório da gerencia	Selecionando empresa especializada no tema de cada treinamento	Depende exclusivamente da empresa selecionada para realizar o treinamento.
Implementação de um software de gestão de manutenção	Gerenciar de forma eficiente as atividades de manutenção	Coordenador de Manutenção	Após implementação de técnicas de PCM sugeridas	Escritório de coordenação da manutenção	Realizando pesquisas e analisando as funcionalidades	R\$50 a R\$5000

Verificar integridade e segurança dos equipamentos	Identificar e registrar possíveis falhas nos equipamentos	Equipe de segurança do trabalho	1º mês	Escritório de segurança do trabalho/produção	Realizando testes / ensaios mecânicos e inspeções técnicas	Sem custo
Iniciar registros de manutenção	Análise de indicadores	Coordenador de manutenção	Após implementação de técnicas de PCM sugeridas	Escritório de coordenação da manutenção/software selecionado	Cadastrando equipamento em software de registro selecionado	Sem custo
Realizar levantamento dos equipamentos e realizar tagueamento	Identificar a quantidade de equipamentos, modelos e condições atuais	Equipe de manutenção	1º semana	Produção	Utilizando formulário de levantamento padronizado	Sem custo
Contratar gerente de projetos	Para garantir o planejamento, execução e controle eficaz de projetos, melhorando a eficiência e atingindo metas.	Gerente geral	1º mês	Escritório de coordenação da manutenção	Em reunião de equipe da gerencia e RH, selecionando colaborador apto ao serviço	Depende do valor base do profissional contratado
Implementar sistemas de indicadores de manutenção	Monitorar o desempenho, identificar problemas, otimizar processos e reduzir custos.	Coordenador de manutenção	Após implementação de técnicas de PCM sugeridas	Produção	Inicialmente, cadastrando os equipamentos em software selecionado	Sem custo
Inserir medidas de prevenção de acidentes baseadas na NR12	Certificar-se de que todas as máquinas estão em conformidade com os requisitos de segurança previstos na norma	Técnico de segurança do trabalho	1º semana	Setor de segurança do trabalho	Adequando as máquinas, treinando operadores	Sem custo inicial

Fonte: autor (2024);

#### **4.8 Plano de manutenção preventiva para a máquina MM250**

Foi acompanhado ao longo de 30 dias do primeiro semestre do ano de 2024 o setor de manutenção da empresa que está sendo utilizada como objeto de estudo, dessa forma, foi possível realizar o acompanhamento do funcionamento da linha de produção, bem como identificar as principais não conformidades do equipamento MM 250 que está sendo analisado nesta pesquisa.

Em uma indústria de empacotamento de açúcar, a máquina responsável por essa atividade principal pode impactar diretamente os setores comercial e logístico da empresa. Caso ocorra uma parada inesperada, todo o setor de fabricação será afetado, pois esse equipamento está localizado na primeira etapa da linha de produção.

Com a finalidade de otimizar o processo, minimizar perdas da produção e aumentar a segurança do trabalhador, foi gerado um plano de manutenção preventiva para máquinas empacotadoras MM 250.

O referido plano de manutenção consta no apêndice, com os dados do equipamento, a atividade correspondente e o dia em que deve ser realizada, fornecendo as informações necessárias para concluir as rotinas de manutenção diariamente, semanalmente e quinzenalmente, de acordo ao tempo especificado pelo fabricante. A criação de um plano de manutenção preventiva é essencial para otimizar a eficiência operacional e aumentar a produtividade do sistema. Ao reduzir as interrupções não programadas, o plano de manutenção ajuda a diminuir o tempo de inatividade da linha de produção, assegurando um fluxo contínuo e eficiente (Vianna, 2022).

Este plano é resultado de uma etapa anterior que incluiu o diagnóstico realizado nesta pesquisa, o acompanhamento e monitoramento das quebras dos equipamentos do setor, aplicação do gráfico de Pareto e a observação in loco. Assim, as informações foram previamente coletadas para serem utilizadas em um documento de grande relevância para o setor de manutenção.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou a realização de um cronograma de atividades que organizem a implementação do setor de planejamento e controle de manutenção dentro de uma indústria alimentícia por meio do encaminhamento de atividades que devem ser executadas. Foram elaborados métodos e modelos de documentos que devem ser seguidos, a fim de um maior controle dos serviços realizados dentro do setor de manutenção.

Com a implementação das técnicas citadas neste trabalho, é possível identificar com antecedência as falhas que ocorrem com recorrência no equipamento e saná-las, a fim de diminuir os custos com a perda de produção proveniente de falhas e paradas em equipamentos.

Neste trabalho, foi adotada a metodologia DMAIC, sendo assim, foi possível realizar uma análise detalhada dos problemas identificados e posteriormente definir um plano de ação para corrigir as principais causas raízes.

Dado a importância do tema deste trabalho, é de suma importância que o plano de manutenção elaborado para o equipamento em questão seja posto em prática imediatamente, pois ele é o cumprimento de uma das ferramentas de implantação do PCM e seu modelo fornece ao departamento de manutenção de forma didática como deve ser feito o controle do histórico de serviço.

Em suma, a utilização deste modelo de gestão da manutenção permitirá que a fábrica supracitada tenha uma manutenção que retorne os melhores resultados, permitindo a evolução do seu estado atual que é baseado em manutenções corretivas não programadas e auxiliando na realização de suas metas, visando sempre estar entre as maiores referências do mercado alimentício regional e global.

## 6 Referências

- ABNT. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.
- ABRAMAN. Gestão de manutenção e ativos. Documento nacional. 2017. Disponível em <https://abramanoficial.org.br/minha-conta/meus-conteudos/documento-nacional>.
- ALMEIDA, J. S. d. Análise de dados referente à manutenção elétrica preditiva. Universidade Federal de Uberlândia, 2023.
- ANHESINE, Marcelo Wilson. Uma abordagem sistêmica para diagnósticos em manutenção industrial. 2022. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5432: Segurança de Máquinas – Equipamento de Parada de Emergência – Aspectos Funcionais – Princípios de Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- BALDISSARELLI, L.; FABRO, E. Manutenção preditiva na indústria 4.0. *Scientia cum industria*, v. 7, n. 2, p. 12–22, 2019.
- BEM-DAYA, M.; KNEZEVIC, J.; AIT-KADI, D.; RAOUF, A. Handbook of Maintenance Management and Engineering. EUA - Cincinnati: Springer, 2009.
- BRAIDOTTI JR., J. W. A governança da manutenção na obtenção de resultados sustentáveis. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2016, p. 5-69.
- BRANCO FILHO, Gil. A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.
- BRANCO, G. F. Indicadores e Índices de Manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2a Edição, 2016.
- CAMPS, Gustavo G. F. et al. Estruturação do Planejamento e Controle da Manutenção de uma Indústria Farmacêutica. *Revista Processos Químicos*, v. 14, n. 28, p. 232-244, 2020.
- CIPOLLA, Carlo M. A Revolução Industrial: uma nova era para o homem. São Paulo: Editora Unesp, 2020.
- COSTA, T. B. d. S.; MENDES, M. A. Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e método dos 5 porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. *Anais do X SIMPROD*, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, 2018.
- DE SOUZA, Anderson Mariano. Doenças ocupacionais no ambiente de trabalho. 2019.

FALCÃO, M. M. Aplicação da metodologia DMAIC para gestão da manutenção de equipamentos condicionadores de ar: estudo de caso nos prédios administrativos de uma usina sucroalcooleira. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

FEDRICI, A. F. M.; NETO, J. V. d. S. Gerenciamento de dados para criação de planos de manutenção em uma empresa de automação industrial. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2022.

GARCIA, Helenice Leite; FERREIRA, Duan Vilela; ANDRADE, Mario Celso Neves de. Relação do PCM/PCP no beneficiamento de cloreto de potássio. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Belo Horizonte - MG, 2011.

Jardim, Abdallah; Victor, João. FMEA de produto para manutenção de bomba centrífuga. UFS, Departamento de Engenharia Mecânica, 2015.

KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: Função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2019. 560 p.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. O Administrador Racional. São Paulo: Editora Atlas, 1981.

LAMAS, Lorenzo Mol. Estudo das contribuições da implantação do planejamento e controle da manutenção (PCM): estudo teórico de múltiplos casos. UFOP, 2021.

LISBÔA, M. d. G. P.; GODOY, L. P. Aplicação do método 5w2h no processo produtivo do produto: a joia. IberoamericanJournalof Industrial Engineering, v. 4, n. 7, p. 32–47, 2012.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. Metodologia Científica: Fundamentos e Prática. São Paulo: Atlas, 2008.

Mendes, René. Organização Internacional do Trabalho, Centro Latino-Americano de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho. São Paulo, SP, Brasil: SciELO, 2004.

MORO, Norberto; AURAS, André Paegle. Introdução a Gestão da Manutenção. Centro Federal de Educação Tecnológica Santa Catarina: Florianópolis, 2007.

NASCIMENTO, Francisco Paulo do; SOUSA, F. L. Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC. Brasília: Thesaurus, 2016.

OLIVEIRA, Lena Ellen Lima De; PAULA, Rayssa Leite De. Qualidade de vida no Trabalho: O impacto do estresse ocupacional na saúde do trabalhador. UNICEPLAC, 2021.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. Revista Gestão Industrial, v. 4, n. 2, 2008.

Herbert Ricardo Garcia Viana. PCM, planejamento e controle de manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

PITOMBO, Danton. Projeto de implementação do PMOC - Plano de manutenção, operação e controle nos ar condicionadores em uma instituição de ensino superior. Bahia, 2023.

RAMOS, Manoel João; SCHRATTNER, Manoel. Implantação de sistema de planejamento e controle da manutenção em uma indústria de ingredientes alimentícios. Revista Técnico-Científica do CREA-PR, ISSN 2358-5420, 23ª edição, março de 2020.

RAUPP, F. M. P. Análise de Causa Raiz: levantamento dos métodos e exemplificação. Tese (Doutorado) — PUC-Rio, 2014.

REIS, Marcones Freitas; SENA, Claudio Borba de. A Engenharia de Produção no contexto das organizações “Data Driven”. Campina Grande, Paraíba, Brasil – 24 a 26 de Maio de 2023.

SANTOS, Luís. Software de gestão de manutenção como ferramenta de apoio à melhoria da eficiência da gestão de infraestruturas. Out. 2015.

SILVA, K. T. P. B. d. Estudo de caso: Implantação do método de planejamento e controle da manutenção (PCM) como estratégia para o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos no setor de manutenção agrícola de uma usina de cana de açúcar da região nordeste. Dissertação (B.S. thesis) — Brasil, 2022.

SILVA, L. F. D.; OLIVEIRA, L. D. D.; SOUZA, L. R. D.; SILVA, R. L. M. D.; MÁRCIO, J. Estudos sobre a manutenção preventiva e preditiva: História e perspectivas para a indústria brasileira. Anais do Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias (SINACEN), 2021.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002 – CAP. 4.

SOARES, I. N.; POTÊNCIA, S. E. de; SOUSA, F. S. I. de. Ferramentas da qualidade: Uma revisão de diagrama de Ishikawa, 5w2h, ciclo PDCA, DMAIC e suas inter-relações. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho. Bacharelado em Engenharia Elétrica. Maria Gabriela Souza Rangel. Análise sobre estudos feitos para Redução de Quebras de Maquinário com Base na Revisão de Planos de Manutenção dentro de uma Indústria de Alimentos. Cabo de Santo Agostinho – PE, 2023.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Especialização em Engenharia de Produção. Guilherme Schamne Martins. Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA): Uma Análise Multicasos para Otimização da Manutenção.



## 7 APÊNDICES

### Apêndice 1 – *checklist* diagnóstico

A EMPRESA POSSUI/ UTILIZA:	SIM	NÃO	JUSTIFICATIVA
Gestão de manutenção concreta?		X	Não existe o uso de nenhuma técnica de manutenção na empresa.
Manutenção corretiva?	X		Devido ao alto número de maquinários presentes, há ocorrência de manutenções corretivas.
Manutenção preventiva?	X		Porém, só existe manutenção preventiva em uma determinada quantidade de máquinas, e apenas nos sábados que a indústria não funciona, ou seja, não há período determinado para execução de manutenção preventiva. Não há um plano de manutenção implementado
Manutenção preditiva?		X	Não existem planos e nem execução de manutenção preditiva.
Indicadores de manutenção?		X	Não são utilizados indicadores de manutenção.
Planejamento e Controle de Manutenção? (PCM)		X	Na empresa não possui um controle e nem planejamento da manutenção.
Área de engenharia de manutenção consolidada?		X	Na empresa não possui engenheiro e nem os mecânicos possuem curso técnico profissionalizante.
Manutentores técnicos qualificados?		X	Nenhum mecânico possui curso técnico.
Sistema CMMS para acompanhamento de manutenção?		X	Não existe registro e nem acompanhamento da manutenção.
Utiliza de todos os artifícios do software instalado?		X	Não, nenhum software é instalado.
Avaliações baseadas em riscos dos equipamentos?		X	Não há análise de criticidade de risco e de ativos dos equipamentos.
Gestão de manutenção com foco em manutenção autônoma (verificações feitas pelo próprio manutentor)?		X	Cada operador de máquina tem autonomia para realizar pequenas manutenções no equipamento.
Possui histórico de falhas?	X		É registrado em uma ficha que cada operador possui, o tempo de parada de cada máquina e perda de produção diariamente, porém, os mecânicos não registram suas manutenções.
Faz utilização dos manuais técnicos das máquinas		X	Os manuais são disponibilizados, mas não são utilizados.

Apresenta muitas ocorrências de manutenção corretiva?	X		Basicamente apenas manutenção corretiva.
Utilização de indicadores como TMEF, TMPR e Disponibilidade?		X	Não existe registro de dados de ordem de serviço.
Já fez algum tipo de preparo de mecânicos para algum programa de manutenção novo a ser implementado?		X	Não há treinamentos relacionados a manutenção.
Possui manutenções programadas em intervalos de tempo bem definidos?		X	As manutenções não costumam ser programadas.
Já envolveu outros clientes e afiliados para auxiliar em seus programas de manutenção?	X		A empresa faz contratação da empresa fabricante quando necessário.
Há gerente de projetos ?		X	A empresa não dispõe de gerente de projetos pois não acha necessário.

## Apêndice 2 - Checklist baseado na NR12

ITEM DA NORMA	DESCRIÇÃO	C	N	NÃO CONFORMIDADES ENCONTRADAS
<b>ARRANJOS E INSTALAÇÕES FÍSICAS</b>				
12.2.1	Nos locais de instalação de máquinas e equipamentos, as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas e conforme as normas técnicas oficiais.		X	Não está conforme norma.
12.2.1.2	As áreas de circulação devem ser mantidas permanentemente desobstruídas.		X	Paletes espalhados desordenadamente.
12.2.2	A distância mínima entre máquinas, conforme suas características e aplicações, deve resguardar a segurança dos trabalhadores durante sua operação, manutenção, ajuste, limpeza e inspeção, e permitir a movimentação dos segmentos corporais, em face da natureza da tarefa.	X		
12.2.4	O piso do local de trabalho onde se instalam máquinas e equipamentos e das áreas de circulação devem ser resistentes às cargas a que estão sujeitos e não devem oferecer riscos de acidentes.	X		
12.2.5	As ferramentas utilizadas no processo produtivo devem ser organizadas e armazenadas ou dispostas em locais específicos para essa finalidade.		X	Ferramentas encontram-se desorganizadas.
12.2.6	As máquinas estacionárias devem possuir medidas preventivas quanto à sua estabilidade, de modo que não basculem e não se desloquem intempestivamente por vibrações, choques, forças externas previsíveis, forças dinâmicas internas ou qualquer outro motivo acidental.	X		
<b>SISTEMAS DE SEGURANÇA</b>				
12.5.1	As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que resguardem proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.		X	Sistemas de segurança burlados.
12.5.3	Os sistemas de segurança, se indicado pela apreciação de riscos, devem exigir rearme ("reset") manual.	X		

12.5.3.1	Depois que um comando de parada tiver sido iniciado pelo sistema de segurança, a condição de parada deve ser mantida até que existam condições seguras para o rearme.	X		
12.5.4	A proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição, pode ser removida ou aberta com o uso de ferramenta específica. Já a proteção móvel deve se associar a dispositivos de intertravamento.		X	Sistemas de segurança burlados.
12.5.8	Os dispositivos de intertravamento com bloqueio associados às proteções móveis das máquinas e equipamentos devem permitir operação somente enquanto a proteção estiver fechada e bloqueada, manter a proteção fechada e bloqueada até que tenha sido eliminado o risco de lesão devido às funções perigosas da máquina ou do equipamento, e garantir que o fechamento e bloqueio da proteção por si só não possa dar início às funções perigosas da máquina ou do equipamento.		X	Equipamentos funcionando mesmo com a porta aberta.
12.5.17	Em função do risco, poderá ser exigido projeto, diagrama ou representação esquemática dos sistemas de segurança de máquinas, com respectivas especificações técnicas em língua portuguesa.	X		
<b>COMPONENTES PRESSURIZADOS</b>				
12.7.1	Devem ser adotadas medidas adicionais de proteção das mangueiras, tubulações e demais componentes pressurizados sujeitos a eventuais impactos mecânicos e outros agentes agressivos, quando houver risco.		X	Não está conforme norma.
12.7.2	As mangueiras, tubulações e demais componentes pressurizados devem ser localizados ou protegidos de tal forma que uma situação de ruptura destes componentes e vazamentos de fluidos, não possa ocasionar acidentes de trabalho.		X	As mangueiras e demais componentes pressurizados não possuem proteção.
12.7.3	As mangueiras utilizadas nos sistemas pressurizados devem possuir indicação da pressão máxima de trabalho admissível especificada pelo fabricante.		X	Não está conforme norma.

## Apêndice 3 – Análise FMEA

**ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E EFEITOS****FMEA PARA MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS EMPACOTADEIRAS MM-250 (INDUMAK)**

Instituto Federal da Bahia, IFBA Campus Jequié

DATA: 04/08/2024

Elaborado por: Heloísa Fontes Bispo / Revisado por: Olandia Ferreira e Arthur França

Componente	Função	Modo de Falha	Efeito	S	Causa	O	D	R	Recomendações técnicas
<b>Equipamento:</b> MM250 Linha 11 <b>Componente:</b> fotocélula	Sensor óptico que detecta a presença ou ausência de açúcar ou embalagens durante o processo de empacotamento, garantindo a precisão e eficiência do processo de empacotamento.	Componente apresentando falha de detecção de objetos devido a problemas elétricos (Silva, 2020).	Falha na confiabilidade do processo e risco de perda de eficiência.	2	Falta de manutenção preventiva e falta de peças sobressalentes em estoque	2	5	20	Realizar manutenção preditiva e limpeza periódica (Vianna, 2022).
<b>Equipamento:</b> MM250 Linha 11 <b>Componente:</b> rosca horizontal de saída	Componente que facilita o transporte e a distribuição de produtos embalados horizontal, de forma precisa e controlada.	Obstrução da rosca horizontal de saída devido a acúmulo de produto, gerando vibração excessiva.	Desgaste da peça, manutenção corretiva não planejada, perda na produção e desalinhamento do	4	Formação de blocos sólidos de açúcar devido a falta de manutenção preventiva e limpeza.	4	5	80	Inspeção sensitiva e análise de vibração quinzenalmente.
<b>Equipamento:</b> MM250 Linha 9 <b>Componente:</b> fio de solda horizontal	É aquecido para fundir as camadas de filme plástico das embalagens, criando uma vedação hermética que mantém o produto embalado fresco e protegido contra contaminação externa, umidade e deterioração.	Teflon desgastado gerando quebra no fio de solda.	Vazamento de produto, aumento de tempo na intervenção prara reparo e redução na vida útil do produto.	8	Falta de inspeção no equipamento, para verificação de desgastes dos componente.	8	1	64	Inspeção visual para verificação da integridade do fio e troca de teflon a cada 4 dias de uso.(Indumak, 2024).

<b>Equipamento:</b> MM250 Linha 9 <b>Componente:</b> inversor	Controlar a velocidade e o torque de motores elétricos, proporcionando uma ampla gama de benefícios em termos de eficiência, controle e economia de energia.	Falha no drive y.	Interrupção da linha de produção, perda de matéria prima e aumento no custo de manutenção.	2	Falta de manutenção preventiva, flutuações de tensão na corrente elétrica e desgaste mecânico.	7	7	98	Realizar manutenção preventiva e preditiva no inversor seguindo as recomendações do fabricante, a fim de implementar medidas de proteção contra condições adversas de operação, evitando falhas.
<b>Equipamento:</b> MM250 Linha 12 <b>Componente:</b> esteira de transferência de pacote	Desempenha um papel importante no transporte suave e eficiente dos produtos embalados de uma etapa do processo para outra.	Rasgamento (Kulwiec, 1981).	Esteira desalinhada perdeu a suavidade no transporte e rompeu.	2	Resíduos, detritos e obstruções se acumularam na esteira de transferência, o que interferiu no movimento suave dos pacotes, ocasionando congestionamentos na linha de produção e posteriormente falha no equipamento.	3	1	6	Realizar inspeção visual para verificar alinhamento, controle de velocidade e acúmulo de resíduos, além de realizar limpeza periódica nos componentes, incluindo limpeza e lubrificação do mancal de rolamento.
<b>Equipamento:</b> MM250 Linha 9 <b>Componente:</b> motor	Gerar movimento rotativo para misturar os ingredientes no silo de açúcar, facilitando a homogeneização de substâncias em processos industriais.	Motor do mexedor queimado	Perca de produção, alto custo com manutenção corretiva não planejada, desperdício de materiais e risco de acidentes ao funcionário.	2	A falha se deu a partir do desgaste mecânico ocasionado pela falta de lubrificação e sobreaquecimento do equipamento.	2	1	4	Realizar manutenção preventiva e lubrificação (SCHRATTNER,2020).
<b>Equipamento:</b> MM250 ref / linha 9 <b>Componente:</b> fio de ligação motor/inversor	O fio de ligação do motor para o inversor conecta o motor elétrico ao inversor, permitindo que o inversor controle a velocidade, torque e direção do motor de forma precisa e eficiente.	Pane elétrica.	Riscos a saúde e integridade do trabalhador, perda na produção e manutenção corretiva não programada e de alto custo.	2	Falta de inspeção no equipamento.	1	6	12	Realizar inspeção visual.

<b>Equipamento:</b> MM250 linha 7 <b>Componente:</b> tracionador	É um dispositivo que aplica uma força controlada para puxar, segurar ou mover materiais em um processo de produção, garantindo o avanço suave e preciso do material ao longo da linha de produção.	Parada para limpeza de tracionador durante produção.	Alta perda da produção.	2	Falta de plano de manutenção preventiva e limpeza do componente.	4	2	16	Limpeza a cada 3 dias.
<b>Equipamento:</b> MM250 linha 8 <b>Componente:</b> eixo de bobina horizontal	É responsável por suportar e girar a bobina de material, facilitando o processo de desenrolar ou enrolar o material de forma controlada e precisa.	Eixo de bobina desalinhado.	Pacotes desalinhados e alta perda de material.	6	Desgaste de material e falta de manutenção preventiva.	3	3	54	Realizar manutenção preventiva (SILVA,2020).
<b>Equipamento:</b> MM250 linha 6 <b>Componente:</b> balança	Medir e fornecer o peso dos pacotes de açúcar, para que todos tenham o mesmo padrão	bança com peso errado.	Materiais com peso desregulado, o que pode causar multa e insatisfação do cliente.	1	Falta de calibração da balança.	4	8	32	Calibração rotineira e inspeção a partir de testes.

Fonte: Adaptado de Jardim (2015).







QUINZENAIS																																						
Sistemas e Equipamentos		Atividade	Quinzena 1															Quinzena 2																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Instalações Elétricas	Motores Transformadores	Verificar conexões e necessidade de lubrificação				x																																
	Chaves Seccionadoras	Medições de aterramento				x																																
Instalações Hidraulicas	Caixa d'água	Limpar e desobstruir o sistema de águas pluviais			x																																	
	Bombas d'água	Verificar o funcionamento das bombas			x																																	
Dispositivos móveis	Esteiras transportadoras	Verificar a tensão da correia, a integridade das guias e a presença de desgaste ou danos nas correias.					x																															
	Braços de empacotamento	Inspecionar e lubrificar					x																															
	Pistões e selos	Inspecionar e lubrificar					x																															
Saídas de ar	Filtros de ar	Limpar e trocar filtro quando necessário						x																														

Fonte : <https://www.produttivo.com.br/plano-de-manutencao-servicos/>