

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA
ENGENHARIA MECÂNICA**

BRUNO HENRIQUE DA SILVA

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA MELHORIA DO SISTEMA
PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA FARMOQUÍMICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA

2021

BRUNO HENRIQUE DA SILVA

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA MELHORIA DO SISTEMA
PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA FARMOQUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dra. Janaina Fracaro de Souza Gonçalves

LONDRINA

2021



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Departamento de Engenharia Mecânica
Coordenação de Engenharia Mecânica
Engenharia Mecânica



TERMO DE APROVAÇÃO

GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA FARMOQUÍMICA

por

BRUNO HENRIQUE DA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 06 de dezembro de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dra. Janaina Fracaro de Souza Gonçalves
Prof.(a) Orientador(a)

Dr. Eduardo José Pitelli
Membro titular

Dr. Roger Nabeyama Michels
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu energia e condições para a realização deste trabalho e conclusão desta etapa.

Aos meus pais, Edmilson Paulo da Silva e Zenilda Calixto Ribeiro da Silva que sempre me apoiaram incondicionalmente nos momentos difíceis, serei eternamente grato por todo o esforço e amor engajados.

A minha namorada, Ana Paula Buava Barros por todo o apoio, incentivo e compreensão.

Agradeço a minha orientadora Profa. Janaina Fracaro de Souza Gonçalves, por toda a ajuda e sabedoria com que me orientou.

Aos professores do curso de engenharia mecânica pela contribuição na minha formação.

A empresa em questão por conceder os recursos e o espaço necessários para efetuar o estudo proposto.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram com meu aprendizado e me incentivaram a continuar no caminho pelos meus objetivos.

RESUMO

SILVA, Bruno Henrique. **Gestão da manutenção para melhoria do sistema produtivo em uma indústria farmoquímica.** 2021. 30 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2021.

Este trabalho apresenta indicadores chaves de desempenho a gestão de manutenção em uma indústria do ramo farmacêutico. O estudo foi com dados reais da indústria, por meio deles, foram gerados indicadores como Tempo Médio Para Reparo (MTTR) e Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), tendo como finalidade auxiliar a equipe de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) objetivando máxima disponibilidade dos ativos e encontrado possíveis ações para reduzir o número de falhas dos equipamentos. Traz como resultado disponibilidade dos ativos, confiabilidade da produção e aumentar a lucratividade da empresa com a redução do custo de estoque parado.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Manutenção (PCM). Disponibilidade de máquinas. MTTR. Manutenção preventiva. Estoque.

ABSTRACT

SILVA, Bruno Henrique. **Maintenance management to improve the production system in a pharmaceutical industry**. 2021. 30 pages. Conclusion of bachelor's Degree Course - Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2021.

This work presents key performance indicators of maintenance management in a pharmaceutical industry. The study was based on real industry data, through which indicators such as Mean Time to Repair (MTTR) and Mean Time Between Failures (MTBF) were generated, with the help of the Maintenance Planning and Control (PCM) team aiming at Maximum Availability of assets and possible actions to reduce the number of equipment failures. It brings as a result the availability of assets, production reliability and increases the company's profitability by reducing the cost of out-of-stock.

Keywords: Maintenance Planning and Control (PCM). Availability of machines. MTTR. Preventive maintenance. Stock.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVOS.....	8
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3 JUSTIFICATIVA.....	8
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
4.1 INTRODUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	9
4.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	10
4.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO	11
4.3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	12
4.3.1.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA.....	12
4.3.1.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA.....	12
4.3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	12
4.3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	13
4.4 INDICADORES CHAVE DE DESEMPENHO DE MANUTENÇÃO (KPI).....	14
4.4.1 TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS (MTBF)	14
4.4.2 TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS DE CALÉNDARIO (MTBF)	15
4.4.3 TEMPO MÉDIO PARA REPARO (MTTR)	15
4.4.4 DISPONIBILIDADE DE MÁQUINA.....	15
5 METODOLOGIA.....	16
6 RESULTADO E DISCUSSÕES	18
7 CONCLUSÃO	27
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

As empresas buscam sempre o melhor desempenho a custos cada vez mais baixos, isso implica na necessidade de reduzir falhas. Nas empresas farmoquímicas isso é bastante visível, ainda mais por conta de todas as normas sanitárias que pode implicar em uma perda de material se ocorrer falhas mecânicas no processo.

Segundo (Laugeni, 2005), ser competitivo é ter condições de concorrer com um ou mais fabricantes ou fornecedor de certo produto ou serviço em um determinado mercado. Isto remete no barateamento dos custos de produção e, sendo a manutenção corretiva uma parcela representativa desses custos, é de suma importância a sua redução. Segundo (Alves e Falsarella, 2009), afirmam que a manutenção tem assumido cada vez mais papel de destaque, principalmente no setor industrial, isso é um indicativo que as empresas estão buscando uma maior lucratividade.

No atual momento o setor farmacêutico está em alta, isso acarreta em um crescimento da demanda de insumos farmacêutico. Para acompanhar essa linha de crescimento requer uma alta disponibilidade dos ativos de uma empresa, é essencial que todas as tarefas sejam programadas e planejadas, neste cenário o setor de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) cria um conjunto de ações para que esses resultados sejam obtidos com sucesso pelo ponto de vista da manutenção.

A manutenção industrial tem como objetivo evitar a degradação dos equipamentos, assim como paradas não programadas na produção, além de garantir a segurança dos trabalhadores locais. Trata-se de uma atividade tão antiga quanto a indústria e que ganhou destaque com o crescente aumento da concorrência e da produtividade (Moro e Auras, 2007).

De acordo com (Oliveira & Michalski Filho, 2015), se tornou imprescindível uma eficiente gestão de estoque em uma empresa. Uma gestão sobre este setor pode afetar diretamente os custos da empresa. Segundo (Wanke, 2011), o estoque de peças de reposição pode responder por uma das maiores parcelas dos custos em corporações de diferentes ramos de indústria.

O presente trabalho foi realizado um estudo de caso de uma empresa do ramo fármaco, sendo utilizados dados reais da empresa, todas as ordens de serviço corretivas foram contabilizadas, analisadas e gerado indicadores para auxiliar o planejamento e controle da manutenção.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Utilizar indicadores de performance para auxiliar o planejamento e controle de manutenção (PCM), afim de aumentar a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Analisar ordens corretivas, fazer planejamento de preventivas das mais incidentes, juntamente com um plano de ação para achar a causa raiz;
- Implementar indicadores de desempenho da manutenção (KPI), como tempo médio para reparos (MTTR), tempo médio entre falhas (MTBF) e disponibilidade de máquina;
- Levantar dados técnico de componentes utilizados nos equipamentos da fábrica.

3 JUSTIFICATIVA

Dentre todos os setores que compõem uma empresa, a manutenção e a produção tem maior relevância, em conjunto são responsáveis por manter o sistema produtivo em funcionamento. A estruturação de um sistema de gestão de manutenção é de extrema importância, uma das principais ações que podem ser tomadas dentro de uma empresa para redução de custos (Xenos,2014). Em relação a redução de custos as empresas estão investindo nesse segmento, assim alterando o paradigma de que manutenção não gera lucros.

O presente trabalho vai propor a organização de um sistema de manutenção em uma empresa real, assim expondo resultados e a importância de se investir nesse setor.

A utilização do controle de manutenção proporciona uma base de dados para uma avaliação sobre as avarias, pois “o histórico de manutenções é o mais valioso elemento de um sistema de gestão de manutenção” (Cabral, 2006), são informações que não só revelará o desempenho, e sim as falhas detalhadas por processo, permitindo identificar a real causa dos possíveis “problemas” enfrentados no dia-a-dia, e a melhor maneira para, não apenas corrigi-los, mas eliminá-los.

Os indicadores de tempo médio entre falhas, consegue-se perceber o quanto está se perdendo de tempo de produção, e diminuindo a confiabilidade e disponibilidade do equipamento, visto que é um processo contínuo de produção, conseqüentemente os problemas enfrentados impactam na real capacidade instalada na fábrica.

Com o levantamento técnico dos componentes utilizados nos equipamentos, tem-se um ganho no controle de estoque, pois sabendo as rotinas de manutenção que ocorrerão no ano pode-se adquirir as peças próximo as datas de substituição, garantindo um menor estoque parado. No caso de uma corretiva emergencial onde não possui a peça em estoque, pode-se fazer a aquisição dessas peças enquanto o equipamento é desmontado se houver um histórico de peças empregadas, assim reduzindo o tempo de reparo e aumentando a disponibilidade do equipamento.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 INTRODUÇÃO DA MANUTENÇÃO

A manutenção, embora despercebida, sempre existiu, mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa central, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência. A manutenção foi notada como necessária no contexto militar, após a Segunda Guerra Mundial com foco nos consertos após a quebra. O conceito de Manutenção foi definido pela

primeira vez por normas técnicas na Norma TB 116 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 1975.

Nos últimos anos, com a intensa concorrência, curtos prazos de entrega e alta demanda dos produtos, esses números passaram a ser extremamente relevantes para todas as empresas. Com isso, surgiu a motivação e necessidade de se prevenir contra as falhas de máquinas e equipamentos.

4.2 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Segundo Martins (2019), nos últimos 20 anos o setor de manutenção tem evoluído como nunca antes. Essas alterações se dão por conta de projetos muito mais complexos, novas técnicas de manutenção, enfoques sobre a organização da manutenção e aumento da diversidade dos itens físicos como por exemplo instalações e equipamentos.

Para contemplar essa evolução, é preciso visualizar desde o século XX, assim nota-se como era vista e empregada a manutenção. Segundo Kardec e Nascif (2009) a evolução da manutenção é dividida em 4 gerações, onde serão apresentadas a seguir.

A primeira geração relata-se após a primeira guerra mundial, onde a manutenção não tinha importância, era considerada como secundária, não havia equipes especializadas para executar as manutenções, os equipamentos eram apenas lubrificados e limpos. As indústrias trabalhavam obtendo a máxima produção das máquinas até que ocorriam avarias e tinham que se fazer uma manutenção corretiva. O objetivo naquela época era fazer reparos quando o equipamento apresentava avarias ou para-se de produzir, ou seja, somente manutenção corretiva.

A segunda geração é marcada pela segunda guerra mundial, onde a maioria dos homens estavam na guerra e precisava de um aumento na mecanização para dar conta da demanda, com isso foi aumentando a complexidade das máquinas e começou a surgir os primeiros pensamentos de manutenção preventiva para evitar as quebras.

Segundo (Martins, 2019), o início da terceira geração ocorreu após os anos 70, considerada a mais importante, pois foi onde a manutenção passou a ter mais

qualidade, passou a ser vista de outra forma, onde se antecipava ao problema ou falha e se fazia uma substituição de componentes, visto que em alguns casos não era possível ser reparado enquanto estava em funcionamento, exemplo de uma aeronave em pleno voo. E como o aumento da demanda estava em ascendência e os custos de manutenção eram bem expressivos, exigiu maior participação da Engenharia.

A quarta geração tem início nos anos 2000, onde a gestão dos ativos passou a ser centrada em confiabilidade, juntamente com disponibilidade. Nesta geração tem por objetivo o menor número de intervenções no equipamento sem que apresente falhas, conseqüentemente aumenta a disponibilidade e diminui os custos, já que não está trocando peças prematuramente.

Essa evolução das gerações pode ser observada na Figura 1, que relata em ordem cronológica.

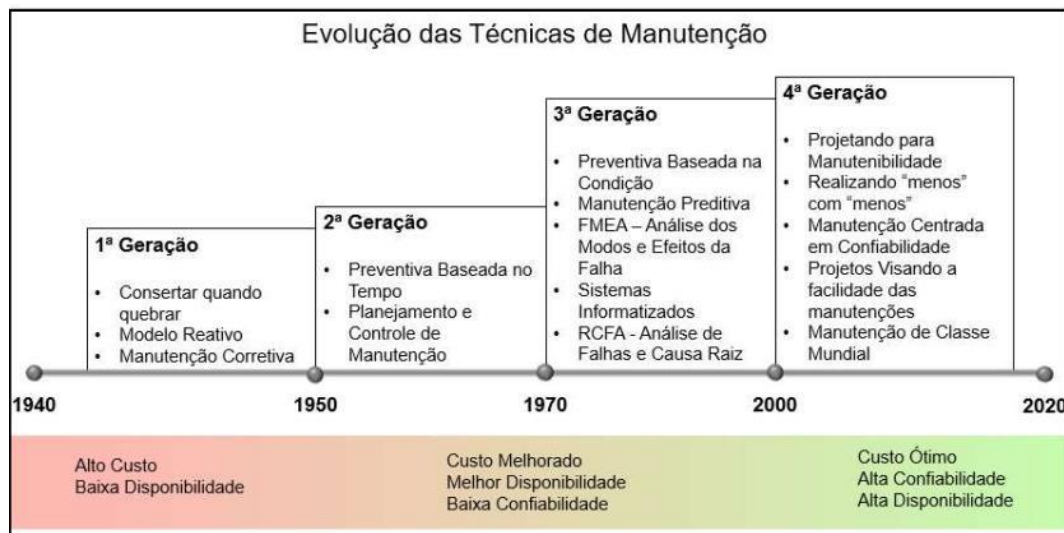


Figura 1- Evolução das técnicas de manutenção
Fonte: (Dutra, 2019).

4.3 TIPOS DE MANUTEÇÃO

Segundo Viana (2008), muitos autores abordam os vários tipos de manutenções possíveis, porem entende-se que há um consenso, com algumas variações irrelevantes, em torno da seguinte classificação:

- Manutenção Corretiva
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Preditiva

4.3.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Conforme (Souza, 2009), quando um equipamento falha, esta falha pode causar uma perda total ou parcial da capacidade operacional do equipamento. Existem dois tipos de manutenção corretiva, aquela não planejada e a outra, que se enquadra dentro dos quadros de previsibilidade da empresa.

4.3.1.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA

Pode ser classificada como a falha de forma súbita e imprevisível, acarretando uma ação de emergência ou de urgência para a equipe de manutenção, onde ela deve parar suas atividades e atender a ocorrência. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois causa perda de produção e a extensão dos danos aos equipamentos é maior. Exemplo disso é um vazamento na linha de vapor, vazamento de produtos químicos, entre outros.

4.3.1.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA

A Manutenção Corretiva Planejada é a correção de um desempenho menor do que o esperado ou uma falha, de acordo com (Souza, 2009), a corretiva é efetuada após a constatação de uma anomalia ou falha de um componente, por mais que seja uma falha, desde que não afete a operação, não causa danos ao meio ambiente e nem põe em risco a segurança do operador.

O tempo certo para a ação corretiva planejada pode ser considerado o instante em que se pode contar com a parada do equipamento sem causar danos à produção, complementa (Souza, 2009). Podemos pegar como exemplo desta aplicação, uma bomba de água com vazamento em selo mecânico.

4.3.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Para Viana (2008), pode-se classificar como manutenção preventiva todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou seja, o equipamento está em condições operacionais ou de zero defeito.

Conforme as normas da Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT, 1994), Manutenção Preventiva é definida como a manutenção efetuada em intervalos

predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falhas ou a degradação.

Para realizar esta preventiva o manutentor necessita ter conhecimento dos equipamentos e suas instalações. Do ponto de vista do custo de manutenção, essa pode ser dispendiosa devido a diversos procedimentos constantes e também a trocas de peças prematuramente a sua falha. Exemplo desse tipo de manutenção é a troca de rolamento uma vez ao ano, as vezes ele é trocado sem necessidade, o equipamento não rodou o suficiente para troca, mas a troca vai ocorrer.

4.3.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

Segundo (Souza, 2009), a manutenção preditiva é o tipo de manutenção que tem por finalidade acompanhar os parâmetros de funcionamento dos equipamentos e prever suas falhas.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994) Manutenção Preditiva é definida como manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem. Para tal é necessário técnicas e equipamentos específicos, dentre elas ensaios elétricos, análise de vibração, ultrassom.

A Figura 2, é encontrado o gráfico de performance sobre o tempo juntamente com as relações de custo com manutenção, nele pode-se observar que existe um ponto de falha em potencial, justamente onde é o vale da curva de custo, isso mostra que é a melhor hora para realizar a substituição do componente.

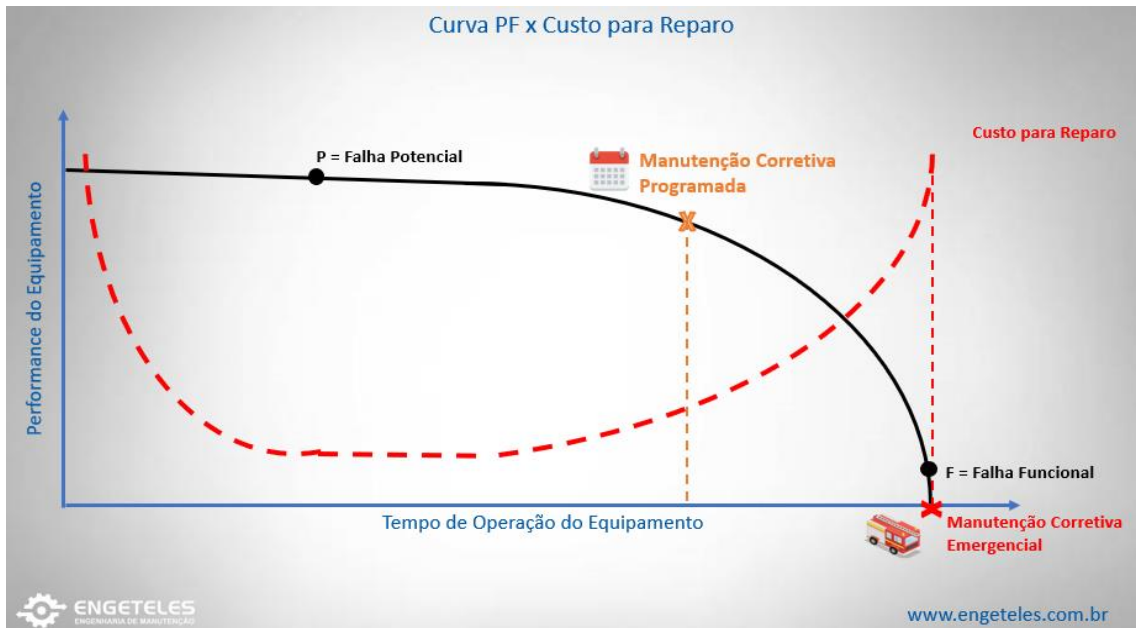


Figura 2 - Curva Performance x Tempo com relação de custos.
Fonte: Dutra (2019)

4.4 INDICADORES CHAVE DE DESEMPENHO DE MANUTENÇÃO (KPI)

Os indicadores de desempenho são utilizados para monitorar os principais aspectos ligados à gestão, pois é através da medição do desempenho que se gera as informações relevantes utilizadas para suportar as decisões e definir o posicionamento em relação às metas estabelecidas (Callado, 2008).

4.4.1 TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS (MTBF)

Indica em média, quando poderá ocorrer uma falha em determinada máquina. No geral, este indicador busca uma média de quanto em quanto tempo este equipamento falha (FONSECA, 2018). O cálculo do MTBF, pode ser obtido pegando as horas de bom funcionamento e subtraído as horas de manutenção corretiva emergencial, dividido pelo número de falhas. Esse equacionamento é indicado pela equação 1 e retorna um valor em horas.

$$MTBF = \frac{\sum \text{HORAS DE BOM FUNCIONAMENTO NO PERÍODO}}{\sum \text{NÚMERO DE FALHAS NO MESMO PERÍODO}} \quad (1)$$

4.4.2 TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS DE CALENDÁRIO (MTBF)

Segundo (Cabral, 2006), relata que devesse reconhecer que é difícil, na prática, recolher as informações necessárias para calcular os indicadores, onde se torna necessário ajustar a formulação, com o intuito de viabilizar o cálculo.

Na prática de uma gestão de manutenção, garantir a colheita sistemática dos registros de funcionamento de todos os equipamentos, se disponível tomaria grande tempo. O autor leva como definição o tempo entre avarias, esse é tempo de calendário, isto é, a base de contagem será 24 horas por dia, 365 dias por ano. Esse equacionamento é indicado pela equação 2 e retorna um valor em horas.

$$MTBF = \frac{\text{NÚMERO DE DIAS NO PERÍODO} * 24}{\text{NÚMERO DE AVARIAS NO PERÍODO DE ANÁLISE}} \quad (2)$$

4.4.3 TEMPO MÉDIO PARA REPARO (MTTR)

Este indicador permite avaliar qual o tempo médio para reparar um processo, equipamento ou componente em um determinado intervalo de tempo após uma falha (Caixêta e Junior, 2017). Para este indicador também é levado em consideração apenas manutenções corretivas emergenciais e as horas dedicadas para estes serviços. Se o MTTR estiver baixo, isso significa que em geral as manutenções são ágeis. O equacionamento desse indicador é conforme a equação 3.

$$MTTR = \frac{\sum \text{HORAS PARADAS DEVIDO A FALHA EM DETERMINADO PERÍODO}}{\sum \text{NÚMERO DE FALHAS NO MESMO PERÍODO}} \quad (3)$$

4.4.4 DISPONIBILIDADE DE MÁQUINA

Conforme (Branco Filho, 2000), “a probabilidade de que um item possa estar disponível para utilização em um determinado momento ou durante um determinado período de tempo”. Este indicador de disponibilidade relaciona diretamente os tempos

de MTBF e MTTR. Pode ser observado na equação 3. Complementa (Megiolaro, 2015), que disponibilidade representa o quanto a manutenção afetou na inatividade desde equipamento e por consequência a produção em determinado período de tempo.

$$\text{DISPONIBILIDADE DE MÁQUINA} = \frac{\sum \text{HORAS DISPONÍVEIS PARA PRODUÇÃO}}{\sum \text{HORAS TOTAIS}} \quad (3)$$

5 METODOLOGIA

A empresa em questão possui histórico de corretivas executadas, é registrado a descrição dos serviços realizados e horas gastas, mas foi necessária padronização para que essa coleta de dados seja confiável, pois possuem 3 turnos de trabalho e os funcionários abrem solicitações repetidas e com identificações diferentes, ou nem mesmo o identificam, para isso passou a ser exigido uma assinatura do responsável de setor e principalmente identificação do equipamento. Onde essa sequência de atividades pode ser observada na figura 3.

Quanto aos técnicos de manutenção industrial, foi cobrado o correto preenchimento da ordem corretiva, para isso realizou-se um treinamento instruindo a correta adição de informações, assim o histórico de corretivas executadas passou a ficar com uma maior confiabilidade de dados.

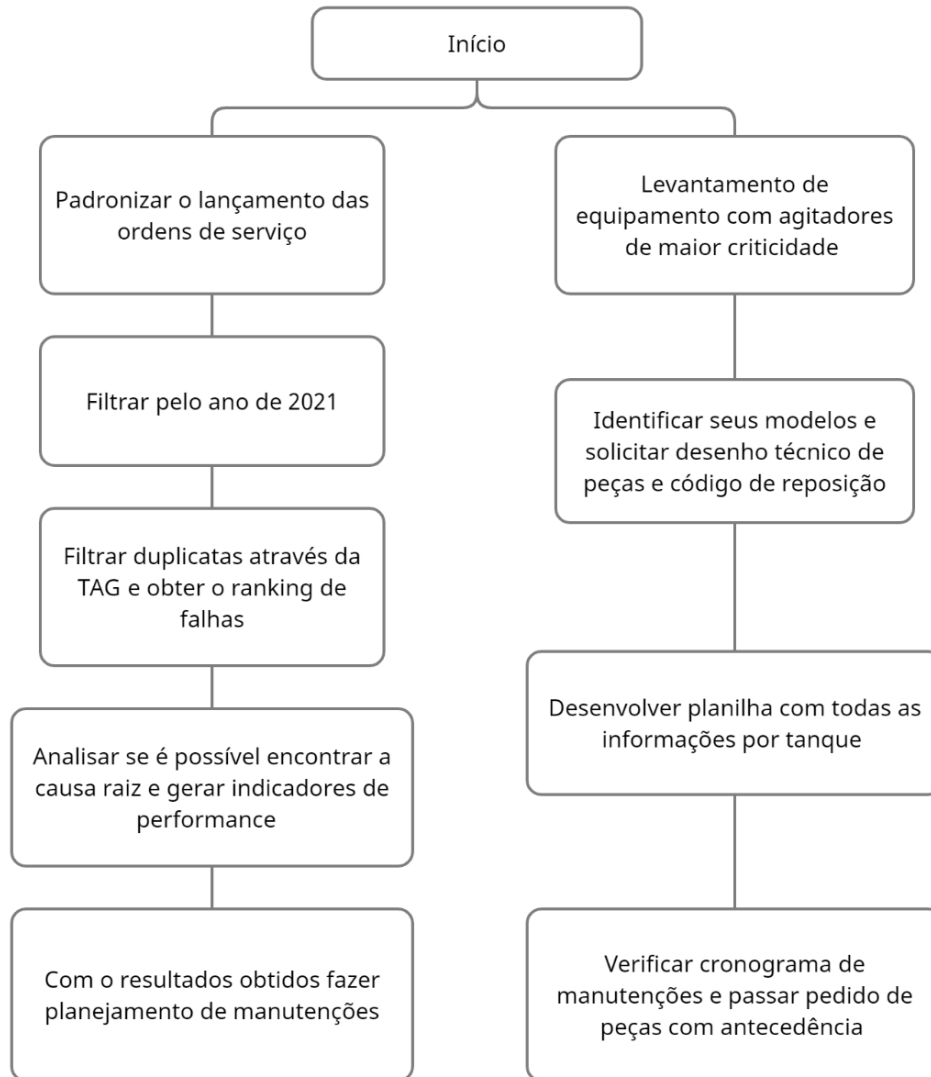


Figura 3 – Fluxograma de atividades.
Fonte: Autor (2021)

Com essa base de informações confiáveis foi possível fazer a extração de dados, onde ocorreu um plano de análise do mesmo. Como já é utilizado planilhas do software Excel para manter um histórico das manutenções executadas e facilitar a localização das ordens físicas na empresa, foi utilizado o mesmo software para as análises que auxiliaram o PCM, onde foi analisado somente serviços realizados no ano de 2021 devido a confiabilidade dos dados.

Visto que a maioria dos equipamentos tem TAG e com a padronização na abertura das ordens de serviço, foi possível filtrar as duplicatas por meio do tagueamento e utilizar equações para contar quantas vezes houve manutenção no

mesmo em um período específico, exemplo desta formula seria o “conte.se” do Excel com o critério pelo tagueamento, em seguida classificar por ordem decrescente, com isso terá o ranking dos equipamentos que mais falharam.

Com o ranking dos 10 primeiros em número de ocorrências, ver quais os problemas que apresentou e se existe uma repetitividade do mesmo, em seguida analisar se é possível encontrar a causa raiz para solucionar o problema. Para auxiliar em tomadas de decisão será feito indicadores de performance dos equipamentos, como isso tem-se a disponibilidade da máquina, informação que pode auxiliar o PCM.

Em paralelo foi um levantamento dos principais equipamentos com agitadores na fábrica, sendo os tanques de agitação que possui redutor e peço informações técnicas como motores, redutores e acoplamentos. Com isso contatar fabricantes e fornecedores, solicitando desenhos técnicos, código de peças para reposição e fazer uma tabela de peças empregadas por equipamento. Em sequência será alinhado com o cronograma de preventivas e passado para o setor do almoxarifado para que sempre tenham as peças disponíveis com o menor estoque possível.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A equipe de manutenção da empresa que foi avaliada no presente estudo é composta por 10 técnicos de manutenção industrial. Independente do funcionário que executou o serviço levou-se em consideração o tempo gasto para execução do reparo e tempo de máquina parada, assim foram obtidos os indicadores chave de desempenho da manutenção como MTTR e MTBF.

Em relação a padronização das ordens de serviço, existe uma dificuldade pois qualquer funcionário pode abrir uma ordem, não fica a encargo de um apontador ou líder de setor por exemplo, como existe 3 turnos de trabalho acaba que muitas dessas solicitações são repetidas e com identificações diferentes. Então passou a ser exigido uma assinatura do responsável de setor e principalmente identificação do equipamento.

Também há problema de muitos equipamentos sem identificação, ou seja, na abertura da ordem de serviço não é possível registrar qual equipamento necessita de

reparo, por exemplo, é escrito que a bomba centrífuga necessita de reparo, porém existe várias bombas no setor. Isso dificulta o histórico de falhas e impossibilita calcular indicadores do mesmo.

Tendo em mãos o histórico de corretivas, foi filtrado pelo ano de 2021, devido ao banco de dados ter maior confiabilidade, removido as duplicatas atrás das tags dos equipamentos e utilizado fórmulas do Excel para contar quantas vezes ocorreu uma falha ou intervenção no mesmo. Em seguida foi ranqueado do maior para o menor, tendo assim o ranking dos 10 equipamentos que mais apresentarão corretiva. O quadro 1 apresenta os resultados.

Quadro 1 – Ranking de falhas

TAG	N° Ocorrências	Tempo de reparo	Causas
CHP-2001	30	3,965 hrs	Suporte de tubulação quebrado; Amolar facas; vazamento tubulação; Desarmou painel; Linha entupida
MAG-1101	27	0,967 hrs	Troca de mangueira; Bocal soltou
TQ-1606	18	1,819 hrs	Tubulação furada; Bomba não funciona
TQ-1604	18	2,017 hrs	Bomba não liga; Vazamento redutor
MB-1201	16	1,269 hrs	Tampa com vedação solta; Porca da tampa espanada
MAG-1001	16	0,577 hrs	Troca de mangueira; Bocal soltou
DT-1902	14	2,204 hrs	Porca ou prisioneiro da tampa; Parte elétrica não funciona
TQ-1607	13	1,628 hrs	Bomba de vácuo desarmada; Porca de fechamento
TQ-1207	11	1,078 hrs	Retirar registro para facilitar saída do produto; Vazamento de óleo
TQ-1208	11	1,209 hrs	Retirar registro para facilitar saída do produto; Vazamento de óleo; Luz interna do tanque queimada

Fonte: Autor (2021)

Com base neste ranking foi planejado algumas ações para diminuir o índice de falhas e calculado indicadores de performance para auxiliar no planejamento de manutenção. Foi calculado o MTBF de calendário, utilizando a equação (2), o período analisado foi referente ao dia 01 de janeiro até o dia 31 de outubro. A empresa funcionada na escala 24x7, ou seja, 24:00 horas e 7 dias na semana, resultou em um tempo de funcionamento de 304 dias. A partir desses dados foram calculados os MTBF e MTTR do ranking apresentado, onde os resultados desses indicadores podem ser observados na Quadro 2.

Quadro 2 – Cálculo MTBF e MTTR

TAG	10 meses x 24 horas	MTBF	MTTR
CHP-2001	304 dias	10,133 hrs	0,132 hrs
MAG-1101	304 dias	11,259 hrs	0,033 hrs
TQ-1606	304 dias	16,888 hrs	0,101 hrs
TQ-1604	304 dias	16,888 hrs	0,111 hrs
MB-1201	304 dias	19 hrs	0,078 hrs
MAG-1001	304 dias	19 hrs	0,035 hrs
DT-1902	304 dias	21,714 hrs	0,157 hrs
TQ-1607	304 dias	23,384 hrs	0,124 hrs
TQ-1207	304 dias	27,636 hrs	0,091 hrs
TQ-1208	304 dias	27,636 hrs	0,109 hrs

Fonte: Autor (2021).

Com estes indicadores foi possível tomar algumas ações para aumentar a disponibilidade do equipamento. Algumas ações serão apresentadas separadamente.

O primeiro do ranking é um equipamento denominado “chute pneumático”, este sistema é composto por um picador de congelados, esteira de transporte e transportador pneumático. Este sistema de equipamento que quebra gelo e ossos e transporta por meio de tubulação usando água quente e ar comprimido para os

tanques. Ação tomada foi aumentar o número de manutenções preventiva, porém o índice de manutenções corretivas ainda é alto, o indicador de MTBF mostra que em média a cada 10,133 horas vai abrir uma corretiva, ou seja, aproximadamente 10 dias. A ação prevista para melhorar seria a troca do picador de congelados, por um de menor granulometria e com uma robustez maior, pois a maioria das falhas se dá pelo fato de entupir a linha, conseqüentemente quebra os suportes da tubulação devido à grande vibração da linha e também este picador apresenta alto índice de quebra das facas e entope, desarmando o disjuntor. Isso resulta em número alto no indicador de performance.

Em segundo no ranking vem as falhas por vazamento em mangueira ou bocal solto. No caso onde ocorrem estas falhas o setor está em desenvolvimento, toda a movimentação do produto é feita por mangueiras, onde acabam sendo arrastadas no chão, conseqüentemente ocorre avarias. Melhoria já prevista seria a substituição com tubulações em aço inox.

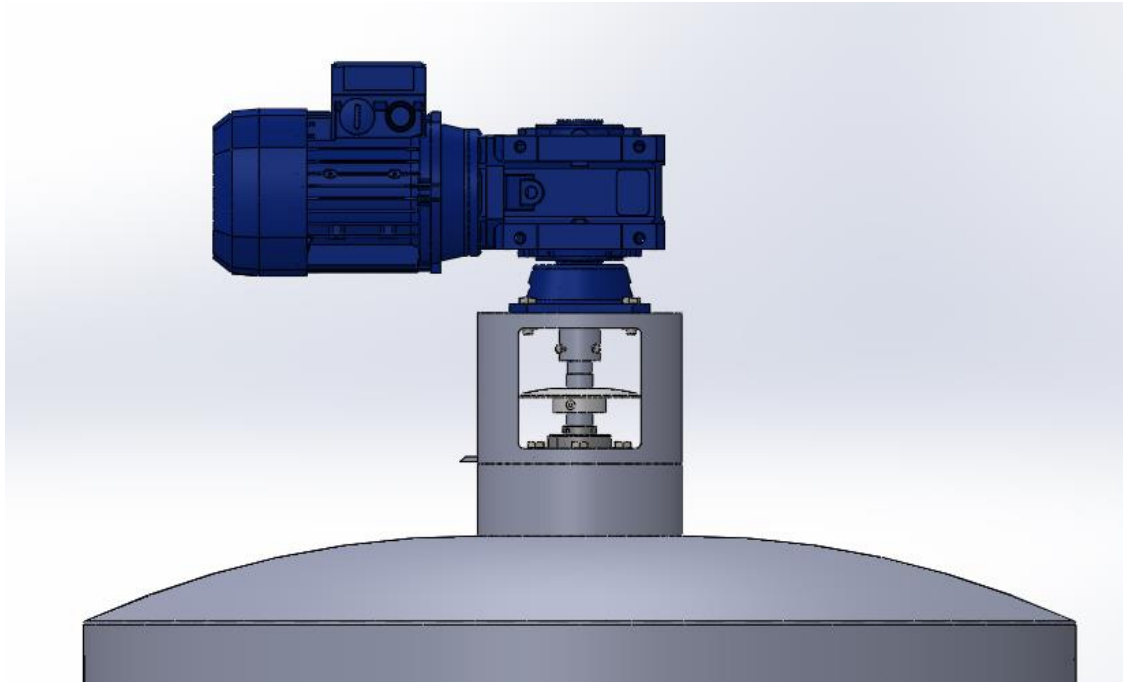
Em terceiro no ranking está um tanque que faz solução de salmoura, onde tem sua tubulação de aço galvanizado que manda para a produção, tubulação essa não adequada para a solução, já que passa alta concentração de sal e acaba resultando no fenômeno de corrosão na linha e ocorre vazamentos. Melhoria prevista é a troca por tubulação em aço inox.

No ranking apresentado percebe-se que os tanques têm alta incidência de falhas e um dos maiores índices de MTTR. A parte do PCM vê a necessidade de executar manutenções preventivas nos equipamentos, porém é estratégia da empresa não parar alguns equipamentos visto que a demanda está muito alta, eles desejam paradas anuais de certos equipamentos.

Visto que a criticidade das falhas nos tanques são vazamento de óleo do redutor atrás do retentor, onde resulta no descarte do lote, foi desenvolvido junto com o time de manutenção um sistema que se caso vazar óleo do redutor, não contamine o produto e mesmo assim o equipamento possa acabar seu ciclo no processo e logo após executar a manutenção, corretiva no caso.

Este sistema consiste em um conjunto de dupla vedação adicionado ao tanque. Como o sistema de agitação será deslocado para cima, foi utilizado um eixo auxiliar para conectar a saída do redutor ao eixo do tanque, neste eixo foi instalado

dois retentores, um alojado no disco que gira junto ao eixo, onde se tiver vazamento de óleo, será direcionado para o canal de dreno, onde escoará para fora do tanque. Já o segundo retentor é localizado abaixo do mancal que estabiliza este eixo do sistema. Todo este mecanismo fica envolto por uma casca de proteção, já que o sistema está em movimento. A Figuras 4 traz a modelagem desse sistema.



**Figura 4 – Projeto modelado em CAD.
Fonte: Autor (2021)**

Com a modelagem em CAD do sistema finalizado, pode ser observado que o redutor foi deslocado para cima, a base de fixação dele foi replicada nessa casca de proteção que também sustenta todo o conjunto e é parafusado ao tanque. Dentro desse sistema está o eixo auxiliar, os retentores, disco e o mancal, onde pode ser observado em mais detalhes na figura 5.

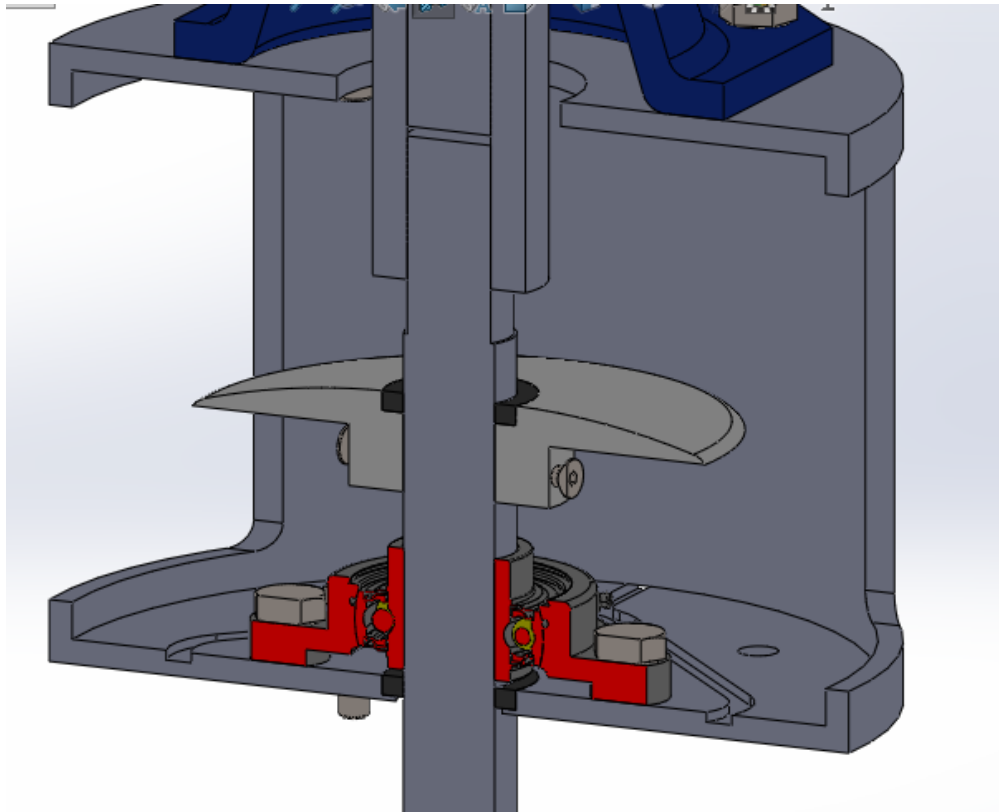
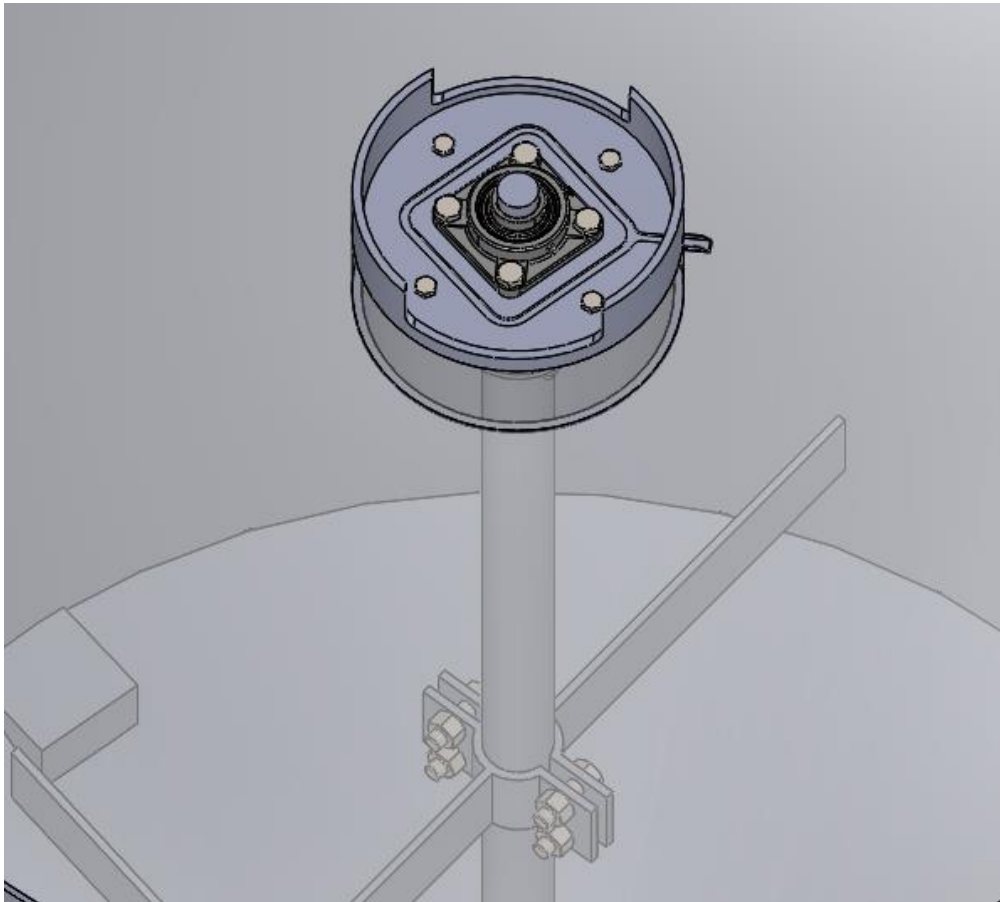


Figura 5 – Projeto em corte para demonstrar componentes internos.
Fonte: Autor (2021)

Em corte os componentes internos ficam expostos, mostrando a simplicidade de funcionamento. Caso haja vazamento, o lubrificante escoará por gravidade através do eixo auxiliar, o retentor nele empregado reterá este escoamento através do eixo e com o movimento de rotação, este óleo através de forças radiais escoará para o disco e vai cair no canal de dreno. Na parte inferior fica o mancal que estabiliza o sistema, pode-se notar que existe outro retentor abaixo, o qual esse impede possíveis detritos ou contaminantes vindo do rolamento.



**Figura 6 – Projeto em corte superior para demonstrar escoamento do lubrificante.
Fonte: Autor (2021)**

A figura 6 traz em corte superior a modelagem, para ficar destacado o canal de dreno, por onde o óleo irá escoar caso haja vazamento e certamente o operador perceberá e gerará uma ordem de serviço para reparo.



Figura 7 – Projeto executado.
Fonte: Autor (2021)

Este sistema se mostrou muito eficiente, pois em pouco tempo implementado impediu que o lubrificante entrasse em contato com o produto, já que o redutor apresentou vazamento, onde o retentor acabou falhando e escorreu óleo pelo eixo, o sistema evitou esta contaminação com lote da solução, assim não houve a necessidade de descartá-lo. A empresa tem a intenção de implementar em todos os tanques da fábrica que possuem redutor que correm risco de contaminar o produto ou insumo com óleo lubrificante.

Na missão da coleta de dados dos equipamentos existentes, o foco foi nos tanques, devido a maior quantidade de peças empregadas para execução da manutenção. Porém ainda não foi concluído este levantamento em virtude da dificuldade de pegar os modelos de motores e redutores, devido à grande parte das plaquetas de identificação estarem pintadas, impossibilitando a leitura. Alguns equipamentos no setor, o local é de difícil acesso, requer trabalho em altura, ou seja, disponibilidade de algum mecânico para fazer este levantamento de identificação, o qual o coordenador de manutenção não liberou.

Porém durante a parte de aquisição de dados do presente trabalho, foi registrado os redutores que estavam na manutenção desmontados e suas respectivas peças, removido a tinta quando possível de suas plaquetas de identificação. Então foi contactado fabricantes e fornecedores solicitando desenhos técnicos e códigos de reposição. Com isso foi possível unificar algumas informações onde pode-se perceber que é um método que será muito eficiente quando finalizado. O quadro 3 traz o setor de salmoura e seus respectivos tanques e redutores, já os quadros 4 e 5 as peças empregadas.

Quadro 3 – Mapeamento dos equipamentos

		MARCA	MODELO/CÓDIGO	Nº DE SERIE	REDUÇÃO
SALMORA	TQ-1601				
	TQ-1602	GEREMIA	MRGS130	09070149	1X40
	TQ-1603	GEREMIA	MRGS130	09070148	1X40
	TQ-1604	GEREMIA	MRGS110	09040286	1X40
	TQ-1605				
	TQ-1606				
	TQ-1607	GEREMIA		06083914	1X40,83
	TQ-1608				

Fonte: Autor (2021).

Quadro 4 – Tabela de retentores empregado por redutores.

MARCA	MODELO	REDUÇÃO	Retentor			
			Qtd	Tamanho	Qtd	Tamanho
GEREMIA	GS 110	1X40	1	35X50X10	1	45X60X9
GEREMIA	GS 130	1X40	1	40X56X9	2	70X90X13
GEREMIA	GS 160	1X40	1	50X68X9	2	90X120X13
TRANSMOTÉCNICA	U-18	1X40	1	80X100X10	2	60X80X10
WEG	WEG-CESTARI	1X40	1	70X110X10	-	-

Fonte: Autor (2021).

Quadro 5 – Tabela de rolamentos empregado por redutores.

MARCA	MODELO	REDUÇÃO	Rolamento								ÓLEO
			Qtd	Rolamento	Qtd	Rolamento	Qtd	Rolamento	Qtd	Rolamento	
GEREMIA	GS 110	1X40	2	30207	1	6207	1	6209	-	-	1,4 L
GEREMIA	GS 130	1X40	2	32208	2	6014	-	-	-	-	2,7 L
GEREMIA	GS 160	1X40	2	32210	2	6218	-	-	-	-	5,7 L
TRANSMOTÉCNICA	U-18	1X40	2	30216	2	30216	-	-	-	-	
WEG	WEG-CESTARI	1X40	2	6304	1	6305	1	22212 E	1	6308 Z	6,5 L

Fonte: Autor (2021).

7 CONCLUSÃO

A tomada de decisão para a gestão da manutenção passou a contar com um maior e mais preciso banco de dados, a padronização no recebimento das ordens de serviço possibilitou gerar indicadores.

Os indicadores propostos neste trabalho devem ser capazes de medir os desvios do processo e apresentá-los de forma clara e direta para todos os envolvidos, fornecendo informações que permitam implementar medidas de correção e gerar soluções que eliminem as falhas dos equipamentos. Com isso, a gerência será capaz de perceber a real importância de uma manutenção preventiva e conseqüentemente visualizar a redução dos custos no processo.

As ações propostas e realizadas neste trabalho, podem ser consideradas como preparatórias para a implementação de um estruturado departamento de Planejamento e Controle da Manutenção na empresa, de forma a preparar a gestão para novos patamares, almejando melhoria contínua, zero falhas e um controle de estoque.

Portanto, construiu-se um controle base para tomada de decisão, orientando a equipe de gestão de manutenção e diretoria da empresa a se esforçar para a implementação do planejamento e controle de manutenção de forma eficaz.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. D. P.; FALSARELLA, O. M. Modelo conceitual de inteligência organizacional aplicada à função manutenção. **Gestão e Produção**, v. 16, p. 313-324, abr-jun 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BRANCO FILHO, G. **Dicionário de termos de Manutenção e Confiabilidade**. Rio de Janeiro, Editora Ciência. Moderna Ltda., 2000.

CABRAL, J. P. S. **Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática**. 6. ed. Lisboa - Portugal: Lidel Editora, 2006.

Caixêta e Junior, **Metodologia de implantação de indicadores de gestão da manutenção** – Curso Engenharia de manutenção, Faculdade Ietec, Belo Horizonte, 2017.

CALLADO, A. L. C.; CALLADO, A. A. C.; ALMEIDA, M A. A utilização de indicadores de desempenho não-financeiros em organizações agroindustriais: um estudo exploratório. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 10, n. 1, 2008.

DUTRA, J. T. **Planejamento e controle da manutenção descomplicado**. 1. ed. Brasília, DF: Engeteles Editora, 2019.

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira; SANTOS, Danielle Freitas; PRATA, Auricélio Barros. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. 195 p. v. 1. ISBN 978-85-9502-549-3.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3° ed. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2009.

LAUGENI, Fernando Piero; PETRÔNIO, Martins. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

Martins Tulio, 2019 em **Evolução da Manutenção em 4 Fases**. Disponível em: <<https://tuliomartins.com.br/evolucao-da-manutencao/>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

MEGIOLARO, Marcello Rodrigo de Oliveira. Compartilhamento da informação e do conhecimento em bibliotecas especializadas. 2015. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (**Indicadores de Manutenção Industrial Relacionados à Eficiência Global de Equipamentos**) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

MORO, N.; AURAS, A. P. **Introdução à Gestão da Manutenção**. Florianópolis: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, 2007.

Oliveira, É. D., & Michalski Filho, C. (2015). Lote Econômico de Compra: Uma ferramenta para a eficiente gestão de aquisição de materiais. *Gestão Estratégica: Tecnologia e o Impacto nas organizações*, (p. 11). Ponta Grossa.

RIBEIRO JUNIOR. Elson Heraldo; PENTEADO, Rosangela de Fatima Stankowitz. **Modelo para formatação de trabalhos acadêmicos da UTFPR**. Ponta Grossa, 2011. (Apostila).

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção – Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 3ª Ed, revisada. São Paulo: All Print, 2009.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2 ed. 2009.

Wanke, P. (2011). **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos: Decisões e Modelos Quantitativos** (Vol. 3º). São Paulo: Atlas.

XENOS, H. **Gerenciando a manutenção produtiva**. 2º ed. [s.l.] Editora Falconi, 2014.