



CENTRO UNIVERSITÁRIO RITTER DOS REIS

LEONARDO FERREIRA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UMA MÁQUINA
EMPACOTADORA AUTOMÁTICA MEDIANTE FERRAMENTAS DA
MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE**

Canoas

2022

LEONARDO FERREIRA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UMA MÁQUINA
EMPACOTADORA AUTOMÁTICA MEDIANTE FERRAMENTAS DA
MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica do Centro Universitário Ritter dos Reis como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Manoel Henrique Alves, Me.

Canoas

2022

LEONARDO FERREIRA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UMA MÁQUINA
EMPACOTADORA AUTOMÁTICA MEDIANTE FERRAMENTAS DA
MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Ritter dos Reis.

_____, ____ de _____ 20____.
Local dia mês ano

Prof. e orientador Manoel Henrique Alves, Me.
Centro Universitário Ritter dos Reis

Prof. Wagner Pietrobelli Bueno, Dr.
Centro Universitário Ritter dos Reis

Dedico este Trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram em todas as etapas, sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Iomar e Mara, aos meus irmãos, Cleomar e Manuela, e ao meu sobrinho, Bernardo, que sempre estiveram comigo em todos os momentos e, de uma forma ou de outra, me incentivaram na busca pelo conhecimento e não mediram esforços para que eu chegasse até aqui. Isso é só o começo.

Agradeço ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Ritter dos Reis por me proporcionar um aprendizado com diversos professores que, com muita dedicação e empenho, transmitiram todo o conhecimento necessário à minha formação como Engenheiro. Em especial agradeço ao professor Manoel Henrique Alves pela orientação, dedicação e incentivo acadêmico.

Agradeço à empresa Moinhos Cruzeiro do Sul por todas as oportunidades cedidas. Aos meus colegas de setor e ao meu coordenador, Tiago Fontana da Luz, por compartilharem seus conhecimentos profissionais.

Não poderia esquecer de agradecer profundamente a todos os meus amigos e colegas que trilharam essa jornada comigo, sempre dando todo o apoio necessário em diversos momentos. Em especial ao meu amigo e colega, Diego Dutra Madrid, que foi um exemplo de dedicação e perseverança desde o início desse ciclo que se encerra.

“Não há nada tão inútil quanto fazer com grande eficiência algo que não deveria ser feito.” (PETER DRUCKER, 1963)

RESUMO

A atividade de manutenção possui como objetivo manter as condições originais de projeto dos ativos por mais tempo possível e, por este motivo, deve ser tratada com seriedade, pois se a mesma for executada da forma correta, reduzirá o lucro cessante que a empresa terá caso algum ativo venha a falhar. O ativo deste estudo é importante para a empresa da perspectiva operacional, por não possuir redundância, e financeira, por gerar lucro cessante e gastos com horas extras para atingir a produção diária. Por conta desta importância, este Trabalho descreve uma estratégia para elaboração de um plano de manutenção e retrata cada etapa, analisando sua importância na definição das operações de manutenção e suas respectivas periodicidades. As ferramentas que foram utilizadas como suporte na tomada de decisões são de análise qualitativa que transformam as informações em dados quantitativos. O resultado encontrado foi a elaboração do plano de manutenção mediante ferramentas da manutenção centrada em confiabilidade utilizadas em conjunto, tornando-se possível classificar as operações que iriam, ou não, entrar no plano e ainda definir quais delas eram as mais críticas.

Palavras-chave: FMEA. Indústria. Ativo. Periodicidade. Estratégia.

ABSTRACT

The maintenance activity aims to maintain the original design conditions of the assets for as long as possible and, for this reason, must be treated seriously, because if it is executed in the correct way, it will reduce the loss profit that the company will have if any asset fails. The asset of this study is important for the company from the operational perspective, for not having redundancy, and financial, for generating lost profit and overtime expenses to achieve daily production. Because of this importance, this paper describes a strategy for the elaboration of a maintenance plan and depicts each stage, analyzing its importance in the definition of maintenance operations and their respective periodicities. The tools that were used as support in decision making are qualitative analysis that transform information into quantitative data. The result was the elaboration of the maintenance plan through reliability-centered maintenance tools used together, making it possible to classify the operations that would, or would not, enter the plan and still define which of them were the most critical.

Key words: FMEA. Industry. Assets. Periodicity. Strategy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	—	Evolução das técnicas de manutenção.....	17
Figura 2	—	Engenharia de manutenção.....	23
Figura 3	—	Pilares da TPM.....	24
Figura 4	—	Diagrama esquemático de estratégias de aplicação da MCC.	25
Figura 5	—	Parâmetros RPN.....	28
Figura 6	—	Estratégia para elaboração do plano.....	35
Figura 7	—	Fluxo do processo de moagem de farinha até o ensaque.....	37
Figura 8	—	Italpack 100/S.....	39
Figura 9	—	Levantamento das falhas em 2019.....	40
Figura 10	—	Levantamento das falhas em 2020.....	40
Figura 11	—	Levantamento das falhas em 2021.....	41
Figura 12	—	Fluxo operacional simplificado do ativo.....	42
Figura 13	—	Etapas do processo produtivo detalhadas.....	43
Figura 14	—	Valores MTBF e MTTR em 2019.....	52
Figura 15	—	Valores MTBF e MTTR em 2020.....	52
Figura 16	—	Valores MTBF e MTTR em 2021.....	53
Figura 17	—	Valores de disponibilidade em 2019.....	53
Figura 18	—	Valores de disponibilidade em 2020.....	54
Figura 19	—	Valores de disponibilidade em 2021.....	54
Figura 20	—	Linha Doméstica 5-PAP.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	—	Tipos de manutenção.....	19
Tabela 2	—	Informações técnicas.....	37
Tabela 3	—	Placa de informações.....	38
Tabela 4	—	Critério de severidade (S).....	44
Tabela 5	—	Critério de ocorrência (O).....	44
Tabela 6	—	Critério de detecção (D).....	45
Tabela 7	—	Definições de criticidade do ativo.....	45
Tabela 8	—	Classe de risco e criticidade.....	46
Tabela 9	—	FMEA – Alimentação de produto.....	47
Tabela 10	—	FMEA – Fase de preparação dos pacotes.....	48
Tabela 11	—	FMEA – Fase de enchimento dos pacotes.....	49
Tabela 12	—	FMEA – Fase de saída dos pacotes.....	50
Tabela 13	—	Estratégias de manutenção.....	51
Tabela 14	—	Resumo da análise.....	55
Tabela 15	—	Periodicidade itens críticos.....	56
Tabela 16	—	Operações mecânicas – Preventiva.....	57
Tabela 17	—	Operações mecânicas – Inspeção sensitiva.....	58
Tabela 18	—	Operações mecânicas – Lubrificação.....	58
Tabela 19	—	Operações elétricas – Preventiva.....	59
Tabela 20	—	Operações elétricas – Preditiva.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	—	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Bar	—	Unidade de pressão
CLP	—	Controlador Lógico Programável
CNPq	—	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico
FMEA	—	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
h	—	Hora
Hz	—	Hertz
IHM	—	Interface Homem Máquina
kg	—	Quilograma
kW	—	Quilowatt
MCC	—	Manutenção Centrada em Confiabilidade
MTBF	—	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	—	<i>Mean Time To Repair</i>
MPT	—	Manutenção Produtiva Total
NBR	—	Norma Brasileira Regulamentadora
NPR	—	Número de Prioridade e Risco
OEE	—	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OS	—	Ordem de Serviço
PAP	—	Papel
PCM	—	Planejamento e Controle da Manutenção
PCP	—	Planejamento e Controle da Produção
PLC	—	<i>Programmable Logic Controller</i>
RCFA	—	<i>Root Cause Failure Analysis</i>
RCM	—	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
RPN	—	<i>Risk Priority Number</i>
t	—	Tempo
TMEF	—	Tempo Médio Entre Falhas
TMPR	—	Tempo Médio Para Reparos
TPM	—	<i>Total Productive Maintenance</i>
V	—	Volt

LISTA DE SÍMBOLOS

- R(t) — Função de confiabilidade
- λ — Lambda, taxa de falhas
- e — Base de algoritmos neperianos, equivalente a 2,71
- % — Porcentagem, divisão de um número qualquer por 100

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.2	JUSTIFICATIVA.....	15
2	OBJETIVOS DA PESQUISA.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1	HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL.....	17
3.2	TIPOS DE FALHAS.....	18
3.2.1	Falha potencial.....	18
3.2.2	Falha funcional.....	18
3.3	TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	19
3.3.1	Manutenção corretiva.....	19
3.3.1.1	Manutenção corretiva emergencial.....	20
3.3.1.2	Manutenção corretiva programada.....	20
3.3.2	Manutenção preventiva.....	20
3.3.3	Manutenção preditiva.....	21
3.4	ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO.....	22
3.5	ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO.....	22
3.6	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	23
3.7	MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE.....	24
3.7.1	Implementação da manutenção centrada em confiabilidade....	25
3.7.2	Plano de manutenção centrado em confiabilidade.....	26
3.7.3	Confiabilidade.....	26
3.7.4	Mantenabilidade.....	27
3.8	ANÁLISE DOS MODOS DE FALHAS E SEUS EFEITOS.....	27
3.8.1	Número de prioridade e risco.....	28
3.8.2	Construção do FMEA.....	29
3.8.3	Gráfico de Pareto.....	29
3.9	INDICADORES.....	29
3.9.1	Tempo médio entre falhas.....	30

3.9.2	Tempo médio para reparos.....	30
3.9.3	Disponibilidade.....	30
3.9.4	Taxa de falhas.....	31
3.9.5	Cálculo de confiabilidade.....	31
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	33
4.2	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	34
4.3	ESTRATÉGIA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO.....	35
4.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS.....	35
4.4.1	Utilização do FMEA.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
5.1	ATIVO.....	37
5.2	HISTÓRICO DE FALHAS.....	39
5.2.1	Itens críticos.....	41
5.3	ELABORAÇÃO DO FMEA.....	42
5.3.1	Análise do processo.....	42
5.3.2	Critérios RPN.....	43
5.3.3	Criticidade do ativo.....	45
5.3.4	Avaliação de risco.....	46
5.3.5	Execução do FMEA.....	46
5.4	DETERMINAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO.....	51
5.5	PERIODICIDADE DAS OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO.....	51
5.5.1	Resultados MTBF e MTTR.....	52
5.5.2	Resultados de disponibilidade.....	53
5.6	RESUMO DA ANÁLISE.....	55
6	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.	61
	REFERÊNCIAS.....	63
	APÊNDICE A – Classificação de criticidade do ativo.....	65
	APÊNDICE B – Histórico de falhas em 2019.....	66
	APÊNDICE C – Histórico de falhas em 2020.....	67
	APÊNDICE D – Histórico de falhas em 2021.....	68

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, serão abordadas uma introdução sobre a relação entre a gestão da manutenção industrial com a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) na indústria alimentícia alinhada à importância deste estudo para o Engenheiro Mecânico, o problema de pesquisa, assim como a justificativa para realização do mesmo.

A indústria alimentícia busca a excelência na qualidade de seus produtos. Para alcançar esse objetivo, o setor de manutenção é fundamental neste processo, pois é através da manutenção que a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos da linha de produção são asseguradas, afetando a qualidade do produto e o nível de satisfação do cliente.

A atividade de manutenção possui como objetivo manter as condições originais de projeto dos ativos por mais tempo possível e, por este motivo, deve ser tratada com seriedade, pois se a mesma for executada de forma correta, reduzirá o lucro cessante que a empresa terá caso algum ativo venha a entrar em pane.

Cada vez mais as empresas buscam reduções de custos, tanto no setor de manutenção quanto nos outros segmentos da indústria, para alcançar esse resultado é necessário levar em consideração a melhor estratégia de manutenção que possibilite o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos e diminua as perdas que podem ocorrer durante o processo produtivo por consequência de uma pane indesejada. Deste modo, as manutenções devem seguir o plano proposto à empresa, onde será realizado o estudo de caso, a partir do histórico de falhas do ativo escolhido.

Conforme descreve Fogliatto e Ribeiro (2011), a confiabilidade está associada à operação adequada de um produto ou sistema, na ausência de panes. Geralmente a MCC é utilizada em indústrias de alimentos, aeronáutica, refinarias de petróleo, obtenção de celulose, além de outros segmentos. O FMEA é uma das ferramentas da MCC que ajudará a identificar e priorizar falhas potenciais em ativos, sistemas ou

processos. Neste Trabalho será demonstrado a eficácia das ferramentas da MCC, de forma prática, através da elaboração de um plano de manutenção.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O ativo deste estudo possui grande importância da perspectiva operacional e financeira para a empresa. Da perspectiva operacional, o ativo é único e não possui redundância, ou *backup*, sendo assim, representa um dos processos mais delicados e importantes para o processo produtivo da empresa. Da perspectiva financeira, se o ativo entrar em estado de pane, a demanda de pedidos em carteira poderá não ser atendida no prazo, gerando a insatisfação do cliente e ocasionando lucro cessante para a empresa, assim como o gasto com horas extras na tentativa de atingir a produção diária. Atualmente, o ativo não possui plano ou rotina de manutenção definidos. Por essas razões, é preciso manter suas funções requeridas durante o maior tempo possível. Portanto, qual a melhor maneira de manter o ativo, máquina empacotadora automática, funcionando a pleno?

Visando contribuir para o aumento da disponibilidade, de maneira confiável, do ativo, será implementado ferramentas da MCC para determinar uma nova rotina de manutenção.

1.2 JUSTIFICATIVA

A realização deste Trabalho se justifica pela oportunidade de gerar uma melhoria de desempenho e de redução de custos, evitando o lucro cessante não planejado, em um ativo de extrema importância dentro do processo produtivo de ensaque de farinha doméstica em uma indústria alimentícia, através das ferramentas da MCC. A fim de garantir a segurança, confiabilidade e disponibilidade do ativo, deve-se avaliar as estratégias de manutenção que podem ser aplicadas para determinação de uma nova rotina de manutenção.

É de extrema importância à formação do Engenheiro Mecânico o conhecimento a respeito do tema, pois há grandes possibilidades de atuação na área de manutenção industrial.

2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Será elaborado uma proposta de um plano de manutenção que possua: os pontos a serem inspecionados; a descrição das operações de forma clara e objetiva; a periodicidade dessas operações e a condição de operação do ativo. O plano será elaborado para um ativo responsável pelo empacotamento de produtos da linha de farinha doméstica de 5 kg. Este ativo faz parte do processo de ensaque, procedimento pelo qual a farinha é ensacada em pacotes e posteriormente agrupadas em fardos.

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste Trabalho compreende manter este complexo ativo operando a pleno, através da determinação de uma nova rotina de operações de manutenção de maneira estratégica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente Trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- a) Determinar os itens críticos a partir do histórico de falhas;
- b) Analisar as principais falhas potenciais por Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos;
- c) Definir as estratégias de manutenção com base no Número de Prioridade e Risco (NPR);
- d) Definir a periodicidade das atividades de manutenção;
- e) Criar o novo plano de manutenção.

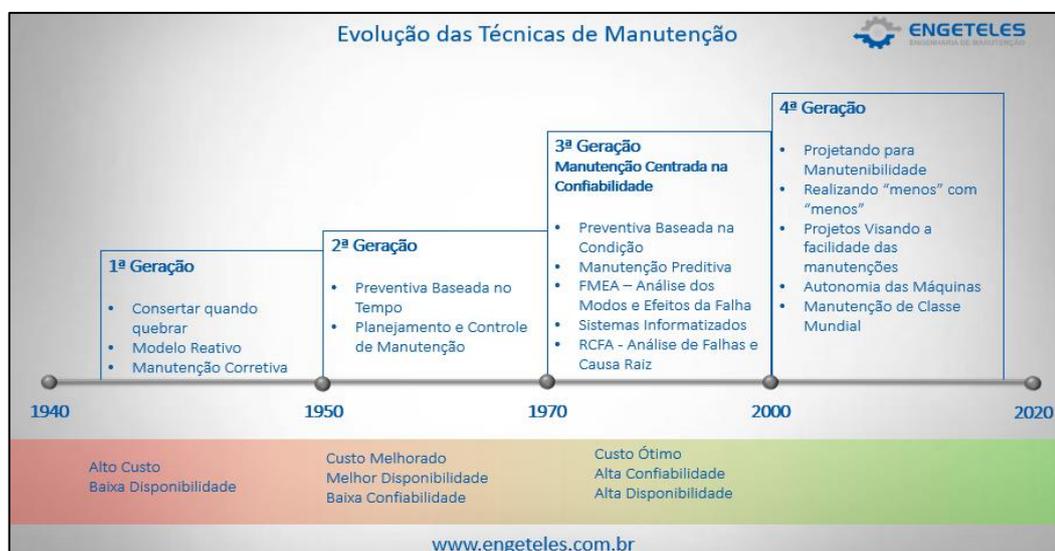
3 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo traz os temas dos assuntos teóricos relacionados ao presente Trabalho. Apresentando conceitos relacionados à área de manutenção que serão referidos durante o Trabalho. Abrange também o histórico da manutenção nas indústrias ao longo dos anos. É feita uma introdução sobre as ferramentas de análise da manutenção alinhadas à MCC que serão utilizadas nos procedimentos metodológicos deste Trabalho.

3.1 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Como caracteriza a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da norma TB-116 do ano de 1975, a manutenção era definida como o conjunto de todas as ações para que uma peça, equipamento, máquina ou sistema seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada. Porém em uma versão atualizada da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 5462-1994, a manutenção é apontada como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um componente, dispositivo, subsistema, equipamento ou sistema em um estado que possa desempenhar uma função requerida. A Figura 1 demonstra como foi a evolução da manutenção industrial com base no tempo.

Figura 1 — Evolução das técnicas de manutenção



Fonte: TELES, 2018.

Como mostrado na Figura 1, vemos as quatro gerações da manutenção que se desenvolveram desde meados de 1940 até 2020, onde em meados de 1945 o ato de manutenção era apenas consertar um ativo em estado de pane, ou seja, utilizava-se apenas a manutenção corretiva, o que resultava em um alto custo e baixa disponibilidade, tornando o setor de manutenção um gerador de despesas. Ao longo das gerações seguintes, o setor de manutenção foi se tornando cada vez mais estratégico, passando a ser visto como um setor que gera resultados e deixando de ser “um mal necessário”. Como caracteriza Teles (2019), com o passar do tempo a manutenção ficou mais estratégica e menos reativa.

3.2 TIPOS DE FALHAS

Como define a NBR 5462-1994, falha é o término da capacidade de um ativo em desempenhar a sua função requerida. Depois da falha, o ativo tem uma pane. A “falha” é um evento, “pane” é um estado. A norma utiliza a expressão “pane” para se referir a “falha”.

Durante o tempo de funcionamento de um ativo, há dois tipos de falhas que podem acontecer durante este período, a falha potencial e a falha funcional.

3.2.1 Falha potencial

Como descreve Teles (2019), a falha potencial é uma falha ainda em estágio inicial, portanto não impede o ativo de desempenhar sua função original. Este tipo de falha não impedirá o ativo de funcionar completamente, mas diminuirá sua eficiência com o passar do tempo. Para reduzir a probabilidade deste tipo de falha deve-se realizar a manutenção preventiva no ativo e através da manutenção preditiva, ou sensitiva, seria possível detectá-la ainda em estágio inicial.

3.2.2 Falha funcional

Ao contrário da falha potencial, a falha funcional se dá pela completa perda de funcionalidade do ativo, no entanto como dito por Teles (2019) a falha funcional também inclui a incapacidade do ativo de funcionar no nível de desempenho

especificado como satisfatório ainda em sua fase projeto. Neste tipo de falha se faz o uso da manutenção corretiva para corrigir e eliminar a mesma.

3.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Como caracteriza a NBR 5462-1994, os principais tipos de manutenção são a manutenção corretiva, preventiva e preditiva. Neste capítulo serão abordados os tipos de manutenção. Neto (2019) apresenta a Tabela 1 com as seguintes formas de classificação para os tipos de manutenção descritos.

Tabela 1 — Tipos de manutenção

Categoria	Corretiva	Preventiva	Preditiva	
Ações	Reativas	Proativas		
Tipo	Corretiva	Periódica	Diagnóstico de Condições	Prognóstico de Condições
Abordagem	Reparo após a falha	Manutenção periódica	Manutenção baseada no diagnóstico das condições monitoradas	Manutenção baseada no prognóstico de utilização
Planejamento	Não aplicável	Baseado tempo de vida útil padrão ou histórico de falhas do componente	Baseado nas condições atuais do componente	Baseado na previsão de tempo de vida útil restante do componente

Fonte: Neto, 2019.

3.3.1 Manutenção corretiva

Por meio da NBR 5462-1994, manutenção corretiva é aquela efetuada após a ocorrência de uma falha, destinada a recolocar um ativo em condições de executar sua função requerida; se configura em uma intervenção de maneira aleatória, sem planejamentos anteriores, sendo mais conhecida no chão de fábrica como “apagar incêndio” conceitua Viana (2002). “Um dado coletado pela Engeteles mostra que

69% das empresas brasileiras aplicam apenas a manutenção corretiva em seus ativos.” (TELES, 2019, p. 26). A manutenção corretiva, de acordo com Kardec e Nascif (2009), pode ser dividida em dois tipos, seriam elas: manutenção corretiva emergencial e manutenção corretiva programada.

3.3.1.1 Manutenção corretiva emergencial

Nos dizeres de Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva emergencial é o conserto da falha de maneira aleatória, a tratativa da avaria ocorre somente após a falha funcional do ativo, sendo este o tipo mais crítico de manutenção devido a exposição dos funcionários a acidentes e a perda dos ativos com valor agregado aos processos. Durante uma parada não programada do ativo, há também o custo com o lucro cessante, momento em que a empresa deixa de “lucrar” e o custo que pode ser gerado através da necessidade da aquisição de peças em caráter emergencial.

3.3.1.2 Manutenção corretiva programada

A este propósito “a manutenção corretiva programada é aquela realizada para eliminar a falha potencial antes que ela evolua para a falha funcional.” (TELES, 2019, p. 31). Ou seja, a corretiva programada surge após a detecção da falha potencial e deve ser executada a fim de evitar a falha funcional, permitindo assim o planejamento de peças de reposição e a mão de obra adequada, pois há mais tempo para realizar sua tratativa.

3.3.2 Manutenção preventiva

Seguindo a norma NBR 5462-1994, manutenção preventiva é a manutenção executada em intervalos predeterminados, destinada a reduzir a probabilidade de falhas ou a degradação do funcionamento de um ativo. De maneira resumida, esta seria a manutenção destinada a reduzir a probabilidade da falha potencial. Para Corrêa e Dias (2016), a manutenção preventiva também gera indisponibilidade no processo de produção, pois para cada evento de manutenção existe o lucro cessante programado. A manutenção preventiva pode ser baseada no tempo, na condição ou na falha. É baseada no tempo quando é definido um tempo

determinado de uso ou número de ciclos para execução de reparos com trocas de componentes. É baseada na condição quando está alinhada com técnicas de inspeção visual, de rotina, ou técnicas preditivas mais aprofundadas. É baseada na falha quando o conserto acontece após a detecção da falha potencial, considerando que a mesma não trará consequências ao meio ambiente e à segurança dos operadores.

Este tipo de manutenção, geralmente, pode ser alinhado às ferramentas da MCC:

A partir destas ferramentas, pode ser decidido para cada possível falha seu nível de risco e decidir se vale a pena trocar preventivamente ou esperar até a falha e ainda, caso admita-se trocar de forma preventiva, qual deverá ser esse tempo de forma otimizada.” (GAIO, 2016, p. 19).

3.3.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva, também conhecida como manutenção com base no estado do ativo, conceitua Teles (2019) que esse tipo de manutenção se baseia na tentativa de definir o futuro estado de um ativo ou até mesmo um sistema inteiro, apenas por meio da coleta de dados ao longo de um tempo predeterminado através de uma instrumentação específica. De modo objetivo, a manutenção preditiva consiste no monitoramento e testes nos equipamentos, com a finalidade de detectar e quantificar a severidade falhas potenciais ainda em estágio inicial.

Além disso, segundo Seleme (2015), a implantação desse tipo de manutenção é complexa, pois deve existir uma consciência da equipe para que ocorra uma mudança de cultura da empresa, já que a manutenção preditiva enxerga a necessidade de prevenção de avarias.

Há diversas técnicas e métodos de manutenção preditiva, alega Viana (2002), as mais utilizadas nas indústrias nacionais são:

- a) Ensaio por ultrassom: detecção de defeitos ou descontinuidades internas através de emissões acústicas;

- b) Análise de vibrações: técnica de manutenção preditiva mais completa para detecção de defeitos mecânicos. Fornece uma série de dados, nos orientando sobre o estado funcional de um determinado componente do ativo;
- c) Termografia: permite o sensoriamento remoto de pontos ou superfícies aquecidas por meio da radiação infravermelha;
- d) Análise de óleo lubrificante: determina o momento exato da troca do lubrificante e identifica sintomas de desgaste de um componente em um ativo.

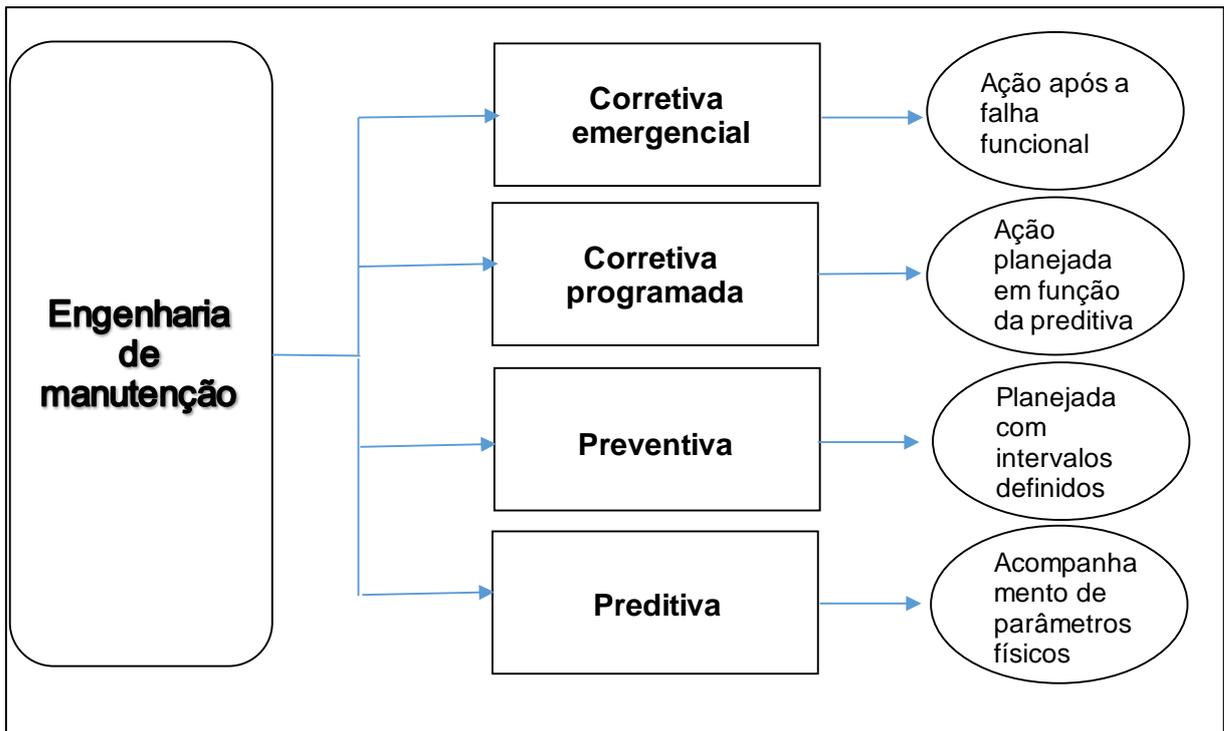
3.4 ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO

Como descreve Viana (2002), a determinação de que estratégia, ou estratégias de manutenção, a serem utilizadas no processo produtivo, é a base da política de manutenção. Isto significa avaliar e escolher determinados tipos de manutenção e suas variáveis de acordo com os objetivos da empresa. Nos dizeres de Teles (2019, p. 57) “Não existe tipo certo ou errado de manutenção. Errado é não ter manutenção.”. A estratégia de manutenção pode ser definida de acordo com os seguintes fatores: recomendações do fabricante, segurança do trabalho, meio ambiente e características do ativo.

3.5 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Para Kardec e Nascif (2009), a engenharia de manutenção significa uma mudança de cultura dentro do setor de manutenção. É deixar de ficar consertando de maneira contínua, para buscar as causas raízes das falhas; aumentar a confiabilidade, disponibilidade e a segurança dos ativos; desenvolver planos de manutenção eficazes; garantir a capacitação dos mantenedores; e ainda desenvolver a mantenedibilidade dos ativos. Conforme o diagrama da Figura 2, entende-se que os tipos de manutenção partem da engenharia.

Figura 2 — Engenharia de manutenção



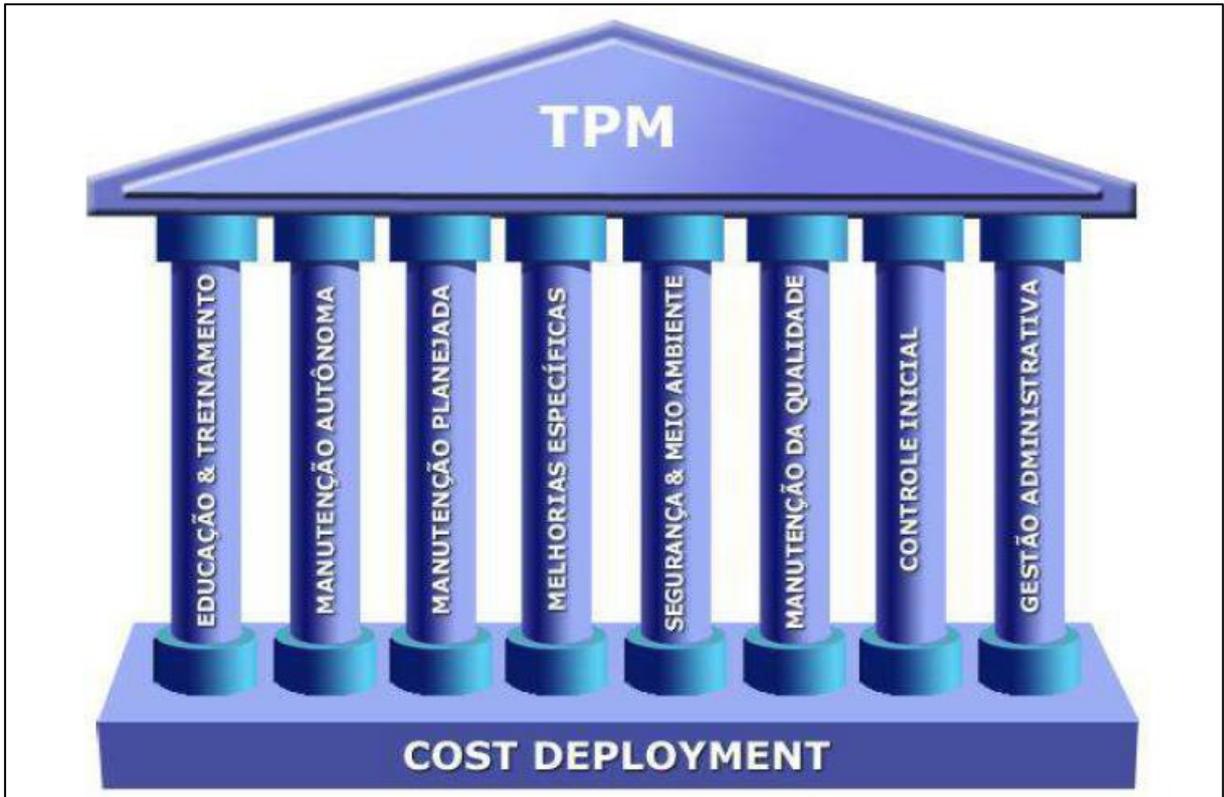
Fonte: Adaptado de GAIO, 2016.

3.6 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Como descreve Gaio (2016), a Manutenção Produtiva Total (MPT), do inglês *Total Productive Maintenance* (TPM), foi desenvolvida no Japão e é vista como uma extensão natural da organização dos processos produtivos. Através do conceito dessa metodologia, é de responsabilidade de cada funcionário cuidar da organização e seus ativos. Ou seja, a TPM deve ser vista como uma filosofia de gestão organizacional. Deve haver participação de todos os escalões da empresa, desde a alta direção até os postos operacionais da organização.

De acordo com Fogliatto e Ribeiro (2011), o desenvolvimento dessa metodologia se dá a partir de cinco atividades: capacitação da mão de obra; implementação de melhorias nos ativos; estruturação da manutenção autônoma; estruturação da manutenção planejada; e estruturação para o controle de novos ativos. Kardec e Nascif (2007) apresentam algumas modificações nessas atividades, entretanto não divergem nos princípios, conforme a Figura 3 demonstra.

Figura 3 — Pilares da TPM



Fonte: KARDEC e NASCIF, 2007.

3.7 MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

A metodologia RCM (*Reliability Centered Maintenance*), ou MCC, deu seus passos iniciais ainda na década de 1970, sendo uma excelente metodologia para a melhoria de processos em gestão da manutenção, possibilitando a redução de perdas e desperdícios dentro do setor de manutenção. “A Manutenção Centrada na Confiabilidade tem o foco em fazer apenas o necessário para se manter um ativo disponível, confiável e, por consequência, manter os sistemas em pleno funcionamento.” (TELES, 2018).

A MCC faz a combinação de técnicas de engenharia com abordagens sistemáticas, como descrito por Costa (2019), com o intuito de garantir que os equipamentos fabris possam manter suas funções de projeto. A utilização dessa metodologia possibilita os profissionais da área de manutenção a enxergar de maneira mais nítida as causas dos modos de falhas, detectando as causas raízes. Uma definição formal de MCC, por Moubray (2000, p. 7), seria: “um processo usado

para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que os seus usuários querem que ele faça no seu contexto operacional presente.”.

O principal objetivo da MCC, conforme Gaio (2016), é criar uma rotina de manutenção que preserve as funções requeridas dos ativos de maneira eficaz e com custos reduzidos. A disponibilidade de informações sobre o ativo é imprescindível, afinal, o que não é medido, não pode ser gerenciado.

A MCC se faz o modelo de manutenção mais rentável atualmente. A MCC se baseia no mesmo conceito de eficácia, pois é feito apenas o que deve ser feito e não o que pode ser feito.

3.7.1 Implementação da manutenção centrada em confiabilidade

A MCC pode ser sintetizada da seguinte forma, alega Teles (2018), “[...] em quatro tipos de manutenção, que quando combinados, resultam em uma estratégia global de manutenção.”. Esses quatro tipos, são: manutenção corretiva; manutenção preventiva; manutenção preditiva; e manutenção proativa que “consiste na otimização contínua do processo e de equipamentos através da experiência adquirida com os eventos de falha e/ou manutenção.” (TELES, 2018). Na Figura 4 é demonstrado, através de um diagrama, as aplicações e tipologias.

Figura 4 — Diagrama esquemático de estratégias de aplicação da MCC



Fonte: TELES, 2018.

Nos dizeres de Teles (2018), as ações de manutenção devem possuir três objetivos, são eles: Diminuir ou eliminar a chance de ocorrer uma falha; diminuir ou eliminar a severidade de uma falha; e aumentar a chance de detecção da falha ainda em estágio inicial, ou seja, uma falha potencial. Percebe-se que o primeiro objetivo atua diretamente na ocorrência da falha, já o segundo objetivo atua no efeito e da falha, enquanto o terceiro objetivo atua na identificação da falha.

Conforme Gaio (2016), o ativo escolhido deve ser relevante do ponto de vista operacional e financeiro à empresa, deste modo, justificando a sua aplicação. Fogliatto e Ribeiro (2011) conceituam que as formas com que o ativo pode vir a falhar e as causas de cada uma dessas falhas, constituem outro ponto relevante aplicado pela MCC. Portanto, a análise dos modos de falhas e seus efeitos, do inglês *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), é um dos pontos cruciais na aplicação da MCC.

3.7.2 Plano de manutenção centrado em confiabilidade

Como descrito por Teles (2019) a realização de um plano de manutenção tem apenas uma função: manter a função de cada sistema vital para o processo de produção; e preservar seu funcionamento. Segundo a NBR 5462-1994 um plano de confiabilidade e manutenibilidade estipula as práticas específicas, recursos e atividades necessárias para garantir que um item atenderá aos requisitos de confiabilidade e manutenibilidade que são exigidos por um certo projeto.

De acordo com Seleme (2015), planos de manutenção são documentos no qual são descritos o procedimento a ser seguido para a realização da manutenção, normalmente são descritas instalações, ferramentas, cronogramas, recursos e atividades necessárias para garantir que um item atenderá aos requisitos por um determinado projeto ou tempo.

3.7.3 Confiabilidade

O termo confiabilidade, do inglês *Reliability*, é a probabilidade de um ativo continuar em funcionamento durante um determinado tempo futuro, conforme

Fogliatto e Ribeiro (2011), a confiabilidade incorpora a passagem do tempo. Como caracteriza a NBR 5462-1994, confiabilidade é a capacidade de um item, ou ativo, de desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo.

3.7.4 Manutenibilidade

Como descrito por Fogliatto e Ribeiro (2011), a manutenibilidade é a capacidade de um item de ser mantido ou recolocado em operação, conforme condições preestabelecidas de uso. Resumidamente, é a facilidade de se manter um ativo. É um fator importante para estabelecer o indicador de disponibilidade em uma indústria.

3.8 ANÁLISE DOS MODOS DE FALHAS E SEUS EFEITOS

Descrito através da ABNT, por meio da NBR 5462-1994, o FMEA é uma ferramenta de análise de confiabilidade que relaciona o estudo dos modelos de falhas que venham a existir para cada item. Como descreve Palady (2011), o FMEA é uma ferramenta extremamente eficaz quando aplicada de maneira correta, na grande maioria das vezes deve ser aplicada em equipes multidisciplinares, porém pode e geralmente é aplicada de forma individual em decorrência ao tempo e custo que demandam à sua realização. De acordo com Kardec e Nascif (2009), essa ferramenta ajuda na identificação e priorização das falhas potenciais em ativos. É um dos degraus para implantação do programa de Análise das Causas Raízes da Falha, do inglês *Root Cause Failure Analysis* (RCFA).

Teles (2019) afirma que o FMEA é uma ferramenta de análise qualitativa que transforma as informações em dados quantitativos. As falhas encontradas são priorizadas com base no NPR ou, do inglês *Risk Priority Number* (RPN), conceitua Gaio (2016), que é composto pela multiplicação dos seguintes indicadores: severidade (quão ruim será se acontecer); ocorrência (quão frequente de fato ocorre); e detecção (o quão fácil é de identificar se ocorrer).

O processo de análise de falha é dividido em três pontos:

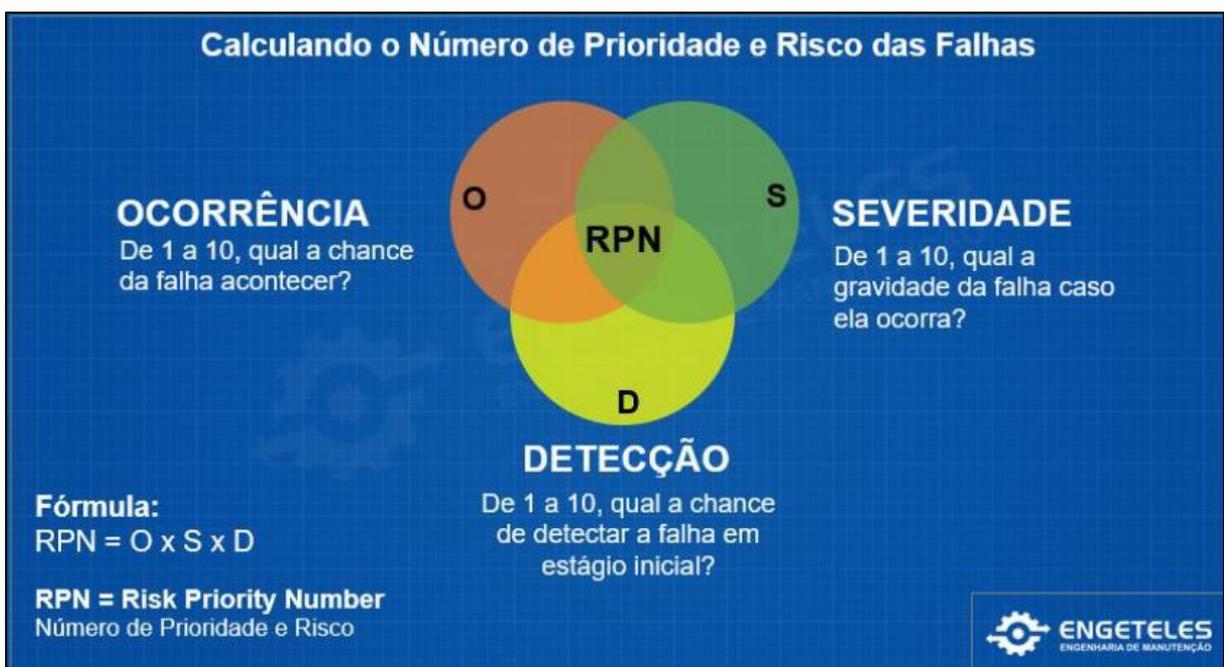
- a) Modos de falha: como a falha se apresenta no ativo. Um grupo de ativos podem falhar por centenas de razões, caracteriza Moubray (2000);
- b) Efeitos da falha: Qual a consequência dessa falha perante o ativo. Conforme Moubray (2000), os efeitos são os responsáveis por responder a seguinte questão: “o que acontece?”; quando a falha acontece;
- c) Causa da falha: O que levou o ativo a falhar.

3.8.1 Número de prioridade e risco

Esse indicador é utilizado para identificar qual modo de falha oferece mais risco para o ativo, alega Teles (2019), consequentemente indica a maior prioridade na prevenção de determinado modo de falha. O RPN é definido através do produto dos indicadores, conforme a Equação (1). A Figura 5 demonstra os parâmetros de notas para cada indicador. Quanto maior o valor do RPN, maior é a prioridade daquele item no plano.

$$\text{RPN} = \text{Ocorrência} \times \text{Detecção} \times \text{Severidade} \quad (1)$$

Figura 5 — Parâmetros RPN



Fonte: TELES, 2019.

3.8.2 Construção do FMEA

Os passos para construção do FMEA, exemplifica Gaio (2016), são:

- a) Dividir os processos de operação do ativo em etapas;
- b) Analisar a função de cada etapa de operação;
- c) Descrever, de maneira isolada, os modos de falhas em cada função de cada etapa;
- d) Descrever a causa de cada modos de falhas encontrados;
- e) Determinar o efeito dessas falhas;
- f) Determinar a severidade das falhas através de uma média simples dos seus efeitos: segurança, qualidade, produção e custo;
- g) Determinar a frequência de ocorrência dessas falhas;
- h) Determinar o nível de detecção das falhas;
- i) Realizar o cálculo do RPN.

3.8.3 Gráfico de Pareto

Conforme Pande, Neuman e Cavanagh (2001) a análise de Pareto é utilizada para hierarquizar dados em grupos, do maior para o menor. Apresenta-se em uma forma de gráficos de barras, que ajuda a identificar as ocorrências mais comuns de um problema. Esta análise tem como base a “Regra 80/20” desenvolvida por Pareto, em que 80% dos defeitos são gerados por 20% das causas. Essa análise pode ser utilizada na hierarquização das falhas que mais impactaram no funcionamento de um ativo.

3.9 INDICADORES

Os indicadores simplesmente expressam números para o resultado de uma comparação, deve ser uma fração onde no numerador fica definido o que será avaliado e no denominador fica descrito o que será relacionado para comparar com o numerador. De acordo com Kardec e Nascif (2009), os indicadores mais relevantes utilizados na manutenção são o Tempo Médio Entre Falhas (TMEF), do inglês *Mean Time Between Failures* (MTBF) e o Tempo Médio Para Reparos

(TMPR), do inglês *Mean Time To Repair* (MTTR). Na opinião de Teles (2019) é melhor ter poucos indicadores e acompanhá-los bem, do que ter muitos e não ter controle sobre eles.

3.9.1 Tempo médio entre falhas

O MTBF é a razão entre o tempo médio de funcionamento do ativo e as falhas ocorridas durante o processo de operação, se baseia no histórico de quebras do mesmo. Do ponto de vista de Teles (2019) este é o indicador mais importante, de maneira geral pode ser uma forma de analisar a qualidade da manutenção. Viana (2002) diz que, basicamente, esse indicador serve para observar o comportamento dos ativos mediante ações de manutenção. Os valores para MTBF são obtidos de acordo com a Equação (2) e quanto mais alto for, maior o tempo entre as falhas ocorridas e dessa maneira melhor será a confiabilidade do ativo.

$$MTBF = \frac{\text{Somatório de horas em funcionamento}}{\text{Número de falhas}} \quad (2)$$

3.9.2 Tempo médio para reparos

Outro indicador é o MTTR que indica o tempo médio, com base no histórico, que os executantes levam para colocar determinado ativo em funcionamento, Viana (2002) deduz que quanto menor o MTTR ao longo do tempo, melhor está sendo o andamento das atividades de manutenção no ativo. Este indicador, resumidamente, ajuda a medir a eficiência da manutenção durante as intervenções realizadas. Os resultados do MTTR são obtidos conforme a Equação (3).

$$MTTR = \frac{\text{Somatório do tempo para reparo}}{\text{Quantidade de intervenções realizadas}} \quad (3)$$

3.9.3 Disponibilidade

Como descrito pela NBR 5462-1994, pode-se definir como disponibilidade a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um

dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. Conforme exemplifica Gaio (2016), disponibilidade é o principal indicador da manutenção, pois afeta diretamente a eficiência global do ativo, do inglês *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Tendo os valores do MTBF e do MTTR, é possível calcular a disponibilidade. Os valores de disponibilidade são obtidos através da Equação (4).

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100 \quad (4)$$

3.9.4 Taxa de falhas

Segundo Teles (2019) a taxa de falhas é definida como o número de falhas ocorridas durante um certo tempo de operação, ou seja, é a frequência com que um determinado ativo apresenta falhas. É expressado matematicamente pela Equação (5).

$$\lambda = \frac{1}{\text{MTBF}} \quad (5)$$

Na prática, a taxa de falhas é o inverso do MTBF, mas também pode ser expressa conforme a Equação (6).

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Somatório de horas em funcionamento}} \quad (6)$$

3.9.5 Cálculo de confiabilidade

A confiabilidade é uma medida que está entre zero e um, quanto mais próximo de zero, maiores serão as chances de um ativo falhar dentro de um determinado período futuro de tempo e quanto mais próximo de um, maiores serão as chances do ativo desempenhar suas funções requeridas sem apresentar falhas funcionais. O cálculo pode ser feito como demonstrado na Equação 7.

$$R(t) = e^{-\lambda.t} \quad (7)$$

A variável “t” é o tempo futuro, em horas, para o qual se deseja projetar a confiabilidade.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo serão descritas as metodologias utilizadas para a coleta de dados deste Trabalho, incluindo a caracterização da pesquisa, bem como sua delimitação. Também serão abordadas as estratégias para definição do plano proposto, as técnicas para coletar os dados e a utilização de conceitos abordados no capítulo 2. Encerra-se o capítulo elencando as variáveis que serão observadas para a execução do Trabalho.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Quanto a área do conhecimento, conforme definidas pelo CNPq (2020), este Trabalho se situa na grande área das engenharias, muito embora cursando Engenharia Mecânica, dentro da subárea Mecânica, no ramo dos projetos de máquinas, especificamente nas áreas de controles e preservação de sistemas mecânicos.

Quanto à finalidade, o Trabalho classifica-se como sendo uma pesquisa aplicada, uma vez que, conforme Gil (2010), o tipo de pesquisa assim denominado pretende “aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica” (GIL, 2010, p. 27). Os conhecimentos adquiridos durante a pesquisa serão utilizados para propor um plano de manutenção centrado em confiabilidade.

Quanto aos métodos empregados, classifica-se a mesma, ainda conforme a subdivisão estabelecida por Gil (2010), referente a natureza dos dados, como uma pesquisa quantitativa, uma vez que nos interessa neste Trabalho são as quantidades que serão medidas. Quanto ao ambiente em que os dados serão coletados, o Trabalho será de campo, pois trata-se de pesquisa onde a coleta dos dados se dará no próprio local onde ocorrem os eventos para os quais se buscam respostas. Os dados a serem obtidos serão encontrados na própria área operacional da indústria. Quanto ao grau de controle das variáveis, será uma pesquisa não-experimental, a qual, conforme Gil (2010) é conceituada como “o pesquisador analisa as informações provenientes de um determinado efeito provocado por um

ambiente foco de observação” (GIL, 2010, p. 28), pois será levantado o histórico de falhas durante o período de 2019 a 2021.

Quanto aos objetivos, enquadra-se esta pesquisa dentro do tipo denominado pesquisa descritiva, pois, tendo em vista o que afirma o mesmo autor, este é o tipo em que “a maioria das que são realizadas com objetivos profissionais” (GIL, 2010, p. 27), o que está em sintonia com o que pretende este Trabalho, uma vez que a partir dos resultados obtidos, será possível propor um plano de manutenção que minimize as principais falhas que possam ocorrer em uma empacotadora automática de uma indústria de farinha.

Ainda dentro desta subdivisão, a coleta de dados se dará através de pesquisa bibliográfica que é descrito por Junior (2008), como “o pesquisador somente utiliza publicações impressas ou eletrônicas” (JUNIOR, 2008, p. 59) e também estudo de caso que é descrito por Junior (2008), como “pesquisa um determinado grupo, família ou comunidade para indagar em profundidade, para examinar algum aspecto particular” (JUNIOR, 2008, p. 259) e por último levantamento de campo que é descrito por Junior (2008), como “contato maior com a população pesquisada a fim de verificar a ocorrência de algum fenômeno que estaria influenciando sobre a mesma ou a fim de realizar alguma experiência com a sua participação” (JUNIOR, 2008, p. 259).

4.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

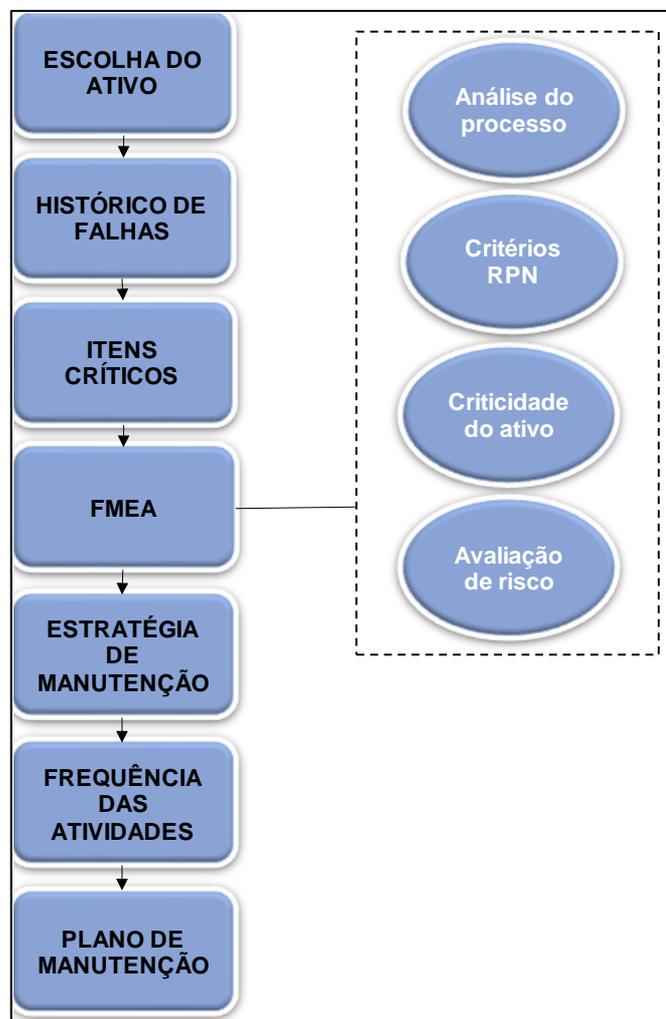
A pesquisa proposta para este Trabalho é feita da busca pelo conhecimento sobre manutenção industrial, com foco na MCC, por meio da observação, identificação, análise, interpretação de dados obtidos e elaboração qualitativa que transformará as informações em dados quantitativos.

O plano será elaborado para uma máquina empacotadora automática de pacotes de 5 kg de uma indústria que produz farinha, da fabricante italiana: Italtack; será relacionado o conhecimento técnico da área operacional, e de manutenção, junto com as ferramentas da MCC.

4.3 ESTRATÉGIA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO

A função de um plano de manutenção consiste em preservar os sistemas em funcionamento. A estratégia utilizada, para determinar o plano, foi sugerida pela literatura, conforme capítulo 2, e adaptada conforme realidade da empresa e características do ativo no qual o Trabalho se baseia. A Figura 6 demonstra o fluxograma da estratégia para elaboração do plano de manutenção.

Figura 6 — Estratégia para elaboração do plano



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS

O baixo nível de informações fidedignas é um dos empecilhos na implementação da MCC. O controle deve ser constante, a falta de informações sobre as causas, motivos e tempo decorrido das falhas, interferem na análise de

falhas do ativo. Todo esse histórico torna-se um banco de dados para geração do OEE, por parte do Planejamento e Controle da Produção (PCP) através do Excel, e deve haver uma documentação histórica de manutenção, geralmente executada pelo Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), sempre após uma intervenção realizada na máquina, contemplando o tempo gasto, os recursos utilizados e a descrição do serviço executado, esse registro é feito através da Ordem de Serviço (OS).

O histórico analisado contemplará o período de 2019 a 2021, através do OEE de cada mês. Os apontamentos possuem algumas informações genéricas referente a descrição da falha, mas através da análise qualitativa é o suficiente para a tomada de decisões referente ao plano de manutenção que será proposto.

4.4.1 Utilização do FMEA

O FMEA possibilitará a identificação de quais falhas ameaçam as funções dos sistemas, como surgem e quais suas consequências. Portanto, o FMEA foi escolhido como ferramenta de confiabilidade para dar suporte na tomada de decisões. Para um plano de manutenção ser realmente eficaz deve-se começar pelo FMEA.

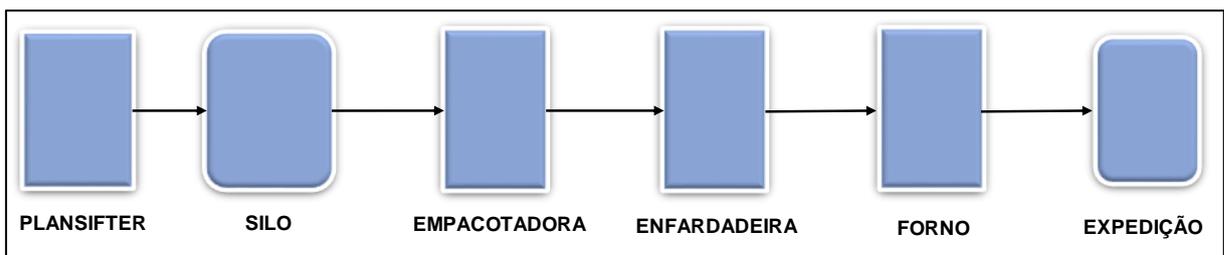
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, será discutido o resultado obtido através deste Trabalho, que por seu objetivo é a elaboração do plano de manutenção criado a partir da utilização de ferramentas de confiabilidade.

5.1 ATIVO

A escolha do ativo é a primeira etapa para implementação da MCC. O ativo em questão é uma máquina empacotadora automática da fabricante Italtapack, que é responsável pelo processo de ensaque de pacotes de 5 kg de farinha, é a única em sua linha e não possui redundância, deste modo, justificando a necessidade de um estudo de manutenção mais aprofundado do ponto de vista da Engenharia Mecânica, pois alinha conhecimentos de automação e operação. A empacotadora é relativamente nova, instalada no ano de 2017. A Figura 7 demonstra o fluxo, de maneira simplificada, pela qual a farinha doméstica passa pelo processo de moagem até ser ensacada em pacotes de 5 kg e enviada à expedição de produtos acabados.

Figura 7 — Fluxo do processo de moagem de farinha até o ensaque



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

As informações técnicas do ativo são demonstradas na Tabela 2:

Tabela 2 — Informações técnicas

Volume de produção máximo	= 66 pacotes/minuto
Volume de produção atual	= 36 a 38 pacotes/minuto
Pressão de alimentação de ar	= 6 bar
Potência máxima	= 28 kW
Tensão elétrica	= 380 V
Frequência	= 60 Hz
Tensão nos comandos	= 24 V

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Os dados da placa de informação do ativo são demonstrados na Tabela 3:

Tabela 3 — Placa de informações

Modelo	= FPF 100/S
Série	= 16/15
Número de série	= 766
Ano	= 2015
Peso total	= 3000 kg

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

As informações apresentadas nas Tabelas 2 e 3 foram extraídas do manual do ativo.

A empacotadora funciona da seguinte maneira:

- a) Máquina controlada via Controlador Lógico Programável (CLP), do inglês *Programmable Logic Controller (PLC)*;
- b) Ajustes, testes e visualização estatística de produção são realizadas via Interface Homem Máquina (IHM);
- c) Sistema contínuo de solda quente, temperatura controlada via IHM, para solda longitudinal e transversal;
- d) Corte do pacote realizado por faca atuada por cilindros pneumáticos;
- e) Equipado com componentes pneumáticos;
- f) Equipado com componentes eletroeletrônicos.

Na Figura 8 é possível ver uma imagem da empacotadora.

Figura 8 — Italpack 100/S



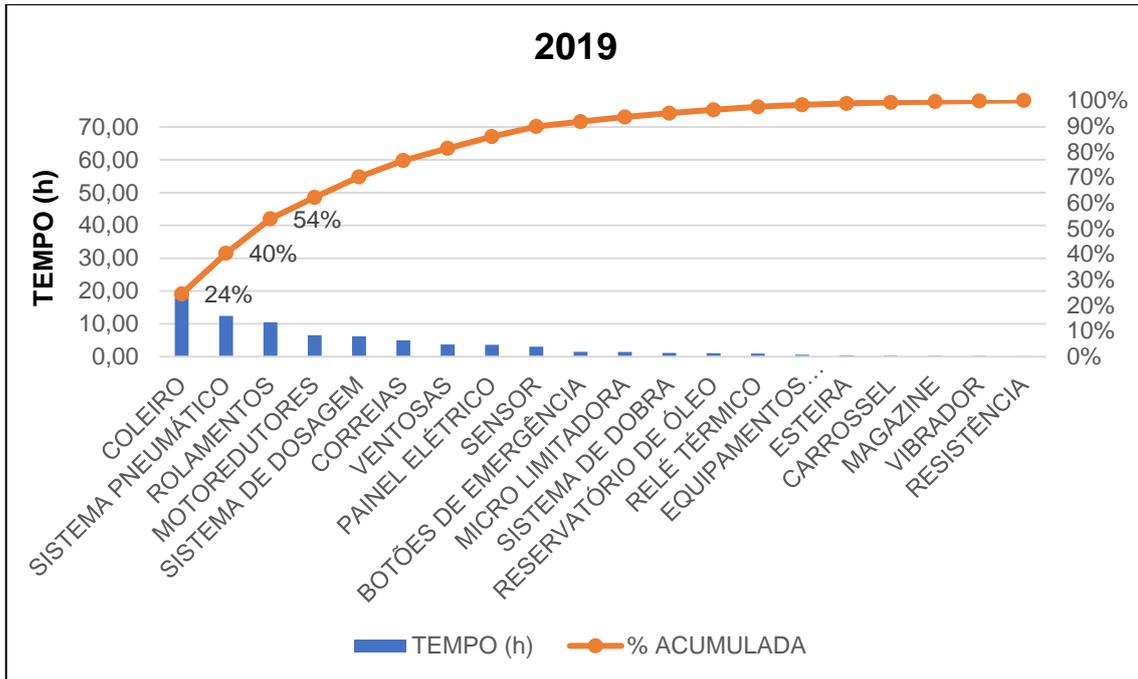
Fonte: ITALPACK, 2007.

5.2 HISTÓRICO DE FALHAS

Esse levantamento é essencial para elaboração do FMEA. O mesmo é feito através de planilhas de OEE do setor de ensaque contemplando a linha Doméstica 5-PAP, as mesmas começaram a ser registradas a partir de 2019. A máquina é relativamente nova, portanto, o período de três anos para levantamento de falhas se faz necessário e garante mais confiabilidade à análise.

Após a utilização das planilhas de OEE do setor de ensaque, abrangendo apenas as falhas mecânicas e elétricas, desconsiderando paradas externas ou operacionais, no período entre 2019 a 2021, foram elaborados os gráficos de Pareto das Figuras 9 a 11 para determinação e hierarquização das falhas com maior tempo de parada de máquina, em horas, envolvido.

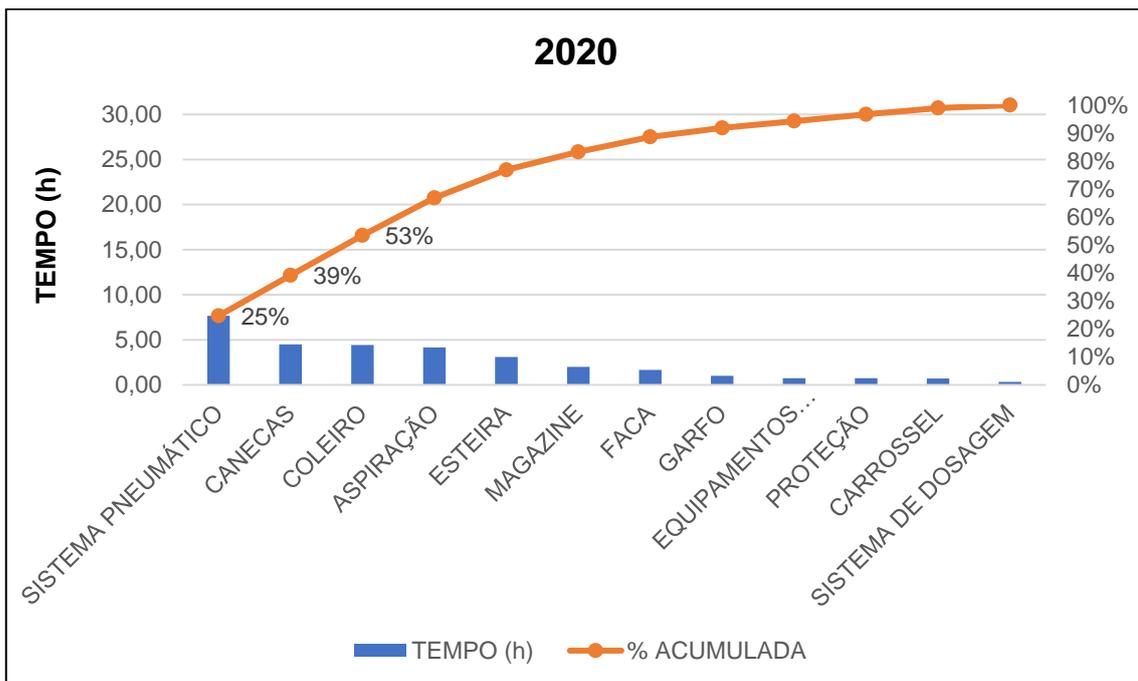
Figura 9 — Levantamento das falhas em 2019



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Durante o ano de 2019, os sistemas: Coleiro, Sistema Pneumático e Rolamentos; representaram 54% do tempo total de parada de máquina do respectivo ano analisado.

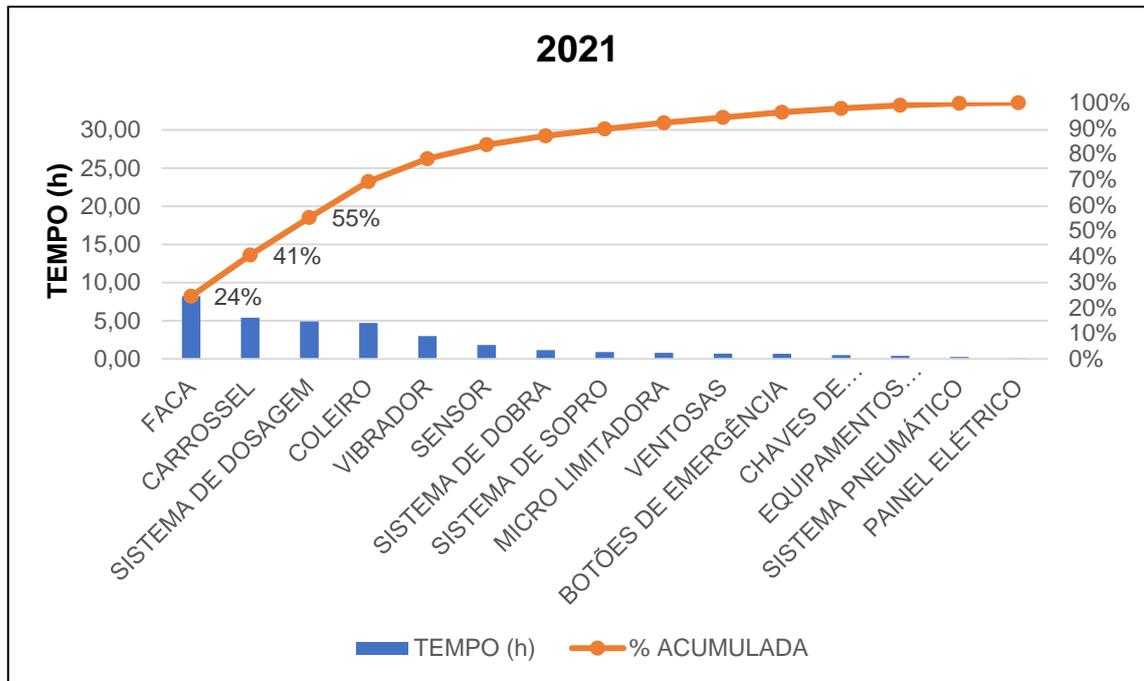
Figura 10 — Levantamento das falhas em 2020



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Durante o ano de 2020, os sistemas: Sistema Pneumático, Canecas e Coleiro; representaram 53% do tempo total de parada de máquina do respectivo ano.

Figura 11 — Levantamento das falhas em 2021



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Durante o ano de 2021, os sistemas: Faca, Carrossel e Sistema de Dosagem; representaram 55% do tempo total de parada de máquina do respectivo ano.

O objetivo da análise de Pareto é nos mostrar quais são as falhas que geraram maior impacto na disponibilidade do ativo ao decorrer do período de tempo analisado para que possamos priorizar a solução das causas dessas falhas, ou seja, acrescentando ao plano de manutenção que será elaborado.

5.2.1 Itens críticos

Ao longo dos três anos analisados, os itens, no geral, foram distintos, porém através dos gráficos de Pareto das Figuras 9 a 11 observa-se que o top 03 itens, ou sistemas, com maior impacto no funcionamento do ativo, são:

- a) Coleiro;

- b) Sistema pneumático;
- c) Rolamentos;
- d) Canecas;
- e) Faca;
- f) Carrossel;
- g) Sistema de dosagem.

A partir da análise de Pareto, observa-se que o top 03 itens, de cada ano, é responsável por mais de 50% do tempo de parada de máquina de cada ano analisado. Os itens levantados servirão como ponto de partida para elaboração da estratégia de manutenção que será utilizada na elaboração do plano de manutenção.

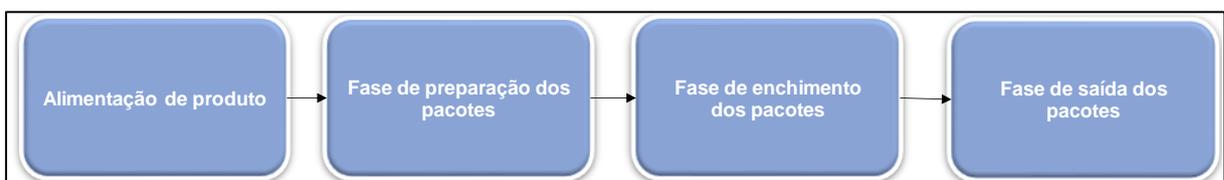
5.3 ELABORAÇÃO DO FMEA

Este capítulo mostrará os passos para elaboração do FMEA com base nas etapas produtivas do ativo, identificando assim as suas respectivas falhas potenciais.

5.3.1 Análise do processo

O primeiro passo será a divisão do processo operacional do ativo. De maneira simplificada, o processo foi dividido conforme a Figura 12.

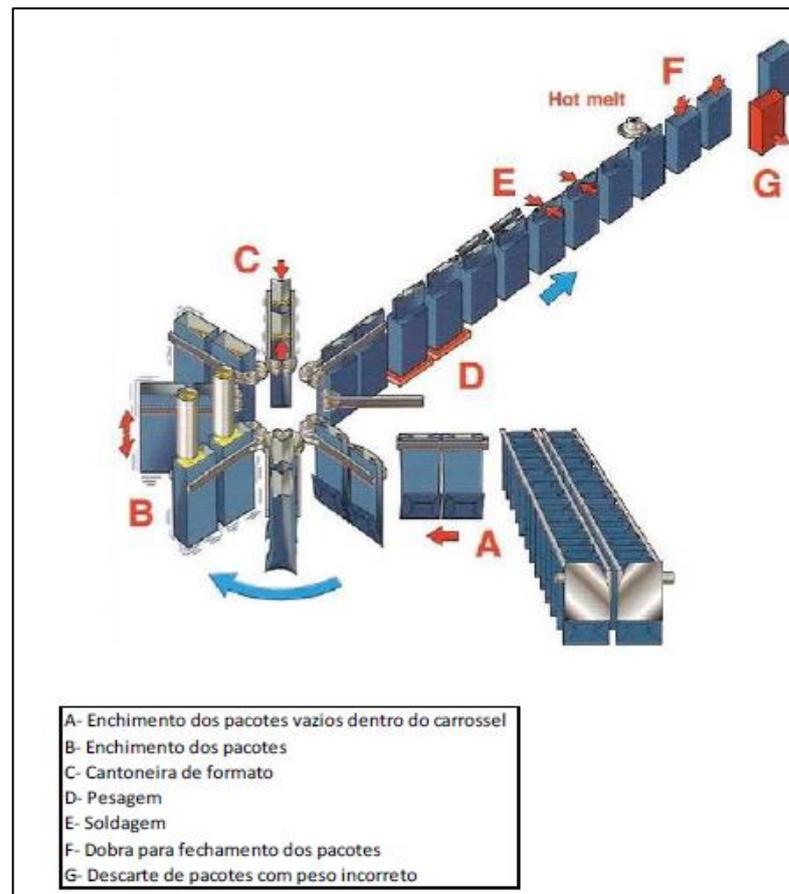
Figura 12 — Fluxo operacional simplificado do ativo



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

A partir da divisão do fluxo operacional do ativo é possível identificar suas funções e seus modos, causas e efeitos de falhas. A Figura 13, extraída do manual do ativo, demonstra o processo de maneira mais detalhada.

Figura 13 — Etapas do processo produtivo detalhadas



Fonte: ITALPACK, 2007.

5.3.2 Critérios RPN

Como visto no capítulo 2, os critérios para classificação de falhas são: severidade, ocorrência e detecção. Esses critérios serão analisados de acordo com a especificidade do ativo, junto a uma equipe multidisciplinar que alinhou pessoas da manutenção e produção.

Para o critério de severidade será o analisado o impacto da falha na segurança, qualidade, produção e custos do processo. As notas serão atribuídas de 0 a 10, sendo assim, a nota do critério de severidade será determinada pela média aritmética simples das notas dos respectivos aspectos. Conforme referenciado na literatura e representado na Tabela 4.

Tabela 4 — Critério de severidade (S)

Aspecto	Descrição	Pontos
Segurança / Qualidade	Lesões e/ou doenças permanentes e com perda de tempo / Impacto direto no produto final (Recall)	10
	Lesões e/ou doenças tratamento médico e restrições de trabalho / Devolução do produto ou impacta a qualidade interna	5
	Lesões de primeiro socorros ou enfermidades / Baixo impacto e reprocessamento interno (retrabalho)	2
	Sem impactos relacionados à segurança do trabalho e à qualidade	0
Produção	Parada de todo o processo (afeta o produto final)	10
	Parada parcial do processo	5
	Pequena perda no processo e perda de controle	2
	Sem impactos relacionados ao processo	0
Custos associados	Altos e não suportados pelo orçamento	10
	Medianos, compromete até 50% do orçamento	5
	Baixos, absorvíveis pelo orçamento (entre 5% e 49,9%)	2
	Irrelevantes abaixo de 5%	0

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Para o critério de ocorrência será analisado a probabilidade para que o modo de falha ocorra, para isso será analisado a quantidade de falhas de cada modo de falha envolvido nas etapas do processo produtivo do respectivo ativo. Foi então definido de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 — Critério de ocorrência (O)

Aspecto	Descrição	Pontos
Probabilidade de falha	Várias vezes por mês	10
	Um evento mensal	8
	Uma vez por trimestre	6
	Um evento anual	4
	Uma vez a cada 3 anos	2
	Mais que 5 anos para uma falha	1

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Para o último critério, de detecção, será analisado a probabilidade da falha ser detectada se ocorrer, as notas serão dispostas conforme a Tabela 6.

Tabela 6 — Critério de detecção (D)

Aspecto	Descrição	Pontos
Detecção	Probabilidade remota	10
	Probabilidade muito pequena	8
	Probabilidade baixa	6
	Probabilidade moderada	4
	Probabilidade alta	2
	Probabilidade muito alta	1

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

5.3.3 Criticidade do ativo

O ativo em questão, empacotadora automática Italpack, possui criticidade A no processo produtivo da empresa, por mais que seu regime operacional seja de 8 horas por 5 dias na semana, se o ativo falhar, a linha Doméstica 5-PAP fica sem produzir e, para atingir a produção diária, seria necessário gastos com horas extras. Essa criticidade foi definida anteriormente entre uma equipe multidisciplinar que alinhou responsáveis dos setores de manutenção, produção, segurança e qualidade, de acordo com as definições da Tabela 7 e pode ser vista no Apêndice A deste Trabalho.

Tabela 7 — Definições de criticidade do ativo

Aspecto	Descrição
Regime de Operação	Regime de trabalho do ativo e linha de produção.
Segurança	Impacto da falha relacionado a segurança do colaborador ou patrimonial.
Meio Ambiente	Danos ou efeitos relacionados ao meio ambiente.
Produção	Falhas que possam comprometer a parada total ou parcial do processo.
Qualidade	Falhas que possam comprometer a qualidade do produto final, devoluções ou reprocessamento interno.
Custos associados	Custos associados ao reparo do ativo (Peça e mão de obra).
Probabilidade de falha	A probabilidade de ocorrência de falha no ativo (histórico ou avaliação da equipe técnica).

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

5.3.4 Avaliação de risco

Após quantificado o risco de cada modo de falha, deve-se partir para a priorização de risco, através do cálculo do RPN. Quanto maior for o RPN, mais atenção e prioridade será dado para aquele determinado ponto do processo.

Conforme a especificidade do ativo e as políticas da empresa, os valores de RPN serão definidos em três classes de risco, essa definição pode ser observada através da Tabela 8.

Tabela 8 — Classe de risco e criticidade

Classe de risco	RPN mínimo	RPN máximo	Criticidade
Alto	301	1000	A
Médio	101	300	B
Baixo	1	100	C

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

5.3.5 Execução do FMEA

Após feito toda a metodologia sugerida pela literatura, mas com modificações de acordo com a empresa e características do ativo, é possível executar o FMEA conforme o fluxo operacional simplificado do ativo, com o auxílio de um time multidisciplinar de manutenção e operação, não sendo necessário elaborar reuniões formais e prolongadas, as informações serão coletadas e caracterizadas em campo, durante o período de operação e manutenção normais do ativo. O FMEA será representado de acordo com as Tabelas 9 a 12.

Tabela 9 — FMEA – Alimentação de produto

Etapa operacional	Função da etapa	Modo de falha	Causa da falha	Efeito da falha	Segurança / Qualidade	Produção	Custos associados	Severidade (S)	Ocorrência (O)	Deteção (D)	RPN	Avaliação de risco
Alimentação de produto	Dosar quantidades precisas de produto nos pacotes	Não é feito o abastecimento	O dosador está vazio ou bico superior com problemas	Processo não inicia	2	10	2	4,67	8	8	298,67	B
			A fotocélula (sensor) não detectou um pacote na posição de dosagem		2	10	5	5,67	8	6	272,00	B
		Dosagem de produto errada	Encoder do parafuso sem-fim não está funcionando	Perda de material e retrabalho para reprocessar	5	5	5	5,00	4	10	200,00	B

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Tabela 10 — FMEA – Fase de preparação dos pacotes

Etapa operacional	Função da etapa	Modo de falha	Causa da falha	Efeito da falha	Segurança / Qualidade	Produção	Custos associados	Severidade (S)	Ocorrência (O)	Deteção (D)	RPN	Avaliação de risco
Fase de preparação dos pacotes	Magazine alimenta os pacotes vazios no carrossel de enchimento	Queda dos pacotes das ventosas na primeira estação de carrossel	As pinças não estão fechando com precisão	Perda de material	2	5	2	3,00	6	6	108,00	B
		As ventosas não tem vácuo suficiente para evitar a queda dos pacotes.	Possível acúmulo de sujeira	Perda de material	2	5	2	3,00	6	8	144,00	B

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Tabela 11 — FMEA – Fase de enchimento dos pacotes

Etapa operacional	Função da etapa	Modo de falha	Causa da falha	Efeito da falha	Segurança / Qualidade	Produção	Custos associados	Severidade (S)	Ocorrência (O)	Deteção (D)	RPN	Avaliação de risco
Fase de enchimento dos pacotes	Os pacotes são insuflados por meio de um soprador, o produto previamente dosado é direcionado para os pacotes	O pacote cheio fica murcho	Produto não é compactado o suficiente devido à vibração não acomodar completamente o produto	Perda de material e parada de máquina para correção	5	10	5	6,67	6	6	240,00	B
		Rotação do carrossel não é macia, suave	Corrente de transmissão está frouxa	Pacotes rasgando dentro do carrossel e parada de máquina para correção	5	10	5	6,67	8	8	426,67	A

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Tabela 12 — FMEA – Fase de saída dos pacotes

Etapa operacional	Função da etapa	Modo de falha	Causa da falha	Efeito da falha	Segurança / Qualidade	Produção	Custos associados	Severidade (S)	Ocorrência (O)	Deteção (D)	RPN	Avaliação de risco
Fase de saída dos pacotes	Os pacotes são pesados, na estação de corte a extremidade superior do pacote é cortada, são dobrados, soldados e os pacotes com peso incorreto são descartados	A mensagem "Limite de Erro" aparece na IHM	Há um pacote preso na garfo saída	Pacotes rasgando no garfo de saída	5	5	2	4,00	4	4	64,00	C
			O interruptor fim de curso está com um fio quebrado	Parada parcial de máquina para correção	2	5	2	3,00	4	4	48,00	C
		O medidor de pressão de óleo indica "0" ou extrema pressão (> 10 bar)	Óleo não mais adequado ao uso	Parada de máquina para correção	0	10	10	6,67	6	10	400,00	A
		A pressão de ar comprimido do sistema caiu	Falta de ar comprimido - eletroválvulas	Sistema não funciona, máquina parada	2	10	2	4,67	6	6	168,00	B
		Pacotes não estão sendo devidamente soldados	Bico injetor de cola entupido, jato cola obstruído	Pacotes não são soldados devidamente, perda de material e parada de máquina para correção	5	10	10	8,33	8	6	400,00	A
		Corte falhando e esmagando o pacote	Faca mal regulada e/ou sem fio	Perda de material e parada de máquina para correção	5	10	5	6,67	8	6	320,00	A

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

5.4 DETERMINAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO

Após a execução do FMEA de acordo com as etapas do processo produtivo do ativo foi possível identificar e classificar as suas falhas potenciais. Para selecionar de maneira adequada o tipo de manutenção que irá garantir disponibilidade e confiabilidade ao ativo, é preciso conflitar o resultado do FMEA com a matriz de criticidade do ativo. A Tabela 13 mostra a recomendação de cada tipo de manutenção com base no RPN e criticidade do ativo.

Tabela 13 — Estratégias de manutenção

Criticidade do ativo	Classe de risco	Criticidade	Estratégia de manutenção
A	Alto	A	Preventiva
	Médio	B	Preditiva e Inspeção sensível
	Baixo	C	Corretiva

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

5.5 PERIODICIDADE DAS OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO

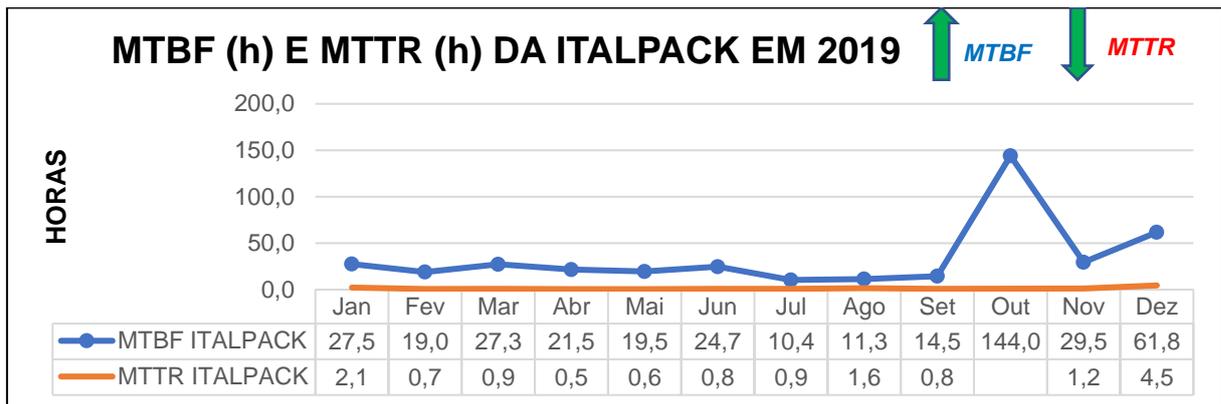
Um plano de manutenção eficaz tem que ser dinâmico e deve ser revisado periodicamente, essa revisão é motivada justamente para adequação das periodicidades das operações de manutenção. A revisão se faz necessária pelo fato das periodicidades serem estabelecidas de acordo com parâmetros de confiabilidade e disponibilidade do ativo em questão.

Para os itens críticos, a periodicidade das operações de manutenção será definida conforme dados de MTBF, MTTR e disponibilidade obtidos durante o período pré-estabelecido. Para os demais itens, dos quais a atividade foi identificada apenas pelo FMEA, será adotada a periodicidade recomendada pelo fabricante, pelo técnico da máquina e pela experiência do time de manutenção.

5.5.1 Resultados MTBF e MTTR

A partir da análise qualitativa e quantitativa do histórico de falhas do ativo durante o período de 2019 a 2021, conforme mostrado nos gráficos das Figuras 14 a 16, obteve-se os seguintes resultados de MTBF e MTTR:

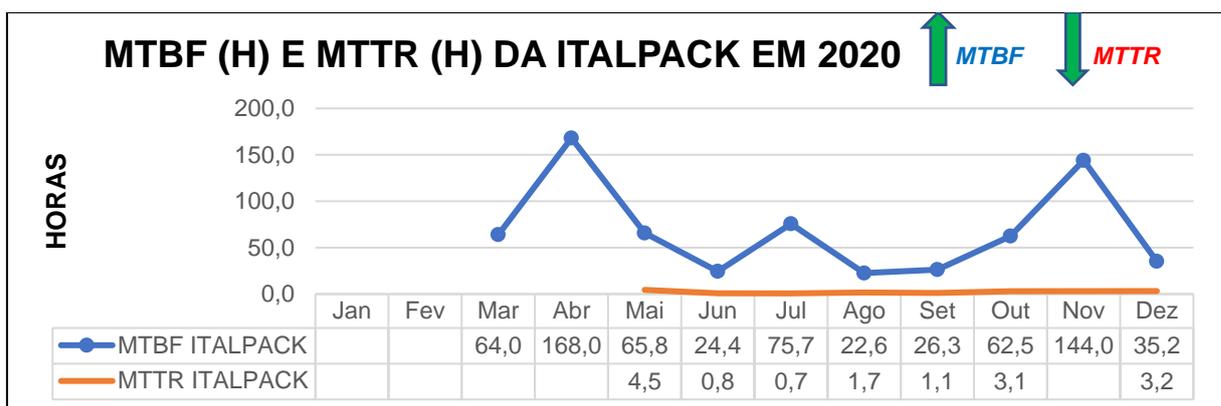
Figura 14 — Valores MTBF e MTTR em 2019



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Durante o ano de 2019, os valores de MTBF se mantiveram sem grandes variações até outubro onde, neste mês, não houve nenhuma parada mecânica ou elétrica na máquina. O valor de MTTR teve apenas uma alta no mês de dezembro.

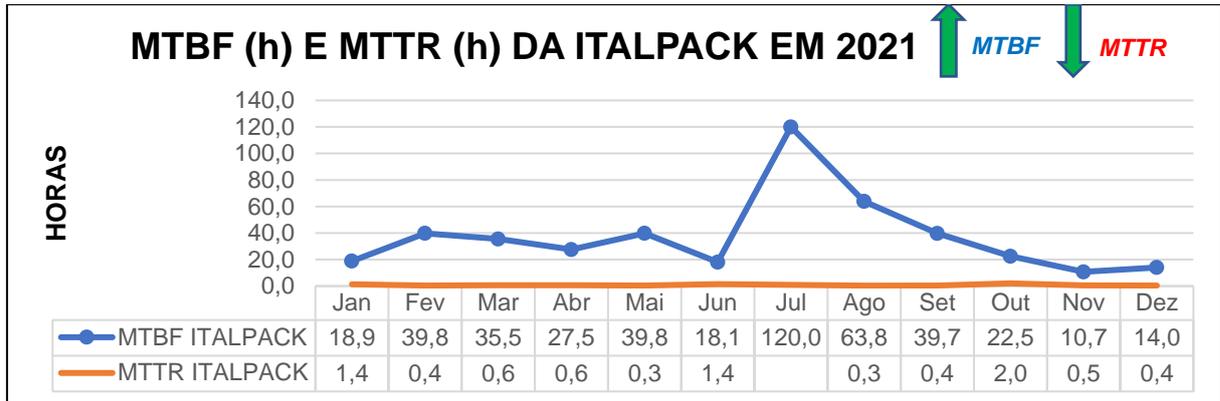
Figura 15 — Valores MTBF e MTTR em 2020



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Durante o ano de 2020, os valores de MTBF possuíram grandes variações ao longo do referido ano, possuindo valores máximos em março, abril e novembro. O valor de MTTR se manteve elevado apenas durante os meses de maio, outubro e dezembro.

Figura 16 — Valores MTBF e MTTR em 2021



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

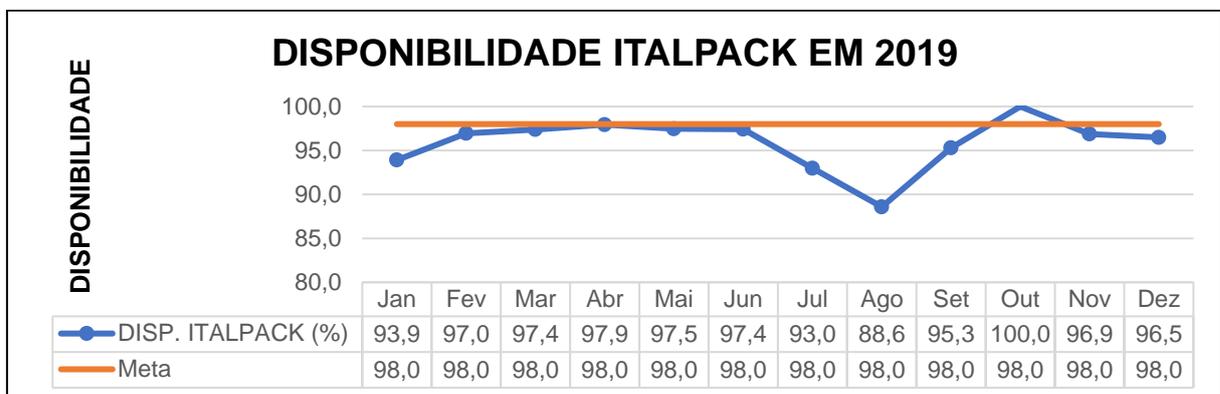
Durante o ano de 2021, os valores de MTBF contaram com uma máxima no mês de julho, voltando a decair até o final do ano. O valor de MTTR se manteve estável, com valor elevado apenas no mês de outubro.

As setas verdes embutidas nos gráficos indicam que quanto maior o valor do MTBF e menor o valor de MTTR, melhor.

5.5.2 Resultados de disponibilidade

Após a extração dos valores de MTBF e MTTR, torna-se possível a obtenção dos valores de disponibilidade referente ao mesmo período mencionado anteriormente. As Figuras 17 a 19 demonstram os resultados obtidos conflitando com a meta de 98%, conforme políticas da empresa.

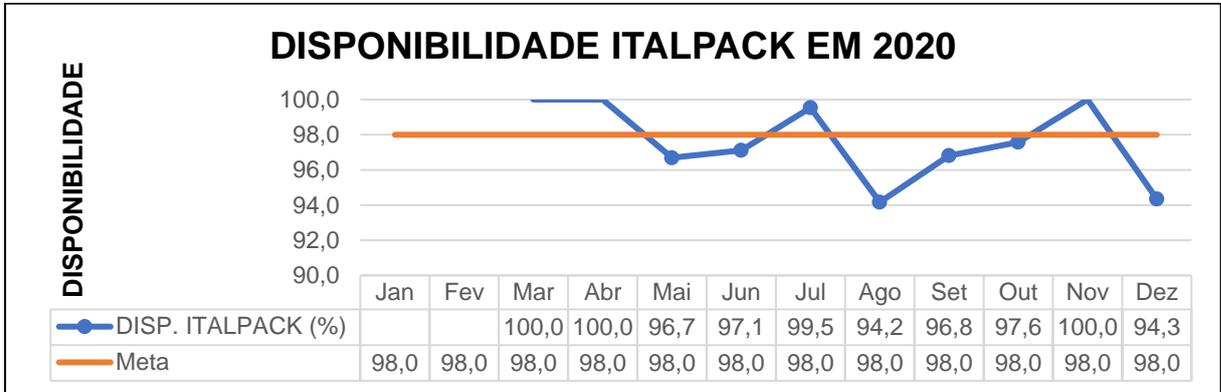
Figura 17 — Valores de disponibilidade em 2019



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Durante o ano de 2019, a máquina só esteve acima da meta no mês de outubro, onde não houveram paradas mecânicas ou elétricas relatadas em OEE.

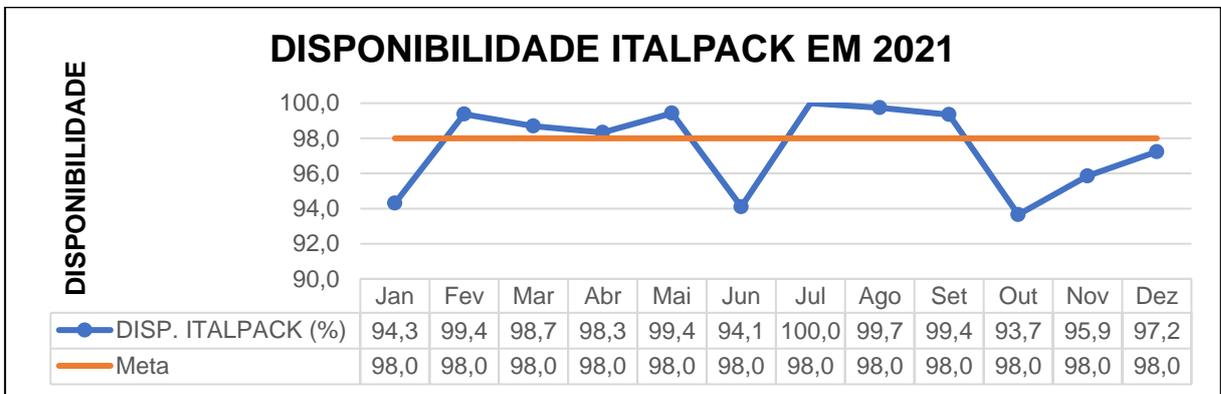
Figura 18 — Valores de disponibilidade em 2020



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Durante o ano de 2020, a máquina esteve acima da meta nos meses de março, abril e novembro com valores máximos, e em julho com valor próximo do máximo, demais meses ficaram abaixo da meta estipulada.

Figura 19 — Valores de disponibilidade em 2020



Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Durante o ano de 2021, a máquina esteve acima da meta durante seis meses do respectivo ano, com valores máximos em julho, e seis meses abaixo da meta.

5.6 RESUMO DA ANÁLISE

A partir da análise quantitativa realizada dentro do período de três anos de operação do ativo, torna-se possível fazer o seguinte resumo demonstrado na Tabela 14:

Tabela 14 — Resumo da análise

Italpack (2019, 2020 e 2021)	
MTBF (h)	32,9
MTTR (h)	1,05
Disponibilidade	96,9
Taxa de falhas	0,030
Confiabilidade	
R(1550)	4,2503E-21

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

O fator de serviço e as especificidades da máquina, alinhados com o conhecimento técnico de manutenção tornam-se os pontos mais importantes para a definição da periodicidade das operações de manutenção, pois não está sendo trabalhado com uma confiabilidade mínima requerida, embora o resultado da mesma tenha sido baixíssimo. Quanto menor o valor da taxa de falhas, maior o valor de confiabilidade para o período futuro estimado. Neste estudo, estão sendo utilizadas ferramentas de confiabilidade para maximizar a disponibilidade da máquina. O valor de confiabilidade calculado foi projetado, no futuro, em função do tempo de 1550 horas de operação durante um ano inteiro, essa é a média de horas em funcionamento da empacotadora durante um ano, como referência foi estimado o ano de 2023.

A elaboração do plano iniciou-se através da utilização do FMEA, que indicou as falhas potenciais e a respectiva estratégia de manutenção. A definição das operações de manutenção, a fim de evitar as falhas potenciais identificadas, contou com um time multidisciplinar de manutenção e produção, o qual ajudou a elaborar, de acordo com a estratégia definida através estudo, as operações necessárias para evitar as falhas levantadas.

Para os sistemas envolvidos no FMEA, foi designado uma atividade preventiva, preditiva ou de inspeção sensível e, ainda, para os itens críticos, foi aplicado a periodicidade, mostrada na Tabela 15, conforme resultados de MTBF, MTTR e disponibilidade durante o período analisado.

Tabela 15 — Periodicidade itens críticos

	Coleiro	Sistema pneumático	Rolamentos	Canecas	Faca	Carrossel	Sistema de dosagem
Periodicidade definida (dias)	30	30/360	90/360	30	30	30	30

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

A periodicidade para os itens críticos foi definida, em média, em 30 dias, por conta da variação dos resultados de MTBF, MTTR e disponibilidade que se teve durante os três anos avaliados e conforme a complexidade da operação de manutenção a ser executada, por este motivo algumas periodicidades ficaram em 90 e 360 dias.

Para os demais itens, a periodicidade foi baseada na experiência do time de manutenção. No plano foram levantadas 62 diferentes operações de manutenção. Para melhor entendimento, as operações foram divididas em: preventiva mecânica, inspeção sensível mecânica, lubrificação, preventiva elétrica e preditiva elétrica, pois é dessa forma que é lançado no sistema da empresa. Ao plano foram atribuídas as seguintes informações: sistema/componente, descrição da atividade, frequência (ou periodicidade) e condição de operação do ativo. As Tabelas 16 a 20 mostram o resultado.

Tabela 16 — Operações mecânicas - Preventiva

OPERAÇÕES MECÂNICAS - PREVENTIVA			
Sistema/componente	Descrição da atividade	Frequência (dias)	Condição
Sistema pneumático	Verificar, limpar e testar todas as eletroválvulas pneumáticas	360	Parado (Desenergizado)
Sistema pneumático	Verificar estado das mangueiras do sistema pneumático	30	Parado (Desenergizado)
Sistema pneumático	Drenar água existente no filtro do ar comprimido	30	Parado (Desenergizado)
Correias	Verificar o estado e o tensionamento das correias de arraste	90	Parado (Desenergizado)
Correntes	Verificar desgaste, estiramento e folgas das correntes	90	Parado (Desenergizado)
Motoredutores	Verificar se há folga nos motoredutores (dosagem, mexedores, carrossel e esteira)	90	Parado (Desenergizado)
Rolamentos	Verificar estado físico dos rolamentos do pistão de empuxo central e lateral e do pistão do mordente	360	Parado (Desenergizado)
Eixos	Verificar todas as partes que são fixadas por eixos ranhurados e buchas de fixação	90	Parado (Desenergizado)
Mexedores	Verificação interna dos mexedores, inspecionar estado físico e fixação dos componentes internos (dosagem e pulmão de farinha)	90	Parado (Desenergizado)
Faca	Verificar estado dos feltros e corte da faca	30	Parado (Desenergizado)
Ventosas	Analisar estado das ventosas de abertura dos pacotes	90	Parado (Desenergizado)
Pinças	Verificar e ajustar as pinças de abertura dos pacotes	90	Parado (Desenergizado)
Carrossel	Verificar ajuste e alinhamento do carrossel	30	Parado (Desenergizado)
Canecas	Verificar aperto das canecas e se há existência de trincas e/ou rachaduras	30	Parado (Desenergizado)
Vibrador	Verificar e testar o vibrador na parte interna	90	Parado (Desenergizado)
Bombas de vácuo	Limpar filtros de ar e verificar as palhetas de grafite (tolerância de até 30 mm de altura) das três bombas	15	Parado (Desenergizado)
Bombas de vácuo	Verificar se há folga nos motores	90	Parado (Desenergizado)
Coleiro	Verificar e limpar o coleiro e fazer testes dos aplicadores e dos filtros	30	Parado (Desenergizado)
Esteira	Verificar o estado e o tensionamento da esteira de transporte dos pacotes	90	Parado (Desenergizado)
Bomba de óleo	Testar a bomba de óleo na parte inferior da máquina	360	Parado (Desenergizado)
Sistema de dobra	Verificar e testar o sistema de dobra	90	Parado (Desenergizado)
Sistema de sopro e dosagem	Verificar e testar o sistema de sopro e dosagem dos pacotes	30	Parado (Desenergizado)

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Tabela 17 — Operações mecânicas – Inspeção sensitiva

OPERAÇÕES MECÂNICAS - INSPEÇÃO SENSITIVA			
Sistema/componente	Descrição da atividade	Frequência (dias)	Condição
Reservatório de óleo	Verificar pressão do manômetro não pode ser mais baixa que 0,5 bar	30	Operando (Energizado)
Sistema pneumático	Verificar se há vazamentos de ar no sistema (eletroválvulas pneumáticas, pistões e etc.)	30	Operando (Energizado)
Sistema pneumático	Verificar se as saídas de descarga das eletroválvulas pneumáticas não estão obstruídas	30	Operando (Energizado)
Carrossel	Verificar ruído ou vibração anormal no carrossel	30	Operando (Energizado)
Sistema de dosagem	Verificar ruído ou vibração anormal nos dosadores	30	Operando (Energizado)
Mexedores	Verificar ruído ou vibração anormal no motorreductor dos mexedores (dosagem e pulmão de farinha)	60	Operando (Energizado)
Bombas de vácuo	Verificar ruído ou vibração anormal nas bombas de vácuo	60	Operando (Energizado)
Coleiro	Verificar ruído, vibração anormal e vazamentos de cola e ar comprimido no coleiro	30	Operando (Energizado)
Ventosas	Verificar se as ventosas estão fixando-se aos pacotes corretamente	60	Operando (Energizado)

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Tabela 18 — Operações mecânicas – Lubrificação

OPERAÇÕES MECÂNICAS - LUBRIFICAÇÃO			
Sistema/componente	Descrição da atividade	Frequência (dias)	Condição
Correntes	Realizar a lubrificação (com spray silicone) das correntes	90	Parado (Desenergizado)
Rolamentos	Engraxar rolamentos, que possuem graxeira, com graxa SKF LGFP 2/1	90	Parado (Desenergizado)
Reservatório de óleo	Realizar a limpeza do reservatório (com água e sabão) de óleo e repor óleo SAE 40	360	Parado (Desenergizado)
Rolos	Engraxar os rolos, onde for possível, com graxa SKF LGFP 2/1	90	Parado (Desenergizado)
Caixa de engrenagens	Troca de óleo da caixa de engrenagens (onde disponíveis e tendo pontos de respiro)	90	Parado (Desenergizado)

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Tabela 19 — Operações elétricas – Preventiva

OPERAÇÕES ELÉTRICAS - PREVENTIVA			
Sistema/componente	Descrição da atividade	Frequência (dias)	Condição
Sensores	Verificar funcionamento, fixação e estado de conservação dos sensores	90	Parado (Desenergizado)
Sinaleiros	Verificar funcionamento e condições das lâmpadas dos sinaleiros	90	Parado (Desenergizado)
Solenóides	Limpar e inspecionar as bobinas solenóides da máquina: fixação, integridade e cabeamento	90	Parado (Desenergizado)
Chaves de segurança	Aplicar spray limpa contato e testar o acionamento de todas as chaves de segurança das portas	90	Parado (Desenergizado)
Botões de emergência	Verificar a integridade dos botões de emergência	90	Parado (Desenergizado)
Sistema de dobra	Verificar as condições da resistência e termopar do sistema de dobra: fixação, integridade e cabeamento	90	Parado (Desenergizado)
Painel de potência e controle	Limpar os painéis elétricos, eliminando o acúmulo de pó internamente em canaletas, sob e sobre os componentes eletrônicos	90	Parado (Desenergizado)
Painel de potência e controle	Verificar as condições dos cabos, terminais e componentes eletrônicos dos painéis elétricos	90	Parado (Desenergizado)
Equipamentos eletrônicos	Retirar o pó acumulado internamente em inversores, servoconversores, CLP's e IHM	90	Parado (Desenergizado)
Coleiro	Retirar o pó acumulado internamente dentro do aplicador de cola, verificar a conexão dos cabos e se há pontos com aquecimento	30	Parado (Desenergizado)
Encoder	Verificar a integridade e realizar a limpeza do encoder (abaixo da máquina)	90	Parado (Desenergizado)
Micro Limitadoras	Verificar o funcionamento elétrico, se há desgaste no dispositivo ativação mecânica e se está na posição correta de trabalho	90	Parado (Desenergizado)
Motoredutores	Realizar a limpeza da carcaça dos motores de dosagem, mexedores, carrossel e esteira	90	Parado (Desenergizado)
Motoredutores	Verificar estado de conservação da ventoinha dos motores de dosagem, mexedores, carrossel e esteira	90	Parado (Desenergizado)
Motoredutores	Desobstruir a entrada de ar da tampa defletora dos motores de dosagem, mexedores, carrossel e esteira	90	Parado (Desenergizado)
Motoredutores	Verificar as condições da caixa de ligação dos motores de dosagem, mexedores, carrossel e esteira	90	Parado (Desenergizado)
Motoredutores	Verificar a fixação dos dos motores de dosagem, mexedores, carrossel e esteira	90	Parado (Desenergizado)
Bombas de vácuo	Limpeza da carcaça, tampa defletora e verificar condições da caixa de ligação e fixação dos motores das bombas	90	Parado (Desenergizado)
Célula de carga	Limpar a célula de carga	360	Parado (Desenergizado)

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Tabela 20 — Operações elétricas – Preditiva

OPERAÇÕES ELÉTRICA - PREDITIVA			
Sistema/componente	Descrição da atividade	Frequência (dias)	Condição
Painel de potência e controle	Limpar os filtros de exaustores/ventiladores e respiros dos painéis elétricos	30	Operando (Energizado)
Chaves de acionamentos	Inspecionar as condições das chaves de acionamentos: integridade, fixação e cabeamento	60	Operando (Energizado)
Motoredutores	Realizar a medição de temperatura dos motores de dosagem, mexedores, carrossel e esteira: tampa dianteira, centro e tampa traseira	60	Operando (Energizado)
Bombas de vácuo	Realizar a medição de temperatura dos motores das bombas: tampa dianteira, centro e tampa traseira	60	Operando (Energizado)
Painel de potência e controle	Realizar a medição de temperatura dos componentes eletrônicos dos painéis elétricos	60	Operando (Energizado)
Sensores	Inspecionar visualmente as condições de atuação dos sensores da máquina	60	Operando (Energizado)
Solenóides	Inspecionar visualmente as condições das bobinas solenóides das eletroválvulas pneumáticas	60	Operando (Energizado)

Fonte: Elaboração do autor, 2022.

Observa-se que as operações de manutenção, nas Tabelas acima, não englobam a troca dos componentes de maneira periódica, mas sim é feito a verificação do estado físico dos mesmos, ou seja, manutenção sob condição conforme mencionado anteriormente. Como é dito por Teles (2019), a manutenção preventiva traz resultado apenas nos ativos onde as falhas estão relacionadas diretamente com a idade dos mesmos. Um dado obtido por Teles (2019) diz que a manutenção preventiva é aplicável em apenas 11% dos ativos de uma indústria.

Se as trocas dos componentes forem realizadas conforme tempo de operação, corremos o risco de trocar um componente que esteja longe do fim de sua vida útil, gerando um gasto desnecessário. Para diminuir as chances dos componentes falharem abruptamente antes do fim de suas estipuladas vidas úteis, a frequência de inspeção dos mesmos foi definida junto ao time multidisciplinar de manutenção e através da análise de MTBF, MTTR e disponibilidade. Isso diminui as chances de acontecer, mas o risco do componente falhar prematuramente deve ser considerado.

6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

É possível dizer que o objetivo deste Trabalho – a elaboração do plano de manutenção mediante ferramentas da MCC – foi obtido com satisfação. O ativo escolhido para o estudo se mostrou a escolha adequada para as aplicações das ferramentas de confiabilidade na elaboração do plano de manutenção. O número elevado de operações de manutenção, com periodicidades distintas, no plano não se torna um empecilho, pois o ativo opera somente em horário administrativo e, portanto, o plano pode ser executado fora desse horário, evitando assim o lucro cessante planejado.

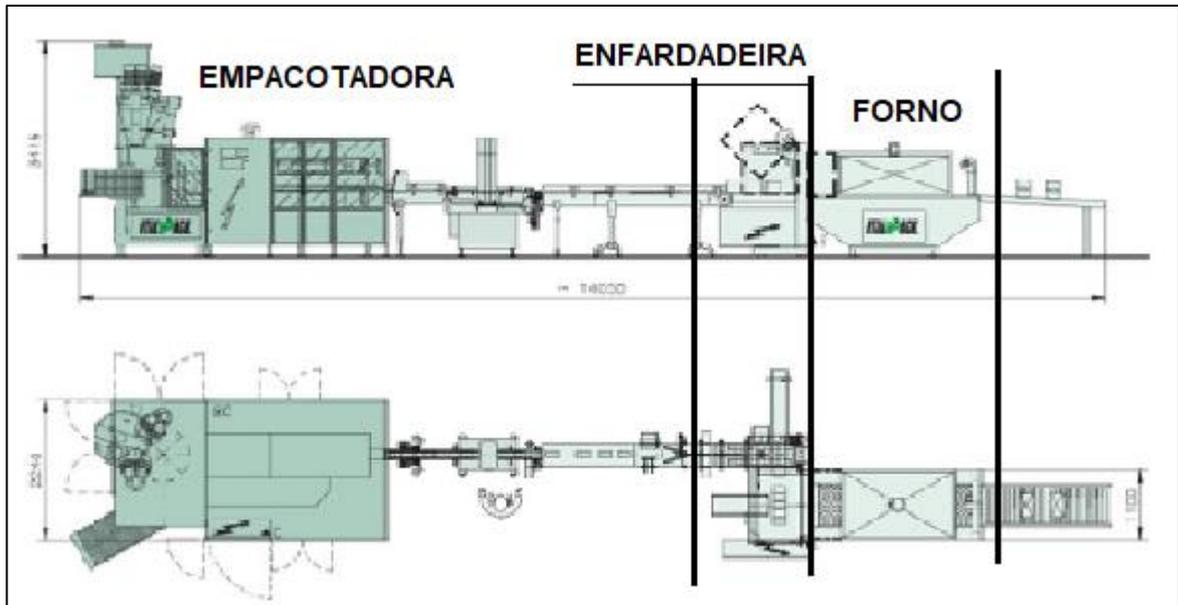
O bom espaço de tempo para análise do histórico de falhas permitiu a definição de operações de manutenção adequadas. O ativo é relativamente novo, instalado no ano de 2017, e o espaço de tempo para análise se fez durante o período de três anos, as bases de dados utilizadas estão disponíveis nos Apêndices B, C e D. Foi necessário prever falhas potenciais para a criação do FMEA, este obteve resultados satisfatórios para serem utilizados no desenvolvimento do plano de manutenção e se mostrou ser uma excelente ferramenta qualitativa que transforma informações em dados quantitativos da MCC. Foi possível classificar as atividades que iriam, ou não, entrar no plano e ainda definir quais delas eram as mais importantes.

É esperado que as contribuições deste Trabalho permitam aplicar a melhor estratégia de manutenção para o ativo em questão, possibilitando o aumento de disponibilidade e confiabilidade. Que a metodologia de análise de falhas e execução do FMEA sirva de parâmetro para a elaboração ou otimização de planos de manutenção de outros ativos da empresa.

Para trabalhos futuros, espera-se que, com a etapa de elaboração do plano de manutenção concluída, parta-se para a avaliação da implementação do mesmo. Isto deve ser feito junto do time de manutenção, PCM e mantenedores, alinhado ao restante da fábrica. Sugere-se que se mantenha a avaliação contínua pelo histórico de falhas, tornando-se possível a avaliação da periodicidade das operações de manutenção de tempos em tempos. Outro trabalho a ser desenvolvido deve ser a

elaboração de um plano de manutenção, baseado no histórico de falhas e FMEA, dos ativos seguintes da linha de ensaque de farinha Doméstica 5-PAP, no caso, Enfardadeira e Forno, conforme demonstrado na Figura 20.

Figura 20 — Linha Doméstica 5-PAP



Fonte: Adaptado de ITALPACK, 2007.

REFERÊNCIAS

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

COSTA, A. M. **Manutenção centrada na confiabilidade**. Orientador: Carla Palma. 2019. 30 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Faculdade Pitágoras de São Luís, São Luís, 2019.

CORRÊA, R. F.; DIAS, A. **Modelagem matemática para otimização de periodicidade nos planos de manutenção preventiva**. *Gestão & produção*, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 267-278, 2016. DOI <http://doi.org/10.1590/0104-530X2001-15>. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/gp/a/z7FmmnVqCSRvztj3Gthk75p/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/engenharias>. Acesso em: 28 set. 2020.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.

GAIO, E. D. **Proposta de um plano de manutenção de um equipamento industrial através da utilização de ferramentas da manutenção centrada em confiabilidade**. Orientador: Eduardo Pestana de Aguiar. 2016. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

ITALPACK: Manual de instruções, operação e manutenção. 1. ed. Itália: [s. n.], 2007. 201 p.

JUNIOR, J. M. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso**. Petrópolis (RJ): Vozes, 2008.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MOUBRAY, J. **Manutenção centrada na confiabilidade**. Edição brasileira. [S. l.]: Aladon Ltd, 2000. 212 p.

NETO, E. D. **Sistema de gestão da manutenção de ativos**: Desenvolvimento de método de implantação em uma universidade pública. Orientador: Herbert Ricardo Garcia Viana. 2019. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2019.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R.P.; CAVANAGH, R.R. **Estratégia seis sigma**: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001. 442 p.

PALADY, P. **FMEA**: Análise dos modos de falha e efeitos. 5. ed. São Paulo: IMAN, 2011. 270 p. ISBN 85-8982-431-4.

VIANA, H. R. G. **PCM**: Planejamento e controle de manutenção. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p. ISBN 85-7303-370-3

SELEME, R. **Manutenção industrial**: Mantendo a fábrica em funcionamento. 1. ed. [S. l.]: Intersaberes, 2015. 144 p. ISBN 85-4430-340-4. *E-book*.

TELES, J. **Manutenção centrada na confiabilidade**. Brasília: ENGETELES, 2018. Disponível em: <https://engeteles.com.br/manutencao-centrada-na-confiabilidade/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

TELES, J. **Planejamento e controle de manutenção descomplicado**: uma metodologia passo a passo para implantação do PCM. 1. ed. Brasília: ENGETELES, 2019. 240 p. ISBN 978-65-900514-0-0.

APÊNDICE A – Classificação de criticidade do ativo

Setor	Ativo	Familia	Regime Operacional	Segurança	Meio Ambiente	Produção	Qualidade	Custos associados	Frequência	Risco	Criticidade base RISCO	Criticidade base IMPACTO	Criticidade FINAL	Classe de RISCO	Nível de Abordagem	Supporte 1
EMPACOTAMENTO	A001-EMP001EMP03	EMPACOTADORA	3 - Parcial (um turno)	0 - Sem impactos relacionados à segurança do trabalho	0 - Sem danos relacionados ao meio ambiente	30 - Parada de todo o processo (afeta o produto final)	10 - Baixo impacto e reprocessamento interno (retrabalho)	10 - Medianos, compromete até 50% do orçamento	8 - Um evento mensal	424	C	A	A	MÉDIO	Nível I	AMÉDIO

APÊNDICE B – Histórico de falhas em 2019

DATA	MÊS	ATIVO	MOTIVO DA PARADA	DESCRIÇÃO DO FUNCIONÁRIO	ÁREA	INÍCIO	FIM	TOTAL
05/01/2019	JANEIRO	ITALPACK		VAZAMENTO TUBULAÇÃO AR COMPRIMIDO	MECÂNICA	13:30	15:15	1:45
16/01/2019	JANEIRO	ITALPACK		PAINEIS DESARMADOS	ELÉTRICA	13:30	16:35	3:05
18/01/2019	JANEIRO	ITALPACK		BICO INJETOR ESTRAGADO	MECÂNICA	8:30	10:55	2:25
21/01/2019	JANEIRO	ITALPACK		CORREIA DOSADOR ESTRAGOU	MECÂNICA	15:20	17:48	2:28
23/01/2019	JANEIRO	ITALPACK		MANGUEIRA DOSAGEM	MECÂNICA	10:45	11:45	1:00
04/02/2019	FEVEREIRO	ITALPACK		SENSOR PORTA COM PROBLEMAS	ELÉTRICA	8:30	9:00	0:30
05/02/2019	FEVEREIRO	ITALPACK		MICRO LIMITADOR	ELÉTRICA	14:45	15:00	0:15
06/02/2019	FEVEREIRO	ITALPACK		MICRO LIMITADOR	ELÉTRICA	10:30	10:40	0:10
07/02/2019	FEVEREIRO	ITALPACK		SUPORTE DE EMBALAGENS	MECÂNICA	16:35	16:50	0:15
08/02/2019	FEVEREIRO	ITALPACK		ELO ESTEIRA QUEBRADO	MECÂNICA	11:00	11:25	0:25
11/02/2019	FEVEREIRO	ITALPACK		SENSOR PORTA COM PROBLEMAS	ELÉTRICA	9:09	9:49	0:40
11/02/2019	FEVEREIRO	ITALPACK		PROBLEMAS NA VENTOSA	MECÂNICA	14:59	17:48	2:49
27/02/2019	FEVEREIRO	ITALPACK		SENSOR PULMÃO	ELÉTRICA	9:57	10:15	0:18
01/03/2019	MARÇO	ITALPACK	PRESSÃO AR COMPRIMIDO	ELETROVÁLVULAS	ELÉTRICA	10:50	11:00	0:10
01/03/2019	MARÇO	ITALPACK	PRESSÃO AR COMPRIMIDO	ELETROVÁLVULAS	ELÉTRICA	11:10	11:24	0:14
14/03/2019	MARÇO	ITALPACK		MOTOR QUEIMADO	MECÂNICA	15:15	17:48	2:33
18/03/2019	MARÇO	ITALPACK		TROCA DE VENTOSAS	MECÂNICA	14:25	15:19	0:54
29/03/2019	MARÇO	ITALPACK		PROBLEMAS BICO COLEIRO	MECÂNICA	17:16	17:48	0:32
01/04/2019	ABRIL	ITALPACK		FALHA NO PAINEL	ELÉTRICA	11:52	12:02	0:10
01/04/2019	ABRIL	ITALPACK		PROBLEMAS BICO COLEIRO	MECÂNICA	13:49	16:25	2:36
02/04/2019	ABRIL	ITALPACK		FALHA NO MICRO LIMITADOR	ELÉTRICA	11:08	11:20	0:12
09/04/2019	ABRIL	ITALPACK		FALHA NO MICRO LIMITADOR	ELÉTRICA	14:14	14:20	0:06
09/04/2019	ABRIL	ITALPACK		FALHA NO MICRO LIMITADOR	ELÉTRICA	9:44	9:50	0:06
10/04/2019	ABRIL	ITALPACK		SENSOR PULMÃO	ELÉTRICA	8:57	9:10	0:13
10/04/2019	ABRIL	ITALPACK		FALHA NO MICRO LIMITADOR	ELÉTRICA	16:15	16:30	0:15
13/05/2019	MAIO	ITALPACK		PROBLEMAS NA ALIMENTAÇÃO	MECÂNICA	8:40	9:00	0:20
13/05/2019	MAIO	ITALPACK	PROBLEMAS NA DOSAGEM DOS PACOTES		MECÂNICA	9:28	10:16	0:48
13/05/2019	MAIO	ITALPACK	PROBLEMAS NA DOSAGEM DOS PACOTES		MECÂNICA	10:32	11:30	0:58
14/05/2019	MAIO	ITALPACK	PROBLEMAS NA DOSAGEM DOS PACOTES		MECÂNICA	10:10	10:30	0:20
15/05/2019	MAIO	ITALPACK		LUBRIFICAÇÃO PISTÃO	MECÂNICA	15:05	15:12	0:07
15/05/2019	MAIO	ITALPACK		PISTÃO DA DOBRA COM PROBLEMAS	MECÂNICA	9:25	10:15	0:50
17/05/2019	MAIO	ITALPACK		PROBLEMAS NO INJETOR DE COLA	MECÂNICA	9:40	10:20	0:40
04/06/2019	JUNHO	ITALPACK		MICROLIMITADOR	MECÂNICA	14:13	14:24	0:11
07/06/2019	JUNHO	ITALPACK		MICROLIMITADOR	MECÂNICA	9:09	9:14	0:05
17/06/2019	JUNHO	ITALPACK		PISTÃO COM PROBLEMAS	MECÂNICA	14:31	16:41	2:10
17/06/2019	JUNHO	ITALPACK		SISTEMA AR EM FALHA	ELÉTRICA	9:00	9:14	0:14
27/06/2019	JUNHO	ITALPACK		PISTÃO COM PROBLEMAS	MECÂNICA	9:05	10:20	1:15
08/07/2019	JULHO	ITALPACK		RESISTENCIA COM PROBLEMAS	ELÉTRICA	14:50	15:00	0:10
08/07/2019	JULHO	ITALPACK		VAZAMENTO DE ÓLEO	MECÂNICA	9:48	10:50	1:02
10/07/2019	JULHO	ITALPACK		INJETOR COLA COM PROBLEMAS	MECÂNICA	8:40	9:30	0:50
11/07/2019	JULHO	ITALPACK		PISTÃO LATERAL	MECÂNICA	15:00	15:35	0:35
12/07/2019	JULHO	ITALPACK		SENSOR COM PROBLEMAS	ELÉTRICA	15:25	15:40	0:15
12/07/2019	JULHO	ITALPACK		PISTÃO LATERAL	MECÂNICA	9:30	13:50	4:20
15/07/2019	JULHO	ITALPACK		PISTÃO LATERAL	MECÂNICA	9:40	9:50	0:10
25/07/2019	JULHO	ITALPACK		PISTÃO LATERAL	MECÂNICA	10:41	10:50	0:09
25/07/2019	JULHO	ITALPACK		PAINEL ALIMENTAÇÃO	ELÉTRICA	9:19	9:40	0:21
02/08/2019	AGOSTO	ITALPACK		BICO COLEIRO ENTUPIDO	MECÂNICA	9:10	12:30	3:20
09/08/2019	AGOSTO	ITALPACK		MICROLIMITADOR	MECÂNICA	9:47	9:52	0:05
10/08/2019	AGOSTO	ITALPACK		PISTÃO LATERAL	MECÂNICA	14:00	14:56	0:56
14/08/2019	AGOSTO	ITALPACK		BICO COLEIRO ENTUPIDO	MECÂNICA	12:30	17:30	5:00
15/08/2019	AGOSTO	ITALPACK		BICO COLEIRO ENTUPIDO	MECÂNICA	15:53	17:48	1:55
19/08/2019	AGOSTO	ITALPACK		BICO COLEIRO ENTUPIDO	MECÂNICA	14:00	14:07	0:07
19/08/2019	AGOSTO	ITALPACK		BICO COLEIRO ENTUPIDO	MECÂNICA	10:00	10:16	0:16
19/08/2019	AGOSTO	ITALPACK		DOSADOR	MECÂNICA	15:00	17:40	2:40
21/08/2019	AGOSTO	ITALPACK	VIBRADOR DA MAQUINA	ROLAMENTO DO VIBRADOR DA MAQUINA	MECÂNICA	10:00	16:00	6:00
23/08/2019	AGOSTO	ITALPACK	BICO SUPERIOR	BICO SUPERIOR DO DOSADOR	MECÂNICA	14:00	14:07	0:07
23/08/2019	AGOSTO	ITALPACK	SENSOR	SENSOR DO DOSADOR	ELÉTRICA	10:00	10:20	0:20
24/08/2019	AGOSTO	ITALPACK	CARROSSEL DESREGULADO	AJUSTE DA MESA DO CARROSEL	MECÂNICA	7:51	8:10	0:19
27/08/2019	AGOSTO	ITALPACK	DOBRA/CORTE	AJUSTE DA DOBRA E CORTE	MECÂNICA	11:40	12:00	0:20
27/08/2019	AGOSTO	ITALPACK	COLEIRO	JATO DO COLEIRO APRESENTANDO FALHA	MECÂNICA	11:00	11:30	0:30
02/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		RELÉ TÉRMICO COM PROBLEMAS	ELÉTRICA	17:05	17:48	0:43
02/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		COLEIRO EM FALHA	MECÂNICA	8:45	9:20	0:35
03/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		BICO FALHANDO	MECÂNICA	8:40	9:00	0:20
05/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		VIBRADOR DESARMADO	ELÉTRICA	16:32	16:45	0:13
06/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		SENSOR FALHANDO	ELÉTRICA	9:38	9:42	0:04
09/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		RELÉ TÉRMICO DESARMADO	ELÉTRICA	16:12	16:25	0:13
12/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		PROBLEMAS ELÉTRICOS	ELÉTRICA	10:40	11:16	0:36
23/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		MOTOR QUEIMADO	ELÉTRICA	13:30	17:30	4:00
24/09/2019	SETEMBRO	ITALPACK		SENSOR PULMÃO EM FALHA	ELÉTRICA	15:00	15:20	0:20
20/11/2019	NOVEMBRO	ITALPACK		FALHA NO BOTÃO DE EMERGENCIA	ELÉTRICA	8:30	10:00	1:30
25/11/2019	NOVEMBRO	ITALPACK	CARROSSEL DESREGULADO	TROCA DO SENSOR DO MAGAZINE	ELÉTRICA	10:00	10:23	0:23
26/11/2019	NOVEMBRO	ITALPACK	AJUSTES VALVULA DE AR	ELETROVÁLVULAS	MECÂNICA	16:40	17:00	0:20
26/11/2019	NOVEMBRO	ITALPACK	PROBLEMAS NA DOSAGEM DOS PACOTES	TROCA DA CORREIA DO DOSADOR 1	MECÂNICA	14:00	16:32	2:32
21/12/2019	DEZEMBRO	ITALPACK	ROLAMENTO DA MÁQUINA ESTOURADO	ROLAMENTO ESTOUROU DURANTE OPERAÇÃO	MECÂNICA	8:00	12:30	4:30

APÊNDICE C – Histórico de falhas em 2020

DATA	MÊS	ATIVO	MOTIVO DA PARADA	DESCRIÇÃO DO FUNCIONÁRIO	ÁREA	INÍCIO	FIM	TOTAL
11/05/2020	MAIO	ITALPACK	CANECAS QUEBRADAS	TROCANDO AS CANECAS	MECÂNICA	1200	16:30	4:30
03/06/2020	JUNHO	ITALPACK	FALHA CLP	MANUTENÇÃO	ELÉTRICA	1000	1045	0:45
03/06/2020	JUNHO	ITALPACK	GARFO RASGANDO PACOTES	MANUTENÇÃO AJUSTANDO	MECÂNICA	1000	1100	1:00
05/06/2020	JUNHO	ITALPACK	QUEBROU ACRILICO PROTEÇÃO MAQUINA	AGUARDANDO MONTAGEM PROTEÇÃO	MECÂNICA	1600	1645	0:45
23/06/2020	JUNHO	ITALPACK	PACOTE	PACOTE ABRINDO NA SOLDA	MECÂNICA	1000	1055	0:55
27/06/2020	JUNHO	ITALPACK	VAZAMENTO DE AGUA	VAZAMENTO DE AGUA NOS COMPRESSORES, LINHAS PARADA	MECÂNICA	1030	1150	1:20
29/06/2020	JUNHO	ITALPACK	VAZAMENTO DE AGUA	VAZAMENTO DE AGUA NOS COMPRESSORES, LINHAS PARADA	MECÂNICA	1000	1020	0:20
24/07/2020	JULHO	ITALPACK	REGULAGEM CARROSSEL	CARROSSEL ALTO OU EMBALAGEM MAIOR	MECÂNICA	1110	1152	0:42
03/08/2020	AGOSTO	ITALPACK	PACOTE	PACOTE ABRINDO NA SOLDA	MECÂNICA	1300	13:50	0:50
05/08/2020	AGOSTO	ITALPACK	APOIO DE EMBALAGEM	VARIAS PARADAS DURANTE O DIA PARA AJUSTE	MECÂNICA	1400	1600	2:00
25/08/2020	AGOSTO	ITALPACK	ASPIRAÇÃO COM PROBLEMAS	MANUTENÇÃO AJUSTANDO	MECÂNICA	1000	1230	2:30
26/08/2020	AGOSTO	ITALPACK	ASPIRAÇÃO COM PROBLEMAS	MANUTENÇÃO AJUSTANDO	MECÂNICA	1000	1140	1:40
04/09/2020	SETEMBRO	ITALPACK	PACOTE	PACOTE ABRINDO NA SOLDA	MECÂNICA	1000	1035	0:35
04/09/2020	SETEMBRO	ITALPACK	FACA CORTE	CORTE DAS EMBALAGENS FALHANDO	MECÂNICA	1100	13:00	1:40
09/09/2020	SETEMBRO	ITALPACK	PACOTE	PACOTE ABRINDO NA SOLDA	MECÂNICA	1000	1025	0:25
14/09/2020	SETEMBRO	ITALPACK	PACOTE	PACOTE ABRINDO NA SOLDA	MECÂNICA	1400	15:40	1:40
23/10/2020	OUTUBRO	ITALPACK	ESTEIRA FORNO	ESTEIRA ARREBENTOU	MECÂNICA	1200	1506	3:06
04/12/2020	DEZEMBRO	ITALPACK	PISTÃO	TROCA DE ROLAMENTOS E AJUSTE NO PISTÃO	MECÂNICA	1000	1600	6:00
05/12/2020	DEZEMBRO	ITALPACK	PROBLEMAS NA DOSAGEM	PROBLEMAS NA DOSAGEM	MECÂNICA	1038	1058	0:20

APÊNDICE D – Histórico de falhas em 2021

DATA	MÊS	ATIVO	MOTIVO DA PARADA	DESCRIÇÃO DO FUNCIONÁRIO	ÁREA	INÍCIO	FIM	TOTAL
06/01/2021	JANEIRO	ITALPACK	SENSOR	SENSOR MÁQUINA FALHANDO	ELÉTRICA	1000	1100	1:00
06/01/2021	JANEIRO	ITALPACK	PROBLEMAS NA DOBRA	PACOTE NÃO ESTÁ VINCANDO	MECÂNICA	1000	1050	0:50
13/01/2021	JANEIRO	ITALPACK	SENSOR	SENSOR MÁQUINA FALHANDO	ELÉTRICA	1000	1050	0:50
15/01/2021	JANEIRO	ITALPACK	VIBRADOR PULMÃO	VIBRADOR PULMÃO DESARMADO	ELÉTRICA	1000	1110	1:10
20/01/2021	JANEIRO	ITALPACK	PROBLEMAS NO CORTE	FACA COM PROBLEMAS	MECÂNICA	1000	1300	3:00
22/02/2021	FEVEREIRO	ITALPACK	AR COMPRIMIDO	FALTA DE AR COMPRIMIDO - ELETROVÁLVULAS	ELÉTRICA	1000	1015	0:15
23/02/2021	FEVEREIRO	ITALPACK	LIMITE DE ERRO	BOTÃO ACIONAMENTO DEFEITUOSO	ELÉTRICA	1000	1030	0:30
01/03/2021	MARÇO	ITALPACK	LIMPEZA ACOPLADORA	PACOTES RASGADOS NO CARROSSEL	MECÂNICA	1000	1025	0:25
17/03/2021	MARÇO	ITALPACK	FALTA COLA	COLEIRO/BICO ENTUPIDO	MECÂNICA	1000	1040	0:40
22/03/2021	MARÇO	ITALPACK	PACOTES RASGANDO	OTES RAGANDO NO MICRO LIMITADOR, VOLUME ALTO FARI	ELÉTRICA	1000	1048	0:48
13/04/2021	ABRIL	ITALPACK	FALHA NA VENTOSA	VENTOSA NÃO ABRE PACOTE	MECÂNICA	1000	1042	0:42
28/04/2021	ABRIL	ITALPACK	FALTA COLA	COLEIRO/BICO ENTUPIDO	MECÂNICA	1000	1050	0:50
28/04/2021	ABRIL	ITALPACK	FALHA DE SOPRO	PACOTES NÃO ABRINDO	MECÂNICA	1000	1020	0:20
05/05/2021	MAIO	ITALPACK	FALHA SOPRO	SOPRO FALHANDO NA ABERTURA DA EMBALAGEM	MECÂNICA	1000	1035	0:35
11/05/2021	MAIO	ITALPACK	ESTEIRA TRANS. PARADA	MANUTENÇÃO NO PAINEL ELÉTRICO	ELÉTRICA	1000	1006	0:06
04/06/2021	JUNHO	ITALPACK	JATO COLA	FALHA BICO INJETOR COLA	MECÂNICA	1000	1048	0:48
10/06/2021	JUNHO	ITALPACK	DOSADOR	FALHA NO DOSADOR 2	MECÂNICA	1000	1350	3:50
14/06/2021	JUNHO	ITALPACK	FALHA DE DOSAGEM	FALHANDO A DOSAGEM	ELÉTRICA	1000	1044	0:44
15/06/2021	JUNHO	ITALPACK	PACOTES RASGANDO	PACOTES RAGANDO NO AGRUPADOR OU CARROSSEL	MECÂNICA	1000	1018	0:18
09/08/2021	AGOSTO	ITALPACK	PAINEL GERAL	DISPLAY DO PAINEL TRAVADO	ELÉTRICA	1000	1020	0:20
21/09/2021	SETEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGANDO NO ACOPLADOR	ACOTES RASGANDO NO ACOPLADOR, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1027	0:27
23/09/2021	SETEMBRO	ITALPACK	FALHA DE DOSAGEM	FALHANDO A DOSAGEM, AJUSTE SENSOR	ELÉTRICA	1000	1020	0:20
05/10/2021	OUTUBRO	ITALPACK	ESTEIRA	BOTÃO DE EMERGENCIA EM FALHA	ELÉTRICA	1000	1023	0:23
05/10/2021	OUTUBRO	ITALPACK	FALHA NO CORTE	CORTE FALHANDO E ESMAGANDO PACOTE	MECÂNICA	1000	1513	5:13
21/10/2021	OUTUBRO	ITALPACK	PACOTES RASGANDO	PACOTES RAGANDO NO AGRUPADOR OU CARROSSEL	MECÂNICA	1000	1030	0:30
05/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	FALHA NA ROSCA DE ABASTECIMENTO	ENTUPIDA NA ENTRADA DO MEXEDOR	ELÉTRICA	1000	1150	1:50
09/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	FALTA COLA	JATO COLA OBSTRUÍDO	MECÂNICA	1000	1008	0:08
10/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1015	0:15
12/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1023	0:23
12/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	DOBRA FALHANDO	FALHA NA DOBRA	MECÂNICA	1000	1020	0:20
19/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1012	0:12
20/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGANDO	FARDOS RASGANDO NO CARROSSEL	MECÂNICA	1000	1110	1:10
24/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1008	0:08
29/11/2021	NOVEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1013	0:13
02/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	FALHA BOTÃO ABERTURA	FALHA NO BOTÃO DE EMERGENCIA	ELÉTRICA	1000	1018	0:18
04/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	BICO COLA	BICO COLA ENTUPIDO	MECÂNICA	1000	1100	1:00
06/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1016	0:16
06/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	LIMPEZA BICO	LIMPEZA BICO COLA	MECÂNICA	1000	1055	0:55
07/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1045	0:45
07/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	LIMPEZA BICO	LIMPEZA BICO COLA	MECÂNICA	1000	1012	0:12
14/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	BICO COLA	BICO COLA ENTUPIDO	MECÂNICA	1000	1010	0:10
23/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1011	0:11
28/12/2021	DEZEMBRO	ITALPACK	PACOTES RASGADOS	ACOTES RASGANDO NO CARROSSEL, LIMPEZA CARROSSE	MECÂNICA	1000	1012	0:12