



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS – CARAÚBAS  
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

SAYMON DE SOUSA SILVA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE MELHORIAS PARA  
UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.**

CARAÚBAS - RN

2021

SAYMON DE SOUSA SILVA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE MELHORIAS PARA  
UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Mecânica da Universidade Federal Rural  
do Semiárido, como requisito para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Victor de Andrade  
Dantas

CARAÚBAS - RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586e SILVA, SAYMON DE SOUSA.  
ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE  
MELHORIAS PARA UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.  
/ SAYMON DE SOUSA SILVA. - 2021.  
54 f. : il.

Orientador: VICTOR DE ANDRADE DANTAS.  
Monografia (graduação) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia  
Mecânica, 2021.

1. Manutenção preventiva. 2. Melhoria. 3.  
Gestão. I. DANTAS, VICTOR DE ANDRADE, orient. II.  
Título.

SAYMON DE SOUSA SILVA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE MELHORIAS  
PARA UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.**

Monografia apresentada a  
Universidade Federal Rural do Semi-  
Árido como requisito para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia  
Mecânica.

Defendida em: 01 / 06 / 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Victor de Andrade Dantas (UFERSA)

Presidente

JACKSON DE BRITO

SIMOES:03617148409

Assinado de forma digital por

JACKSON DE BRITO

SIMOES:03617148409

Dados: 2021.06.09 07:24:21 -03'00'

---

Prof. Dr. Jackson de Brito Simões (UFERSA)

Membro Examinador

DIEGO DAVID SILVA

DINIZ:07397414460

Assinado de forma digital por DIEGO

DAVID SILVA DINIZ:07397414460

Dados: 2021.06.08 20:39:16 -03'00'

---

Prof. Dr. Diego David Silva Diniz (UFERSA)

Membro Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente quero agradecer e glorificar a Deus, pelo dom da vida, a saúde e pela força que o Senhor me concedeu para concluir minha trajetória acadêmica. Dificuldades e adversidades presentes na minha jornada me tornam um profissional melhor e uma pessoa mais forte. Que Deus esteja sempre ao meu lado me iluminando na minha vida para conquistar os sonhos que almejo.

Quero demonstrar minha gratidão a minha família, meu pai Gegunian Silva, minha mãe Sanileyla Santos e Sayúre Silva minha irmã, eles são o meu bem mais precioso o presente de Deus para minha vida.

A minha madrinha Sangêla Santos, que teve uma contribuição importantíssima para minha graduação, assim como esse presente trabalho.

Por ajudar no desenvolvimento do meu trabalho, principalmente na reta final, quero agradecer a Aldilene Pinheiro, que foi essencial nesse momento, considero-a muito importante na minha vida. Agradecer também a Maria Inês, que é especial para mim.

Ao meu orientador, Victor Andrade, por aceitar o desafio de me orientar nesse trabalho, disponibilizar tempo e a troca de conhecimentos.

Portanto Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória perpetuamente!

Romanos 11:36

## RESUMO

Uma manutenção pode ser entendida como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida visando evitar falhas nos equipamentos. Dentre os tipos de manutenção existentes, este trabalho tem como foco a manutenção preventiva realizada em uma fábrica de laticínios. Após o levantamento bibliográfico, foi realizado o acompanhamento de todo o plano de preventiva da fábrica, com o intuito de buscar aspectos de possíveis aperfeiçoamentos do processo. Chegando a conclusão de que o planejamento e procedimento de uma manutenção preventiva, adotado na fábrica em questão, se mostraram eficazes, entretanto, são cabíveis medidas para o aperfeiçoamento. Um exemplo de uma ferramenta prática e aplicável para implementação seria a análise de causa e efeito, FMEA, que é capaz de proporcionar uma segurança e minimização de falhas nos equipamentos. Bem como medidas de gestão da manutenção poderiam proporcionar resultados mais satisfatórios, como padronização de metodologias para análises de itens ou otimização de tempo. Essas mudanças acarretariam em um crescimento considerável na confiabilidade. As deficiências identificadas do procedimento da manutenção preventiva foram apontadas nessa presente pesquisa, assim como, as recomendações para aprimoramento do plano de preventiva, buscando maior eficiência, impactando diretamente na produtividade, na confiabilidade e na qualidade do produto para o consumidor final.

**Palavras-chave:** Manutenção preventiva. Melhoria. Gestão.

## **ABSTRACT**

A maintenance can be understood as the combination of all technical and administrative actions, including supervisory ones, aimed at maintaining or putting an item in a state in which it can perform a required function in order to avoid equipment failures. Among the existing types of maintenance, this work focuses on preventive maintenance carried out in a dairy factory. After the bibliographical survey, the entire preventive plan of the factory was monitored, in order to seek aspects of possible improvements in the process. Coming to the conclusion that the planning and procedure of preventive maintenance, adopted in the factory in question, proved to be effective, however, measures for improvement are appropriate. An example of a practical and applicable tool for implementation would be the cause and effect analysis, FMEA, which is capable of providing safety and minimizing equipment failures. As well as maintenance management measures could provide more satisfactory results, such as standardizing methodologies for item analysis or time optimization. These changes would entail considerable growth in reliability. The deficiencies identified in the preventive maintenance procedure were pointed out in this research, as well as the recommendations for improving the preventive plan, seeking greater efficiency, directly impacting productivity, reliability and product quality for the final consumer.

**Keywords:** Preventive maintenance. Improvement. Management.



## LISTA DE FIGURAS

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1- Arranjo dos tipos de manutenção.....                    | 20 |
| Figura 2- Ciclo da manutenção corretiva não planejada.....        | 22 |
| Figura 3- Manutenção corretiva não planejada.....                 | 23 |
| Figura 4- Manutenção preventiva.....                              | 27 |
| Figura 5- Aspectos positivos e negativos.....                     | 28 |
| Figura 6- Etapas do trabalho.....                                 | 34 |
| Figura 7- Categorias dos produtos.....                            | 35 |
| Figura 8- Hierarquia de cargos.....                               | 35 |
| Figura 9- Condições dos TPMS e atividades a serem realizadas..... | 38 |
| Figura 10- Exemplo de <i>checklist</i> .....                      | 39 |
| Figura 11- Exemplo de mapa de status.....                         | 42 |
| Figura 12- Exemplo de relatório.....                              | 46 |
| Figura 13- Fluxograma da programação da manutenção.....           | 48 |
| Figura 14- Exemplo de um histórico de componente.....             | 49 |
| Figura 15- Exemplo de relatório de custos.....                    | 51 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Tipos de manutenção. ....                                      | 20 |
| Quadro 2 – Grupos da manutenção. ....                                     | 36 |
| Quadro 3 – Tipos de manutenção. ....                                      | 36 |
| Quadro 4 – Linha do tempo para os TPMS.....                               | 38 |
| Quadro 5 – Atividades que podem ser encontradas no <i>Checklist</i> ..... | 39 |
| Quadro 6 – Disposição do TPMS.....                                        | 40 |
| Quadro 7 – Modelo de lista de peças.....                                  | 41 |
| Quadro 8 – Exemplo de aderência de atividades. ....                       | 44 |
| Quadro 9 – Exemplo de apropriação de atividades.....                      | 45 |

## SUMÁRIO

|          |                                                           |           |
|----------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS.....</b>                                     | <b>15</b> |
| 2.1      | OBJETIVO GERAL .....                                      | 15        |
| 2.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                               | 15        |
| <b>3</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                          | <b>16</b> |
| 3.1      | DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO .....                             | 16        |
| 3.2      | HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO .....                              | 17        |
| 3.3      | TIPOS DE MANUTENÇÃO .....                                 | 19        |
| 3.3.1    | <b>Manutenção corretiva.....</b>                          | <b>21</b> |
| 3.3.1.1  | <i>Manutenção corretiva não planejada.....</i>            | <i>21</i> |
| 3.3.1.2  | <i>Manutenção corretiva planejada.....</i>                | <i>24</i> |
| 3.3.2    | <b>Manutenção preventiva.....</b>                         | <b>24</b> |
| 3.3.3    | <b>Manutenção preditiva.....</b>                          | <b>28</b> |
| 3.3.4    | <b>Manutenção detectiva .....</b>                         | <b>30</b> |
| 3.3.5    | <b>Engenharia de manutenção.....</b>                      | <b>31</b> |
| 3.4      | CONFIABILIDADE .....                                      | 31        |
| 3.4.1    | <b>FMEA .....</b>                                         | <b>32</b> |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>                       | <b>34</b> |
| 4.1      | LOCAL DE ESTUDO .....                                     | 34        |
| 4.2      | MANUTENÇÃO ADOTADA NA EMPRESA .....                       | 35        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                        | <b>41</b> |
| 5.1      | PROCESSO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....                   | 41        |
| 5.1.1    | <b>Materiais utilizados em manutenção preventiva.....</b> | <b>41</b> |
| 5.1.2    | <b>Mapa de status da manutenção.....</b>                  | <b>42</b> |
| 5.1.3    | <b>Aderência das atividades.....</b>                      | <b>43</b> |
| 5.1.4    | <b>Conclusão da manutenção .....</b>                      | <b>44</b> |
| 5.2      | RESULTADOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....                  | 45        |
| 5.3      | PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA O PROCESSO .....              | 47        |
| 5.3.1    | <b>Verificação dos itens antes de serem trocados.....</b> | <b>47</b> |
| 5.3.2    | <b>Análise de falha dos componentes.....</b>              | <b>48</b> |
| 5.3.3    | <b>Controle do tempo.....</b>                             | <b>50</b> |
| 5.3.4    | <b>Apresentação de custos .....</b>                       | <b>50</b> |

|          |                                         |           |
|----------|-----------------------------------------|-----------|
| <b>6</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>       | <b>52</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> | <b>53</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Na vida contemporânea, a manutenção é uma atividade rotineira presente no cotidiano de qualquer pessoa, em todo lugar e nas mais diversas áreas. Pode-se considerar como manutenção, desde simples ações como apertar um parafuso de uma cadeira, colocar o celular para carregar, tomar um remédio de pressão, calibrar o pneu do seu transporte, limpar o ventilador, até serviços mais elaborados como uma revisão de uma turbina de avião, adicionar sais em lagos de criações de animais aquáticos e fazer uma troca de peça de um maquinário industrial de grande porte. Sendo assim, a manutenção se caracteriza toda e qualquer execução de reparo, ajuste e substituição de peça ou maquinário.

Com a evolução da manutenção foi-se desenvolvendo estratégias e recursos para aprimorar as atividades executadas, uma das melhorias de maior visibilidade foi à criação de novos cargos para desenvolver de maneira mais eficaz os trabalhos, deixando de lado a perspectiva de que se precisa somente de um técnico ou mecânico para desempenhar os serviços de manutenção.

Devido a competitividade das empresas nos dias contemporâneos, é almejado, cada vez mais, o aperfeiçoamento dos processos de manutenção buscando sempre manter uma disponibilidade nos equipamentos, um menor custo, minimizar perdas de produção e principalmente manter a qualidade do produto para o consumidor final.

Assim, é proposto nesse trabalho, uma análise da manutenção preventiva de uma fábrica de laticínios presente no nordeste brasileiro. O estudo desenvolvido serviu de embasamento para formular sugestões de melhorias que podem ser aplicadas e vir a aprimorar o procedimento de manutenção preventiva, atualmente utilizada na empresa. As etapas do procedimento de uma manutenção preventiva foram analisadas através de observação em campo e análise documental. As informações obtidas foram confrontadas com a literatura pertinente ao estudo a fim de verificar a possibilidade de aplicar melhorias nas etapas do processo de manutenção, em prática, na empresa em estudo.

As deficiências identificadas do procedimento da manutenção preventiva foram apontadas nessa presente pesquisa, assim como, as recomendações para aprimoramento do plano de preventiva para que possa se tornar mais eficaz

impactando diretamente na produtividade, na confiabilidade e na qualidade do produto para o consumidor final.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar o processo de uma manutenção preventiva com a finalidade de identificar pontos passíveis de melhoria e sugerir soluções para estes.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudar e compreender os processos de manutenção preventiva;
- Entender os processos de manutenções da fábrica;
- Identificar os defeitos no processo de manutenção preventiva da fábrica;
- Elaborar melhorias para o plano de manutenção preventiva utilizada;

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO

Todos os equipamentos, sistemas e instalações, sejam eles mecânicos, elétricos, eletrônicos, hidráulicos ou pneumáticos, estão sujeitos a degradação pelas condições normais de operacionalidade, com o decorrer do tempo, em consequência do uso e até por causas fortuitas. É missão da manutenção, repor essa operacionalidade em níveis corretos (PINTO, 1994).

Pode-se definir manutenção, segundo NBR 5462 (1994), como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A manutenção pode incluir uma modificação do item.

A manutenção, conforme a ABNT, corresponde a todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado, de modo a permanecer de acordo com uma condição especificada. Na prática a manutenção é a conservação técnica econômica do ativo fixo da empresa.

Em outra definição, pode ser dito que a manutenção é um conjunto integrado de atividades que se desenvolvem em todo o ciclo de vida de um equipamento, sistema ou instalação e que visa manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade, com total segurança (PINTO, 1994).

Assim, pode-se considerar que um dos maiores desafios no ramo industrial seria prolongar a vida útil dos maquinários e equipamentos, minimizando novas aquisições com intuito de conter as paradas e quedas na produção, visando as menores perdas financeiras possíveis. A manutenção é encarregada de lidar com essas adversidades das empresas.

Fogliatto e Ribeiro (2011), citam que o principal objetivo da manutenção é permanecer e melhorar a confiabilidade e regularidade de operação do sistema produtivo. Para que se tenha uma manutenção eficaz, deve-se haver uma estratégia de planejamento adequado.

A manutenção, para ser estratégica, precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É preciso, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz, ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou



instalação tão rápido quanto possível, mas é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação, reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada (KARDEC; NASCIF, 2009).

Existem diversas definições e conceitos apresentados para a manutenção, a maioria com enfoque nos aspectos preventivos, conservativos e corretivos da atividade. Contudo, é interessante observar a mudança, mais recente, que incluiu nas definições os aspectos humanos, de custos e de confiabilidade da função manutenção, como consequência do aumento da importância e responsabilidades do setor dentro das organizações (COSTA, 2013).

### 3.2 HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO

Os estudiosos Kardec e Nascif (2009), citam que, a partir de 1930, a manutenção é dividida em quatro gerações. A primeira geração é referente ao período antes da segunda guerra mundial, onde é caracterizada pela indústria pouco mecanizada, sem muita demanda de manutenção e constituída basicamente de atividades corretivas.

A segunda geração vem logo após a guerra, nas décadas de 50 e 70. Com o aumento da demanda de diversos tipos de produtos a indústria foi aumentando as condições de mecanização e a complexidade das instalações industriais. Esse desenvolvimento dos acervos industriais foi devido à baixa batelada de mão de obra trabalhadora, consequência do fim da guerra.

Após a década de 70, onde se refere à terceira geração, aceleraram-se os processos de mudança nas indústrias. Kardec e Nascif (2009), afirmam que a paralisação da produção, sempre diminuiu a capacidade de produção, aumentou os custos e afetou na qualidade dos produtos. Os efeitos dos períodos de paralização foram se agravando pela tendência de reduzir o estoque para a produção em andamento, sendo assim, pequenas pausas na produção naquele momento, poderia paralisar a fábrica.

Ainda na terceira geração, o crescimento da automação e da mecanização passou a indicar que a confiabilidade e disponibilidade se tornaram pontos chaves (KARDEC, NASCIF, 2009).

Atualmente, na quarta geração, o conceito de disponibilidade, confiabilidade e a manutenibilidade são a essência da manutenção moderna.

No passado, não era dada a devida relevância da manutenção para a indústria, por convicção de que não seria importante para o processo de fabricação do produto. Entretanto, com o passar dos anos, novas ideias foram instituídas e a manutenção se apresenta com relevância considerável para manufatura. Inovações tecnológicas, metodologias, processos, técnicas e procedimentos foram incorporados e desenvolvidos no setor da manutenção (COSTA,2013).

As atividades de manutenção vêm sofrendo um processo evolutivo caracterizados por estágios bem definidos em diferentes momentos, não havendo, portanto, uma regra geral muito rígida. Em alguns países os primeiros marcos das atividades de manutenção iniciaram na década de 40, com os respectivos processos de industrialização (PALADY et al., 2004).

Palady et al. (2004), considera a evolução da manutenção em cinco etapas. São elas:

1. Operação até a falha: O Equipamento é posto em operação, não tendo sobre ele nenhum acompanhamento com o objetivo de manter condições operacionais que preserve ou aumente a sua vida útil. Este modelo de manutenção durou como estratégia única até o final da década de 1940 e as ocorrências de falhas nos equipamentos ficavam sujeitas a impactar o processo produtivo;
2. Manutenção baseada em períodos: O Equipamento sofre trocas de seus componentes, em intervalos de tempos independente da sua condição, eliminando previamente as possibilidades de falha que o equipamento poderia apresentar, minimizando os impactos no processo produtivo. Este modelo teve início na década de 1950, após a segunda guerra mundial, quando se verifica um processo de mecanização mais intensa das máquinas industriais;
3. Manutenção planejada: A partir da década 1960 inicia-se uma estratégia de manutenção com base em planejamento de atividades, com visão mais voltada para prevenção de falhas através da elaboração de planos sistemáticos de manutenção. Assim, a partir da tomada de consciência das perdas, devido as falhas de manutenção, e com o aumento da complexidade do maquinário, o seu custo de aquisição e vida útil passam a ter maior importância, face ao custo do capital investido. Nesta época, os custos de manutenção começaram a crescer e a se destacar dentre os custos de

operação, provocando a necessidade de se medir tais custos acompanhando-os frequentemente na tentativa de mantê-los sob controle;

4. Manutenção baseada em condições: Também conhecida como manutenção preditiva, inicia-se na década de 1980, sendo uma estratégia de manutenção baseada em técnicas de monitoramento das condições dos equipamentos, visando detectar sinais de falha iminente. Desta forma, é possível acompanhar os estágios de desgastes nas máquinas, aumentando o grau de previsibilidade do momento de ocorrências indesejáveis, antecipando ações antes da falha. Isso permite eliminar também as trocas desnecessárias, como acontece no caso da manutenção baseada em períodos. Este tipo de manutenção, corretamente empregado, permite a redução dos pesados custos ligados a troca sistemática, gerando um melhor aproveitamento das partes e componentes dos equipamentos;
5. Manutenção proativa: Forma sofisticada de manutenção, baseada também no acompanhamento das condições das máquinas, na qual o controle do equipamento é determinado por múltiplas medidas interpretadas por sistemas inteligentes, computadores, instrumentos de medição, frequentemente acoplados aos equipamentos. Neste tipo de manutenção existe um objetivo claro de prolongar a vida útil do equipamento, através da avaliação dos seus componentes, minimizando a necessidade de fazer manutenção, através da engenharia de manutenção e da aplicação de várias tecnologias. Nos últimos anos, cada vez mais, agrega-se aos aspectos tradicionais de manutenção, os aspectos relativos a segurança e meio ambiente, como fatores críticos de sucessos.

Para Pinto (1994), na atualidade, os interesses das empresas são baseados nos resultados da manutenção, que são eles a segurança, qualidade, custo e disponibilidade.

### 3.3 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção, em geral, pode ser vista como o esforço feito para manter uma condição mínima de desempenho e funcionalidade de uma máquina. Ao longo da história, a manutenção sofreu muitas modificações, tanto na ideologia como nos processos (COSTA,2013).

Com o desenvolvimento da manutenção industrial, foi-se adquirindo alguns aspectos na gestão, como por exemplo, os tipos de manutenção. Para Kardec e Nascif (2009), a manutenção é dividida de acordo com suas práticas, em seis tipos, como mostrado no Quadro 1.

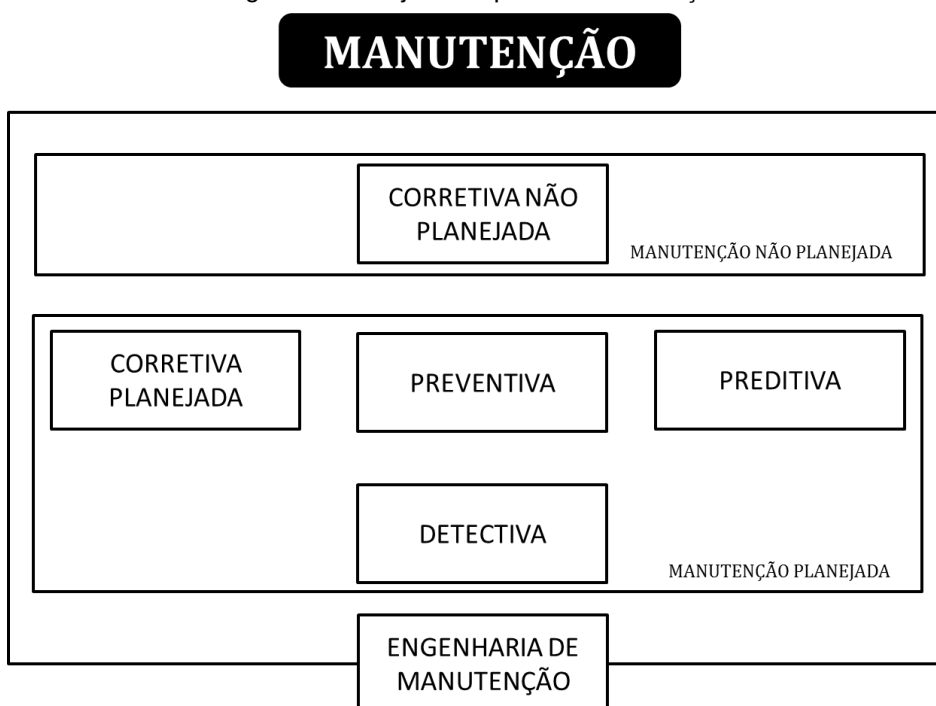
Quadro 1 – Tipos de manutenção.

| TIPOS DE MANUTENÇÃO |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| 1                   | MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA |
| 2                   | MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA     |
| 3                   | MANUTENÇÃO PREVENTIVA              |
| 4                   | MANUTENÇÃO PREDITIVA               |
| 5                   | MANUTENÇÃO DETECTIVA               |
| 6                   | ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO           |

Fonte: Autoria própria, 2021.

Os diversos tipos de manutenção podem ser também considerados como políticas de manutenção, desde que sua aplicação seja o resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação, baseada em dados técnico-econômicos (KARDEC e NASCIF, 2009). Alguns tipos de manutenção estão ligados uma a outra, na Figura 1 pode-se observar o arranjo entre elas.

Figura 1- Arranjo dos tipos de manutenção.



Fonte: Autoria própria, 2021.

### 3.3.1 Manutenção corretiva

A NBR 5462 (1994), estabelece a manutenção corretiva como “a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”. Ou seja, toda e qualquer intervenção realizada após a identificação do defeito ou descontinuidade, é caracterizado como uma corretiva.

Para Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva decorre de duas maneiras diferentes e distintas de ocorrências, que são elas:

- Quando ocorre a falha: Fato no qual perde sua funcionalidade após o colapso do componente ou procedimento, não é mais realizado as atividades incumbidas nem nas mínimas condições de trabalho.
- Quando há uma descontinuidade ou deformidade no processo que compromete o desempenho ideal: Este fato ocorre quando o processo ou componente ainda consegue desempenhar sua função, entretanto, foi encontrado algum defeito, que acarretará a falha em um futuro próximo.

Podem-se observar duas categorias de manutenção corretiva, a planejada e não planejada.

#### 3.3.1.1 *Manutenção corretiva não planejada*

A forma de manutenção mais antiga consiste em deixar operar o equipamento até à ocorrência de uma avaria para então proceder à sua reparação. Por agir ao acontecimento de uma ocorrência, diz-se que é uma manutenção de tipo reativo (PINTO, 1994).

Uma situação onde ocorre uma falha na qual o funcionamento do equipamento é interrompido, de uma maneira inesperada e é necessária uma correção de emergência, é caracterizado pela corretiva não planejada. Deste modo, segundo os estudiosos Kardec e Nascif (2009), “manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória”. A Figura 2 mostra o ciclo curto e vicioso desse tipo de manutenção, demonstrado de forma simples, porém, muito arriscado para o processo de produção.

Figura 2 - Ciclo da manutenção corretiva não planejada.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Ao considerarmos uma linha de produção de uma fábrica qualquer, supondo que uma das máquinas pare de funcionar por um motivo arbitrário, se providências não forem tomadas imediatamente, toda a produção de calçados ficará comprometida. Esse tipo de situação exemplifica a manutenção corretiva (PINTO, 1994).

Esse tipo de manutenção age através da filosofia "o equipamento parou, manutenção conserta imediatamente". Não existe filosofia, teoria ou fórmula para dimensionar uma equipe de manutenção corretiva, pois nunca se sabe quando alguém vai ser solicitado para atender aos eventos que requerem a presença dos mantenedores. Por este motivo, as empresas que não têm uma manutenção programada e bem administrada convivem com o caos, pois nunca haverá pessoal de manutenção suficiente para atender às solicitações (PEDAGÓGICO, 2016).

Para Kardec e Nascif (2009), esta metodologia comumente provoca altos custos para a realização da manutenção, como também perdas de produção que, conseqüentemente, gera despesa para a fábrica. Além de perdas financeiras, há um risco significativo para o maquinário da empresa.

Esse tipo de manutenção corretiva não planejada, para Palady et al. (2004), gera altos custos de reparo, baixa confiabilidade e grandes esforços de recursos para resolver falhas. É uma metodologia de alto custo, porque há gastos tanto pelas substituições das peças que foram danificadas, quanto pelo tempo que o equipamento fica parado gerando uma perda de produção.

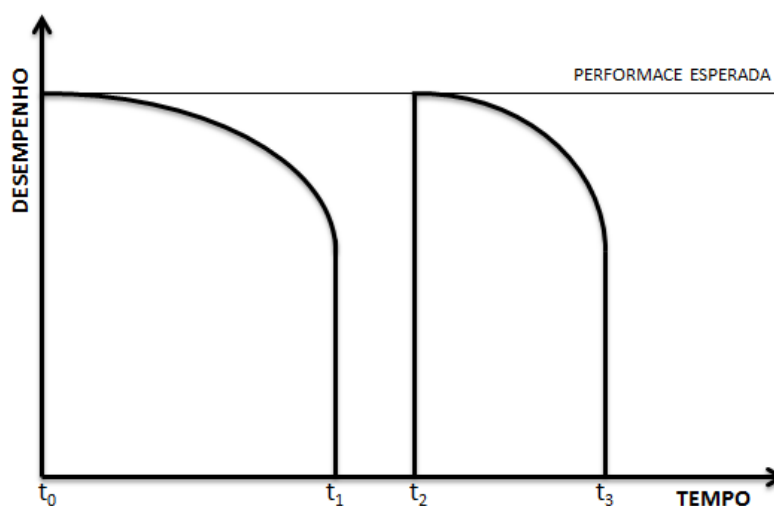
A manutenção corretiva é a primeira atitude a ser tomada para que esta produção volte ao normal quando ocorre a quebra inesperada. Os maiores valores

em dinheiro associados a este tipo de manutenção são: alto custo de estoque de peças sobressalentes, altos custos de trabalho extra, elevado tempo de paralisação da máquina, e baixa disponibilidade de produção. A manutenção corretiva visa corrigir, restaurar, recuperar a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação, que tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer as funções às quais foi projetado (KREUSCH, 2013).

Nos processos de produção contínuos das indústrias, é implicado durante o processamento elevadas pressões, temperaturas, vazões e uma quantidade de energia considerável abrangido o processo. Dessa forma, os estudos Kardec e Nascif (2009), dizem que interromper um processo com tanta energia de forma abrupta, por causa de uma falha em um componente ou parada para reparos, compromete a integridade dos outros equipamentos que estavam em bom estado de trabalho, levando a colapsos após a partida ou a uma redução da campanha da planta.

A Figura 3 mostra um gráfico de uma manutenção corretiva não planejada, representando a queda de desempenho de um componente no decorrer do tempo.

Figura 3- Manutenção corretiva não planejada.



Fonte: Adaptação de Kardec e Nascif, 2009.

O  $t_0 - t_1$  e  $t_2 - t_3$  representa o tempo de funcionamento,  $t_1 - t_2$  o tempo de manutenção. Pode-se atentar pelo gráfico anterior a diferença de intervalos de tempo entre os tempos de funcionamento ( $t_0 - t_1$  e  $t_2 - t_3$ ) antes e depois do tempo de manutenção, uma diferença considerável, principalmente levando em consideração o custo da perda de produção.

### *3.3.1.2 Manutenção corretiva planejada*

Quando ocorrem situações no qual se faz necessário uma correção onde há um acompanhamento prévio anterior, se pode considerar como corretiva planejada. Sendo assim, manutenção corretiva planejada é a correção do desempenho menor do que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial. Normalmente a decisão gerencial se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva (KARDEC e NASCIF, 2009).

Posto isso, se pode considerar uma circunstância de se operar até a falha, com um tempo previamente programado, evitando perdas severas na produção. Desse modo, Otani e Machado (2008), estabelece que corretiva planejada “é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha”. Como o próprio nome indica, tudo o que é planejado tende a ficar mais barato e mais seguro.

Um exemplo que pode ser considerado como corretiva planejada, seria quando um motorista ao abrir o capô para olhar o motor, percebesse que a correia de transmissão está desgastada, em seguida se comunica com o mecânico para agendar a troca da correia, e enfim encaminhar-se para uma oficina para substituição do item. Neste caso, o motorista identificou o problema e programou a correção.

Em comparação com a corretiva não planejada, a corretiva planejada se sobressai em todos os aspectos, proporcionando para empresa benefícios consideráveis, como custos e qualidade no produto final. Por isso, Kardec e Nascif (2009), afirmam que o trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado. E será sempre de melhor qualidade.

### **3.3.2 Manutenção preventiva**

Conforme a NBR 5462 (1994), a manutenção preventiva pode ser definida como “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Em empresas que utilizam máquinas importantes que não são totalmente duplicadas ou onde paradas inesperadas de produção podem resultar em grandes



perdas, as operações de manutenção são realizadas em intervalos de tempo fixos. Este sistema é conhecido por Manutenção Preventiva, ou mais corretamente, Manutenção Preventiva Baseado no Tempo. Os intervalos de serviço são determinados estatisticamente pelo período medido a partir do instante em que as máquinas estão novas ou em condições normais de serviço, até o ponto crítico estabelecido pela equipe de manutenção. Quando se trabalha nesses intervalos, geralmente, acredita-se que a maior parte das máquinas deve resistir ao período do trabalho, entre intervenções. Nesse caso, pode-se esperar que as falhas ocorram apenas ocasionalmente (KREUSCH, 2013).

Ao contrário da manutenção corretiva, a manutenção preventiva está focada em evitar a ocorrência de falhas ou quedas de desempenho, detectando estas no início dos problemas que se encontravam escondidas (NBR 5462, 1994).

Para isso é elaborado um plano que prevê intervalos de tempo para essas manutenções. Em suma, como França (2018 p.28) destaca, “o objetivo principal desses ajustes é garantir que o equipamento mantenha seu estado de funcionamento e assim sejam evitadas panes inesperadas, e que ações corretivas se tornem necessárias”.

Para Maran (2011), nesse tipo de manutenção a periodicidade das intervenções é baseada em taxas médias de falhas e nos tempos ou ciclos de trabalho médios entre falhas. Parte do princípio que essas variáveis podem ser determinadas estatisticamente, sendo possível estabelecer o intervalo entre as tarefas de manutenção e escolher o melhor momento para reparar, ajustar ou substituir uma peça ou equipamento sujeitos a desgaste antes da falha. Porém, no início de funcionamento da instalação, não é possível estabelecer a taxa de falhas, uma vez que os equipamentos não possuem tempo de operação suficiente para que essas falhas sejam encontradas. Nesse caso, é bastante comum seguir orientações de manuais de fabricantes de equipamentos ou mesmo estabelecer a frequência de intervenções baseados na experiência do pessoal técnico. Quando o padrão de falhas é bem conhecido, estável, é uma estratégia que oferece bons resultados a custos adequados.

Kreusch (2013), considera que a manutenção preventiva com base no tempo é antieconômica e não elimina a possibilidade de falhas inesperadas ocorrerem no período, sendo que a taxa de falha de muitas máquinas não é melhorada com a

substituição regular de partes gastas. Pelo contrário, a confiança nas máquinas recém trabalhadas é reduzida, temporariamente, devido a interferência humana.

Porém, a manutenção preventiva também apresenta aspectos positivos, que segundo Gomes (2009), podem ser:

- a) Redução de custos: na sua grande maioria as empresas buscam reduzir os custos incidentes nos produtos que fabricam. A manutenção preventiva pode colaborar atuando nas peças sobressalentes e nas paradas de emergência.
- b) Qualidade do produto: A concorrência no mercado nem sempre ganha com o menor custo. Muitas vezes ela ganha com um produto de melhor qualidade. Para atingir uma boa qualidade de produto, a manutenção preventiva deverá ser aplicada com maior rigor, ou seja, as máquinas deficientes devem ser eliminadas ou devem se tornar eficientes.
- c) Aumento de produção: O aumento de produção de uma empresa pode se resumir em atender à demanda crescente do mercado. Deve se manter a fidelidade dos clientes já cadastrados e conquistar outros, mantendo os prazos de entrega dos produtos em dia.
- d) Efeitos no meio ambiente: Em certas empresas, o ponto mais crítico é a poluição causada pelo processo industrial. Se a meta da empresa for a diminuição ou eliminação da poluição, a manutenção preventiva deverá dar o destino correto aos resíduos resultantes da manutenção, óleo, graxa, peças, entre outros. Aumento da vida útil dos equipamentos: O aumento da vida útil dos equipamentos na maioria das vezes não vem só de um fator e sim de diversos fatores, são eles: redução dos custos, qualidade do produto, aumento de produção e efeitos do meio ambiente.

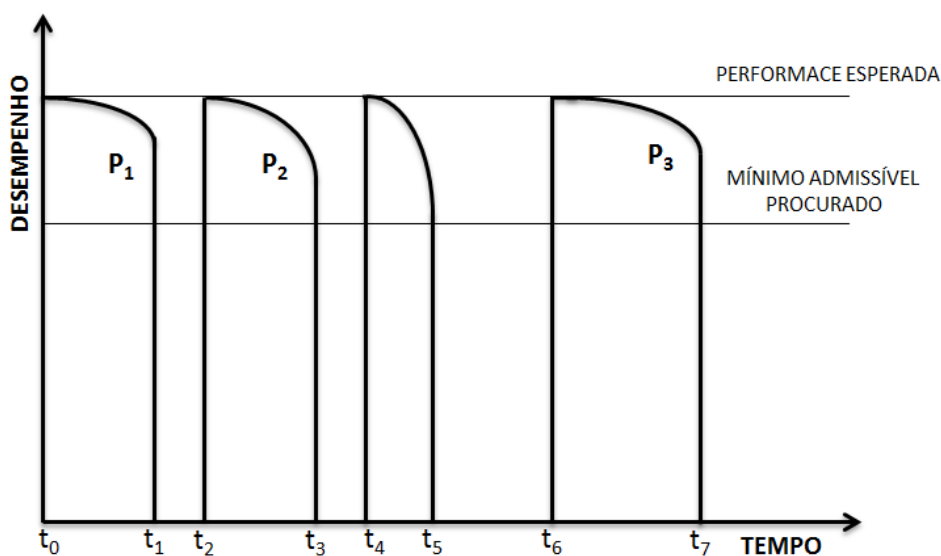
Para obter a utilização máxima do equipamento nas tarefas de produção, algumas medidas devem ser tomadas, de acordo com França (2018):

- Determinar padrões que permitam avaliar a eficiência da manutenção;
- Planejar e configurar tabelas com antecedência;
- Melhorar a produtividade de cada operário, diminuindo os atrasos evitáveis e inevitáveis;
- Assegurar-se de que tanto o equipamento quanto a mão de obra de manutenção estão disponíveis simultaneamente para a realização das inspeções preventivas;

- Assegurar-se de que o departamento de manutenção está cooperando para a realização correta, e nos horários previstos, das inspeções preventivas.

Na Figura 4 é mostrado um gráfico de manutenção preventiva, representando o comportamento do desempenho de um componente no decorrer do tempo.

Figura 4: Manutenção preventiva.



Fonte: Adaptação de Kardec e Nascif, 2009.

No gráfico acima, o  $t_0 - t_1$ ,  $t_2 - t_3$ ,  $t_4 - t_5$ ,  $t_6 - t_7$  corresponde ao tempo de funcionamento do equipamento, o tempo de manutenção são os intervalos de  $t_1 - t_2$ ,  $t_3 - t_4$ , o  $t_5 - t_6$  representa o tempo de manutenção corretiva não planejada. O  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  são as manutenções preventivas.

Segundo Pinto e Xavier (2003), a prática da manutenção preventiva apresenta as seguintes vantagens em comparação com a corretiva, que seriam:

- I. Assegura a continuidade do funcionamento das máquinas, só parando para conserto em horas programadas;
- II. Facilidade em cumprir os programas de produção;
- III. Previsibilidade de consumo de materiais e sobressalentes.

Para elucidar os aspectos gerais da manutenção preventiva Maran (2011), fez uma correlação entre seus pontos positivos e negativos, demonstrados na Figura 5 a seguir.

Figura 5: Aspectos positivos e negativos.

| Aspectos Positivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Aspectos Negativos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supera, de maneira razoável, os aspectos negativos da manutenção corretiva</li> <li>• Boa relação custo-benefício.</li> <li>• Aumenta a vida útil dos ativos.</li> <li>• Diminui o custo de ciclo de vida.</li> <li>• Aumenta a eficiência.</li> <li>• Flexibilidade de ajuste da periodicidade de manutenção.</li> <li>• Incrementa o ciclo de vida do ativo.</li> <li>• Reduz o risco de falhas catastróficas.</li> <li>• Previne a falha do ativo.</li> <li>• Melhora o desempenho/eficiência.</li> <li>• Diminui perdas de energia e insumos.</li> <li>• Diminui a taxa de falhas.</li> <li>• Aumenta a disponibilidade e a confiabilidade.</li> <li>• Aumenta a produtividade.</li> <li>• Melhora a qualidade de produtos e serviços.</li> <li>• Melhora o planejamento dos serviços, a alocação de mão de obra e de materiais e equipamentos.</li> <li>• Diminui os custos com peças e mão de obra</li> <li>• Melhora a segurança para as pessoas e instalações.</li> <li>• Melhora os resultados do Negócio e a satisfação de clientes.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O processo produtivo sofre freqüentes interrupções. O tempo operacional do ativo é reduzido.</li> <li>• A manutenção preventiva é realizada independente de ser necessária ou não.</li> <li>• Restrições operacionais de produção levam à postergação das manutenções.</li> <li>• Determinação dos intervalos de manutenção com base em informações de fabricantes e vendedores.</li> <li>• As falhas catastróficas ainda podem acontecer</li> <li>• Uso intensivo de mão de obra.</li> <li>• Possíveis danos acidentais aos componentes na realização de manutenções desnecessárias.</li> <li>• Aplicação/substituição de materiais desnecessária em muitos casos.</li> <li>• Exige muito planejamento de serviços e administração de materiais.</li> <li>• Grande quantidade de equipamentos e materiais em estoque.</li> <li>• Incremento de custos desnecessários com materiais e mão de obra.</li> <li>• Muitos defeitos podem ser introduzidos durante a execução de reparos devido a erros humanos e/ou defeitos em materiais novos.</li> </ul> |

Fonte: Maran (2011).

### 3.3.3 Manutenção preditiva

De acordo com a NBR 5462 (1994), a manutenção preditiva é a que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Segundo com Zaions (2003), a manutenção preditiva é realizada através de monitoramentos periódicos em equipamentos ou peças com o auxílio de instrumentos de medição próprios. Dessa forma, a manutenção será feita somente quando se houver necessidade. Ela permite a troca de peças ou reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estão próximos do seu limite de vida. Os parâmetros ou

variáveis que podem ser monitorados em um programa de manutenção preditiva são: temperatura, óleos lubrificantes, ruídos, pressão, vibrações.

O autor supracitado estabelece uma comparação entre a manutenção preditiva e a preventiva, afirmando que a manutenção preditiva é um programa de manutenção preventiva acionada por condições. Ao invés de se basear em estatística de vida média na planta industrial, por exemplo, tempo médio para falhar, para programar atividades de manutenção, a manutenção preditiva usa monitoramento direto das condições mecânicas, rendimento do sistema, e outros indicadores para determinar o tempo médio para falha real ou perda de rendimento para cada máquina e sistema na planta industrial.

Para Pinto (et al, 2002), a manutenção preditiva não é absoluta, ou seja, não se pode adequar a mesma manutenção preditiva a todos equipamentos. Cada equipamento requer a manutenção que melhor se adapte para o mesmo.

Kreusch (2013), concorda que existem particularidades em cada equipamento, o que torna necessário existir conhecimento específico sobre cada equipamento e a sua forma de manutenção preditiva. Sendo assim, ela não pode ser considerada como um todo, mas precisa ser considerada específica para cada caso.

A manutenção preditiva, segundo IAEA - International Atomic Energy Agency (2007), consiste na inspeção e medição de parâmetros de funcionamento de máquinas e sistemas através de aparelhos específicos, que foram especialmente desenvolvidos para essa finalidade. Tendo em vista que todos os componentes se deterioram com o uso, através destes aparelhos é possível acompanhar um defeito de funcionamento ao decorrer do tempo, avaliar sua tendência de aumentar, e escolher um melhor momento para a aplicação da correção antes da falha.

Takahashi e Osada (2000), estabeleceram oito metas para a manutenção preditiva:

1. Determinar o melhor período para manutenção;
2. Reduzir o volume do trabalho de manutenção preventiva;
3. Evitar avarias abruptas e reduzir o trabalho de manutenção não planejado;
4. Aumentar a vida útil das máquinas, peças e componentes;
5. Melhorar a taxa de operação eficaz do equipamento;
6. Reduzir os custos de manutenção;
7. Melhorar a qualidade do produto;
8. Melhorar o nível de precisão da manutenção do equipamento.

O uso da manutenção preditiva gera resultados bastante diferenciados, comparada a manutenção preventiva, alguns dos benefícios principais, segundo IAEA (2007), são:

- 8 a 12% de redução de custos em relação à manutenção preventiva;
- 30 a 40% de redução de custos em relação à manutenção corretiva;
- 35 a 40% de redução nos tempos de parada para manutenção;
- Eliminação de 70 a 75% das paradas não programadas;
- 20 a 25% de incremento na capacidade de produção.

### **3.3.4 Manutenção detectiva**

Uma importante classe de tarefas que podemos fazer para garantir que os equipamentos produzindo da melhor forma possível. Estas ações são baseadas em uma estratégia de manutenção detectiva. A manutenção detectiva ajuda em uma boa operação dos equipamentos e na prevenção de perdas.

Uma metodologia mais nova comparando com as outras, com registros a partir da década de 90. Para Kardec e Nascif (2009) a definição da manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

Portanto, pode-se afirmar que a manutenção detectiva é uma ação de investigação em equipamentos ou máquinas, com o objetivo de encontrar falhas não perceptíveis visualmente. Em estudo de Kardec e Nascif (2009) é abordado que a identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. É cada vez maior a utilização de equipamentos digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. O que diferencia a manutenção preditiva da manutenção detectiva é o nível de automatização.

Nesse tipo de manutenção, especialistas fazem verificações no sistema, em tirá-lo de operação, são capazes de detectar falhas ocultas, e preferencialmente podem corrigir a situação, mantendo o sistema operando (KARDEC E NASCIF, 2009).

Logo, a manutenção detectiva é especialmente importante quando o nível de automação dentro das indústrias aumenta ou o processo é crítico e não suporta falhas (COSTA, 2013).

### **3.3.5 Engenharia de manutenção**

Para Kardec e Nascif (2009) a engenharia de manutenção significa uma mudança cultural, que presta suporte técnico da manutenção que esta dedicada a consolidar a rotina e implantar a melhoria.

Logo, a aplicação da engenharia de manutenção implica na análise e proposta de melhorias utilizando os dados que o sistema de preditiva colhe e armazena, ou seja, a engenharia de manutenção utiliza dados adquiridos pela manutenção, com o objetivo de melhoria contínua. Para tanto, visa aumentar a confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar a capacitação pessoal e gerir materiais e sobressalentes; dar suporte à execução e fazer análise de falhas; elaborar planos de manutenção, acompanhar indicadores e zelar pela documentação técnica (KARDEC e NASCIF, 2009).

A empresa que pratica engenharia de manutenção está constantemente alimentando seu banco de dados, não apenas realizando preditiva, e essas informações são usadas para a constante melhoria dos processos e atividades de manutenção em geral (FREITAS, 2016).

## **3.4 CONFIABILIDADE**

A NBR 5462 (1994) define confiabilidade como a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo. Em seu sentido mais amplo, confiabilidade está associada à operação, bem-sucedida, de um produto ou sistema, na ausência de quebras ou falhas.

A confiabilidade representa a probabilidade de um item desempenhar uma determinada função e por ser uma probabilidade, que varia entre 0 e 1 (ou 0 e 100%). A probabilidade igual a 1 exprime a certeza que um evento ocorrerá,

enquanto igual a 0 exprime a certeza de que um evento não ocorrerá (RIBEIRO E FLOGLIATTO, 2011).

A melhoria da confiabilidade passa por uma série de ações que envolvem: o projeto, especificação, compra, manutenção, fornecedor ou fabricante, entre outros. No entanto, aborda-se somente as ações que, oriundas da manutenção, promovam a melhoria da confiabilidade de equipamentos e instalações.

Buscando pela confiabilidade e suas melhorias, podem ser aplicadas várias ferramentas ou técnicas, onde a principal a ser citada seria o FMEA.

### **3.4.1 FMEA**

FMEA (Failure Mode and Effects Analysis ou Análise dos Modos e Efeitos de Falha) é uma técnica de confiabilidade que tem como objetivos: reconhecer e avaliar as falhas potenciais que podem surgir em um produto ou processo, identificar ações que possam eliminar ou reduzir a chance de ocorrência dessas falhas, e documentar o estudo, criando um referencial técnico que possa auxiliar em revisões e desenvolvimentos futuros do projeto ou processo (RIBEIRO E FLOGLIATTO, 2011).

Portanto, pode-se compreender o FMEA como um método utilizado para prevenir falhas e analisar os riscos de um processo, através da identificação de causas e efeitos para identificar as ações que serão utilizadas para inibir as falhas. Método no qual também almeja melhorias no processo.

Essa técnica revela os pontos fracos do sistema e, assim, fornecem subsídios para as atividades de melhoria contínua. FMEA e FTA têm a vantagem de sistematizarem o diagnóstico de produtos e processos. Essas técnicas auxiliam a detecção e eliminação de possíveis ocorrências de falha e fornecem uma hierarquia de prioridades para as ações (RIBEIRO E FLOGLIATTO, 2011).

Em seus estudos, Ribeiro e Flogliatto (2011), ainda citam que o modo de falha está relacionado ao fato de como um processo pode ser levado a operar de maneira deficiente e é composto por três elementos: efeito, causa e detecção. Efeito é a consequência que a falha pode causar ao cliente; causa é o que indica a razão da falha ter ocorrido e detecção é a forma utilizada no controle do processo para evitar as falhas potenciais.

Existem várias categorias onde o FMEA é dividido, porém para Ribeiro e Flogliatto (2011), as principais são duas, mostradas abaixo:



- a) Produtos: FMEA aplicado sobre as falhas de produto, que saem do padrão e das especificações definidas em um projeto;
- b) Processos: FMEA aplicado sobre as falhas de processo, desde seu planejamento, e que geralmente são observadas depois de identificadas as não conformidades em produtos.

Pode-se definir algumas aplicações do método do FMEA, como:

- Para diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos;
- Para diminuir a probabilidade de falhas potenciais (que ainda não tenham ocorrido) em produtos ou processos em operação;
- Para aumentar a confiabilidade de produtos ou processos em operação através da análise das falhas que já ocorreram;
- Para diminuir os riscos de erros e aumentar a qualidade em procedimentos administrativos.

Dentre as principais vantagens da metodologia do FMEA, quando atuam em uma preventiva, é a possibilidade de diminuir a frequência de falhas ou até mesmo eliminá-las, conseqüentemente, gerando economia para empresa. Na indústria, por exemplo, a redução de falhas em um processo de fabricação ou nos produtos proporciona uma redução de consumíveis, portanto, utilizando menos material, se gasta menos e apenas com o essencial, evitando qualquer desperdício e reduzindo custos na empresa (KREUSCH, 2013).

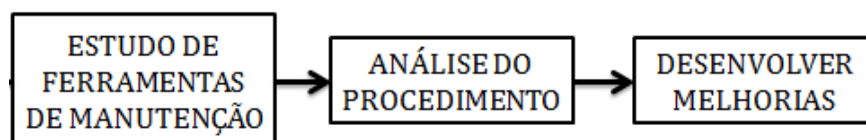
Para o consumidor final, condiz dizer que o produto dificilmente apresentará algum problema de fabricação, o resultado em qualidade superior do produto, conseqüentemente, estabelecendo uma satisfação concreta do cliente e confiança na marca (RIBEIRO E FLOGLIATTO, 2011).

## 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Os procedimentos metodológicos deste trabalho são classificados como: quanto a origem: como pesquisa aplicada, com procedimentos bibliográficos e documentais; quanto aos objetivos: como descritiva-explicativa, com abordagem qualitativa e como estudo de caso.

Esta pesquisa realizou o acompanhamento do processo produtivo em uma fábrica, intencionando a verificação das ferramentas e técnicas adotadas dentro do processo de manutenção, focando na manutenção preventiva, com a finalidade de identificar pontos cabíveis de melhorias, conforme exemplificado na Figura 6. É importante ressaltar o acompanhamento na fábrica foi realizado de acordo com as recomendações da OMS, seguindo todos os protocolos sobre a COVID-19.

Figura 6: Etapas do trabalho.



Fonte: Autoria própria, 2021.

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

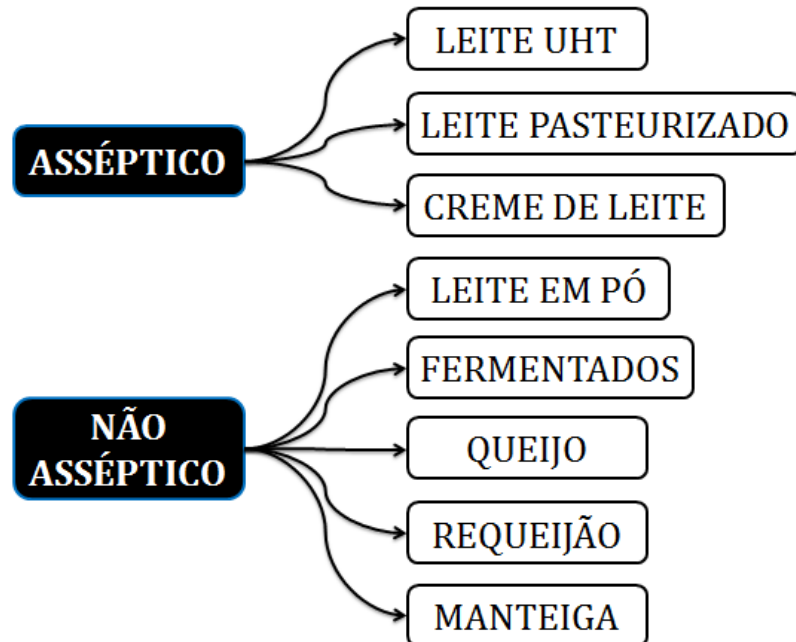
A empresa a qual este trabalho acompanhou, solicitou que não houvesse identificação da mesma, bem como não liberou demonstração de informações particulares do seu funcionamento geral. Sendo assim, toda e qualquer informação como quadro, tabela ou imagem que se julgue necessário para complementar as informações, possui autoria do pesquisador.

A empresa possui quase 50 anos de história e atualmente está presente em todo território brasileiro. Uma indústria de laticínios na qual é responsável pela produção de mais de 50 produtos originários do leite e seus derivados.

A fábrica é dividida em duas categorias referentes à produção, como mostrado na Figura 7. Possui nove linhas de produções e o seu principal produto é o leite UHT, cujo a sigla UHT significa “*ultra high temperature*” (temperatura ultra-alta). A Oxford Languages o define como um processo de esterilização de alimentos,

especialmente o leite, que se caracteriza pelo aquecimento do produto em um tempo muito curto e imediatamente depois resfria-los.

Figura 7 - Categorias dos produtos.

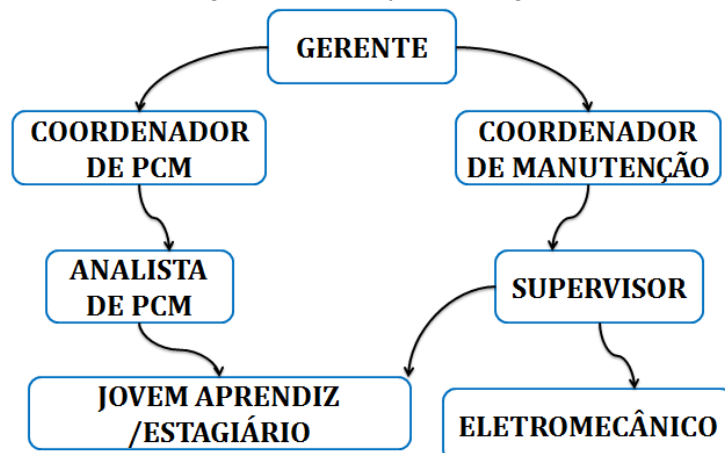


Fonte: Autoria própria, 2021.

## 4.2 MANUTENÇÃO ADOTADA NA EMPRESA

As atividades de manutenção da fábrica são responsabilizadas pelo setor da manutenção, é composta por uma equipe robusta dividida em sete cargos diferentes, cada um com sua respectiva função e ordenada em uma hierarquia, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Hierarquia de cargos.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Todos respondem ao gerente, o qual é responsável pela gestão de todo o setor da fábrica, e os cargos abaixo, respondem diretamente aos de cima: o analista responde diretamente ao coordenador de PCM e indiretamente ao coordenador de manutenção e o supervisor de manutenção. Toda equipe compartilha da mesma visão e objetivo, que seria, em suma, resolver os problemas de manutenção e evitar possíveis perdas de produção.

A equipe de manutenção da fábrica é dividida em dois grupos de ação, os colaboradores de planejamento e os colaboradores de execução, cada componente com sua respectiva função. No Quadro 2 mostram os dois grupos da fábrica.

Quadro 2 – Grupos da manutenção.

| GRUPO               | COMPONENTES                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EXECUÇÃO</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisor;</li> <li>• Eletromecânico;</li> <li>• Jovem aprendiz/estagiário.</li> </ul>                                                                    |
| <b>PLANEJAMENTO</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerente;</li> <li>• Coordenador de PCM;</li> <li>• Coordenador de Manutenção;</li> <li>• Analista de PCM;</li> <li>• Jovem aprendiz/estagiário.</li> </ul> |

Fonte: Autoria própria, 2021.

Como mostrado acima, o jovem aprendiz/estagiário pode atuar tanto no planejamento quanto na execução de tarefas manuais, depende do contrato do colaborador.

A forma no qual é conduzida a manutenção das máquinas e equipamentos pode ser observada no Quadro 3, no qual expõe os tipos de atividades de manutenção regentes na fábrica.

Quadro 3 – Tipos de manutenção.

| TIPOS DE MANUTENÇÃO          | DESCRIÇÃO                                           |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Manutenção Corretiva</b>  | Correções de falhas ocorridas                       |
| <b>Manutenção Preventiva</b> | Manutenções periódicas que visam identificar falhas |
| <b>TPMS</b>                  | Manutenção produtiva total                          |

Fonte: Autoria própria, 2021.

O TPMS, citado acima, é uma nomenclatura adotada pela empresa, para se referir as manutenções produtivas totais, nos quais os equipamentos são

submetidos. Essa manutenção tem como propósito de minimizar falhas e buscar potenciais de erros no processo e/ou equipamentos.

Já as manutenções periódicas, correspondem a ações pré-determinadas em um tempo específico para cada equipamento ou linha de produção. Ela corresponde a todas as manutenções do Quadro 3, exceto a corretiva, visto que não há como prever todas as falhas ou detectar 100% dos problemas que possam ocorrer.

Os maquinários nas industriais, em sua maioria, utilizam algum parâmetro de medida para quantificar o seu funcionamento, por exemplo, quantidade de ciclos, horas trabalhadas. O horímetro é um dispositivo que quantifica as horas de operação de um determinado equipamento. Ele é responsável por guiar o planejamento, é um dispositivo que registra as horas que a máquina está em funcionamento, a partir disso, então, pode-se programar as ações de manutenção preventiva.

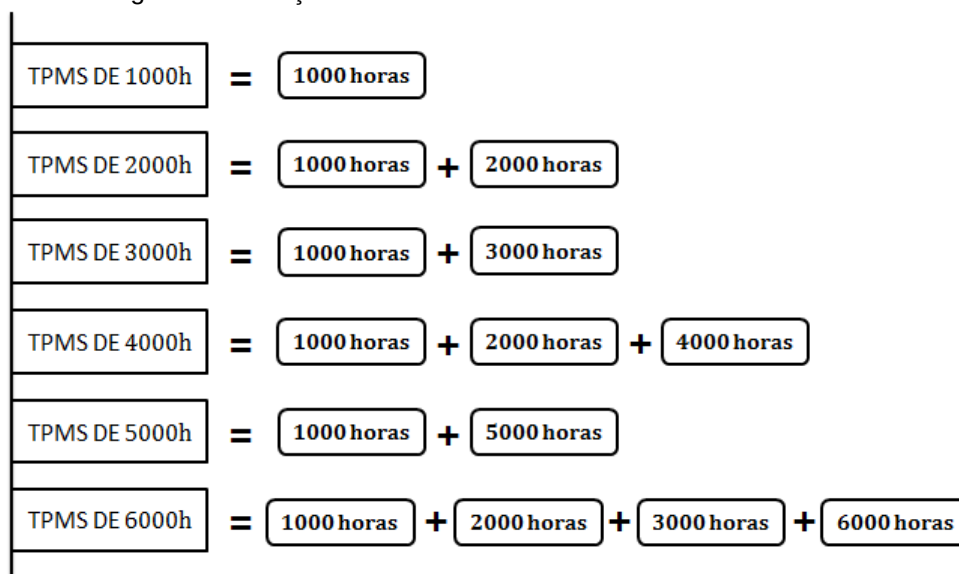
Para orientação das ações que serão realizadas, a fábrica tem a cultura de dividir o período de todo o ano em semanas, portanto, parte da semana 01 à semana 52 do ano.

A programação de uma manutenção preventiva é realizada pelos supervisores, enquanto o analista de PCM é responsável por providenciar os recursos que serão utilizados. Na execução, a mão de obra é composta por eletromecânicos e os supervisores. Já quando se inicia a manutenção, o analista é responsável por dar suporte ao time mobilizado e, principalmente, na gestão das atividades e materiais.

O TPMS é realizado a cada 1000 horas e é de caráter acumulativo, sendo assim, quando houver 2000 horas marcadas no horímetro, deverá ser realizado o TPMS 2000h juntamente com o de TPMS 1000h, e assim sucessivamente, até o TPMS 6000h.

Na Figura 9 se ilustra os TPMS e as atividades que os compõe. No lado anterior a igualdade apresenta as manutenções preventivas, o TPMS, já após a igualdade mostram as atividades que as contemplam. Por exemplo, o TPMS de 2000h irá contemplar as atividades de 1000 horas e de 2000 horas de manutenção, assim como, o TPMS de 6000h contemplará as atividades de manutenção de 1000 horas, 2000 horas, 3000 horas e 6000 horas, e assim sucessivamente para os outros TPMS, isso porque os são intervalos de períodos são múltiplos.

Figura 9- Condições dos TPMS e atividades a serem realizadas.



Fonte: Autoria própria, 2021.

O quadro 4, a seguir, expõe em uma linha do tempo (partindo de 0 horas no horímetro), como é realizado a sequência de TPMS, representando o agregado das atividades de manutenção que serão executadas no TPMS referente. Os quadrados pintados representam as atividades que serão feitas para cada TPMS.

Quadro 4 – Linha do tempo para os TPMS.

| TPMS       | LINHA DO TEMPO EM HORAS |       |       |       |       |       |
|------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | 1000h                   | 2000h | 3000h | 4000h | 5000h | 6000h |
| 1000 horas |                         |       |       |       |       |       |
| 2000 horas |                         |       |       |       |       |       |
| 3000 horas |                         |       |       |       |       |       |
| 4000 horas |                         |       |       |       |       |       |
| 5000 horas |                         |       |       |       |       |       |
| 6000 horas |                         |       |       |       |       |       |

Fonte: Autoria própria, 2021.

A realização do TPMS ou de qualquer outra manutenção preventiva, partindo do acompanhamento do horímetro, é facilitada, uma vez que se tem ideia de quando precisará realizar uma manutenção preventiva. Portanto, com agendamento para a semana referente à manutenção que irá acontecer, o fornecedor/fabricante dos equipamentos fornece o *checklist* referente ao equipamento e o horímetro atual.

O *checklist* é uma lista detalhada que contém algumas informações das atividades de manutenção que deverão ser realizadas no equipamento, como por

exemplo, o tipo de ação, o tempo estimado, materiais que serão utilizados e ferramentas. A Figura 10 mostra um exemplo de *checklist*.

Figura 10- Exemplo de *Checklist*.

| CHECK – LIST EMPILHADEIRA                                                                                     |   | Código: |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|----------|
|                                                                                                               |   | Folha:  | Revisão: |
| Setor:                                                                                                        |   |         |          |
| Operador:                                                                                                     |   |         |          |
| ITENS A SEREM OBSERVADOS                                                                                      | S | N       | P        |
| Q operador está habilitado a operar o equipamento?                                                            |   |         |          |
| Q operador possui identificação da função no crachá?                                                          |   |         |          |
| Os faróis dianteiros estão funcionando normalmente?                                                           |   |         |          |
| Q stop de freio está funcionando normalmente?                                                                 |   |         |          |
| Os EPI's estão adequadamente higienizados?                                                                    |   |         |          |
| Q funcionário está orientado a cuidar devidamente dos EPI's?                                                  |   |         |          |
| Q sinal sonoro (buzina) está funcionando normalmente?                                                         |   |         |          |
| Q giroflex está funcionando?                                                                                  |   |         |          |
| A empilhadeira possui rá sonora e está funcionando normalmente?                                               |   |         |          |
| Os pneus estão em boas condições?                                                                             |   |         |          |
| Q sistema de alimentação (mangueiras e botijão) apresenta algum aspecto ou odor que indique vazamento de gás? |   |         |          |
| Q sistema hidráulico (mangueiras e bomba) apresenta algum aspecto que indique vazamento de óleo?              |   |         |          |
| Q sistema de frenagem, testado pelo operador no momento da inspeção apresenta algum problema?                 |   |         |          |
| Q sistema de refrigeração do motor (radiador) apresenta nível de água normal?                                 |   |         |          |

Fonte: Google Imagens, 2021.

No Quadro 5 pode-se verificar algumas possíveis atividades encontradas em um *checklist* de manutenção, são essas ações que compõe uma preventiva.

Quadro 5 – Atividades que podem ser encontradas no *Checklist*.

| ATIVIDADES |
|------------|
| Ajustar    |
| Girar      |
| Limpar     |
| Lubrificar |
| Retirar    |
| Revisar    |
| Trocar     |
| Verificar  |

Fonte: Autoria própria, 2021.

Na fábrica existem dois tipos de TPMS: o comum e o de contrato. Estes são referentes aos recursos necessários para à execução da manutenção, que seria o *checklist*, mão de obra e as peças para substituição. Os TPMS de contrato são negociados a mão de obra e as peças entre a fábrica e o fornecedor/fabricante dos maquinários das linhas. O Quadro 6 apresenta com os tipos de TPMS.

Quadro 6 – Disposição do TPMS.

|                    | <b>TPMS</b> | <b>TPMS de Contrato</b> |
|--------------------|-------------|-------------------------|
| <b>Peças</b>       | Fábrica     | Fornecedor              |
| <b>Mão de Obra</b> | Fábrica     | Fábrica/Fornecedor      |
| <b>Check-list</b>  | Fornecedor  | Fornecedor              |

Fonte: Autoria própria, 2021.

No TPMS de contrato, o fornecedor/fabricante fornece às peças e mão de obra, entretanto, a mão de obra é compartilhada, isso implica que a empresa irá realizar algumas atividades em conjunto. O *checklist* é constituído por muitas atividades, assim, são divididas as tarefas, visando agilizar o processo da manutenção, liberando o equipamento o mais rápido possível para retornar a produção.

Já o TPMS comum é uma manutenção preventiva habitual. É realizado somente pelos colaboradores (funcionários) da fábrica, as peças que irão ser substituídas são de responsabilidade da fábrica para comprar, assim como a execução das atividades do *checklist*.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PROCESSO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Durante o acompanhamento do processo de manutenção preventiva executado no decorrer do funcionamento laboral da empresa, foram obtidas as informações listadas a seguir.

#### 5.1.1 Materiais utilizados em manutenção preventiva

Depois de decidido a data da manutenção, foi solicitado o *checklist* ao fabricante do equipamento, para determinada quantidade de horas marcada no horímetro. Tomou-se o conhecimento dos itens que seriam necessários a substituição no processo da manutenção, portanto, o analista é incumbido de verificar os itens disponíveis no almoxarifado, solicitar ao fabricante os itens em falta, contar e garantir que todas as peças estão separadas nas quantidades certas, evitando qualquer tipo de contratempo para os eletromecânicos.

No Quadro 7 pode observar um exemplo de como é a planilha da lista de peças.

Quadro 7 – Modelo de lista de peças.

| MANUTENÇÃO PREVENTIVA |           |                       |      |
|-----------------------|-----------|-----------------------|------|
| LISTA DE PEÇAS        |           |                       |      |
| CONT                  | COD. PEÇA | DESCRIÇÃO             | QTD. |
| 1                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 2                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 3                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 4                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 5                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 6                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 7                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 8                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 9                     | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 10                    | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 11                    | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 12                    | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 13                    | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 14                    | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 15                    | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 16                    | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |
| 17                    | ****      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | **   |

Fonte: Autoria própria.

O quadro acima expõe as características das peças a serem utilizadas e, caso haja alguma confusão entre os itens, os eletromecânicos têm acesso ao portal do fabricante na qual se podem certificar por imagens as peças que serão usadas.

Para execução dessa manutenção, não foi parada a linha de produção completa por alguns dias para executar as atividades. A preventiva foi realizada aproveitando as pequenas paradas de produção já comumente realizadas na linha, sendo assim, toda vez que a máquina ia ser parada por limpeza ou por qualquer outro motivo, era mobilizado uma equipe de eletromecânicos para realizar algumas atividades da manutenção. Essa decisão visa ter menores perdas na produção e consequentemente nos lucros da empresa.

### 5.1.2 Mapa de status da manutenção

Como as atividades foram feitas em mais de um dia, é importante desenvolver um mapa de status para acompanhar as atividades já realizadas, evitando alguma perda de tempo, além de um gerenciamento completo da manutenção. A Figura 11 mostra um exemplo de mapa de status que pode ser usado para acompanhamento da preventiva.

Figura 11- Exemplo de mapa de status.

| MANUTENÇÃO PREVENTIVA |           |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| MAPA DE STATUS        |           |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ATIVIDADES            | VERIFICAR |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                       | 1         | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|                       | 11        | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|                       | 21        | 22 |    |    |    |    |    |    |    |
|                       | AJUSTAR   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                       | 1         | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|                       | REVISAR   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                       | 1         | 2  | 3  | 4  | 5  |    |    |    |    |
|                       | TROCAR    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                       | 1         | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|                       | 11        | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |

Fonte: Autoria própria.

O exemplo de mapa de status, demonstrado acima, foi desenvolvido no Excel com as atividades de manutenção. Cada número representa uma atividade e cada

tipo de atividade, como verificado e ajustado, tem uma quantidade  $n$  de ações. Como no exemplo, os números pintados de verde representam que determinada atividade foi realizada, tornando visível e compreensível que não precisariam dar atenção a essa atividade novamente.

Um exemplo de problema que poderia ocorrer sem o auxílio do mapa de status, tomando a ideia de uma manutenção realizada em mais de um dia, seria de os eletromecânicos, do outro dia de manutenção, realizar uma atividade de troca de um item de forma repetida. Como consequência, eles perderiam tempo procurando a peça que precisaria ser substituída e acabar não encontrando, ou ainda ser trocado o item novamente por uma peça nova, que causaria uma despesa maior para empresa. Poderia, ainda, em pior das hipóteses, substituir por peça que foi substituída anteriormente, consequentemente o componente chegaria ao fim de sua vida útil antes de outra manutenção, provocando a falha e perdas na produção. Problemas como esses são evitados com medidas de gestão adequada.

Esse não é um modelo padrão da empresa, qualquer modelo pode ser aplicado, contanto que supra as necessidades de acompanhamento de manutenção preventiva. No entanto, buscar uma padronização em todos os documentos e materiais utilizados facilitaria a organização e a continuidade de tarefas independente da troca de colaboradores.

### **5.1.3 Aderência das atividades**

Toda a empresa preza por informações mais palpáveis e de fácil visualização, portanto, é desenvolvido um arquivo exibindo a aderência da manutenção preventiva após o final do dia, na qual se foi trabalhado. A aderência seria uma contagem em percentual das atividades realizadas na ação de preventiva, ato no qual viabiliza a transparência de conclusão da preventiva.

O Quadro 8, a seguir, mostra um exemplo de uma planilha que executaria a função necessitada.

Quadro 8 – Exemplo de aderência de atividades.

| MANUTENÇÃO PREVENTIVA |            |           |            |             |
|-----------------------|------------|-----------|------------|-------------|
| ADERÊNCIA             |            |           |            |             |
| ATIVIDADE             | QTD. TOTAL | REALIZADO | STATUS (%) | MÉDIA GERAL |
| VERIFICAR             | 22         | 18        | 82%        | 62%         |
| AJUSTAR               | 9          | 3         | 33%        |             |
| REVISAR               | 5          | 3         | 60%        |             |
| TROCAR                | 19         | 14        | 74%        |             |

Fonte: Autoria própria.

É interessante que haja a criação de uma planilha semiautomática, utilizando fórmulas, condições e ferramentas disponibilizadas no Excel ou qualquer outro software, na qual seja necessário somente alimentar a planilha com dados, visando automatizar o processo, além de facilitar as atividades do analista e supervisores. No caso acima só é necessário alimentar a coluna das atividades realizadas.

#### 5.1.4 Conclusão da manutenção

Por fim, após 100% das atividades de manutenção concluídas, e a preventiva finalizada, as peças que foram substituídas e estão com o grau de degradação muito alto são descartadas, assim como a maioria das peças. A prática da empresa é guardar itens que sejam de importância considerável para o maquinário, para em caso de emergência, por exemplo, quando algum componente venha a falhar, tenha um reserva para substituir enquanto é adquirido o item novo, evitando uma perda de produção. O componente importante é avaliado pelos supervisores, assim, eles definem se apresenta condições mínimas de trabalho para que possa ser usado eventualmente. Isso acontece quando o item possui um custo muito elevado para ter em estoque, sendo assim, compra-se somente quando for fazer a substituição do componente. Um exemplo de item com grau de importância considerável seria uma embreagem específica de determinado maquinário.

Contudo, essa classificação e seleção de itens a serem reaproveitados não segue nenhuma metodologia específica ou padronizada. A mesma ocorre de acordo com a opinião do supervisor, ou seja, há uma dependência pela presença do profissional para elaboração da atividade.

## 5.2 RESULTADOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Após o final do processo de manutenção são desenvolvidos alguns relatórios com os resultados da ação da preventiva, são eles de apropriação de serviço, como mostrado no Quadro 9. Onde registra os dias, o tempo e os eletromecânicos que trabalharam na preventiva. Esses dados são computados no software na qual a empresa utiliza no setor da manutenção, onde é registrado as atividades desenvolvidas pelos eletromecânicos, usualmente conhecida como apropriação de horas de trabalho do colaborador.

Quadro 9 – Exemplo de apropriação de atividades.

| MANUTENÇÃO PREVENTIVA     |                |             |                 |
|---------------------------|----------------|-------------|-----------------|
| APROPRIAÇÃO DE ATIVIDADES |                |             |                 |
| DATA                      | HORA DE INÍCIO | HORA DE FIM | ELETROMECHANICO |
| xx/xx/xxxx                | xx:xx          | xx:xx       | xxxxxxxxxxx     |
| xx/xx/xxxx                | xx:xx          | xx:xx       | xxxxxxxxxxx     |
| xx/xx/xxxx                | xx:xx          | xx:xx       | xxxxxxxxxxx     |
| xx/xx/xxxx                | xx:xx          | xx:xx       | xxxxxxxxxxx     |
| xx/xx/xxxx                | xx:xx          | xx:xx       | xxxxxxxxxxx     |

Fonte: Autoria própria.

O sistema, que a empresa utiliza, emite o relatório final da ordem de serviço, informando o material, horas e dias trabalhados, da manutenção preventiva. Um exemplo de modelo é mostrado na Figura 12.

Figura 12- Exemplo de relatório.

| <b>RELATÓRIO DE SERVIÇO CONCLUÍDO</b> |             |                                               |                 |
|---------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------|-----------------|
| <b>NÚMERO DA OS:</b> xxxx             |             | <b>DESCRIÇÃO DA OS:</b> Manutenção preventiva |                 |
| <b>DATA SOLICITADA:</b> xx/xx/xxxx    |             | <b>DATA CONCLUÍDA:</b> xx/xx/xxxx             |                 |
| <b><u>APROPRIAÇÃO:</u></b>            |             |                                               |                 |
| DATA                                  | HORA INÍCIO | HORA FIM                                      | ELETROMECCÂNICO |
| xx/xx/xx                              | xx:xx       | xx:xx                                         | XXXXXX          |
| xx/xx/xx                              | xx:xx       | xx:xx                                         | XXXXXX          |
| xx/xx/xx                              | xx:xx       | xx:xx                                         | XXXXXX          |
| xx/xx/xx                              | xx:xx       | xx:xx                                         | XXXXXX          |
| <b><u>MATERIAL UTILIZADO:</u></b>     |             |                                               |                 |
| CONT                                  | COD. PEÇA   | DESCRIÇÃO                                     | QTD.            |
| 1                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 2                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 3                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 4                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 5                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 6                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 7                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 8                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 9                                     | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| 10                                    | ****        | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX                        | **              |
| <b><u>OBSERVAÇÕES:</u></b>            |             |                                               |                 |
|                                       |             |                                               |                 |
|                                       |             |                                               |                 |
|                                       |             |                                               |                 |
|                                       |             |                                               |                 |
|                                       |             |                                               |                 |
|                                       |             |                                               |                 |
|                                       |             |                                               |                 |
|                                       |             |                                               |                 |

Fonte: Autoria própria.

O relatório final é de fundamental importância para indicadores da manutenção, por se tornar necessário a apresentação dos dados e status da manutenção para os coordenadores e supervisores, posteriormente ao gerente do setor e, por ventura, para os diretores da empresa.

### 5.3 PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA O PROCESSO

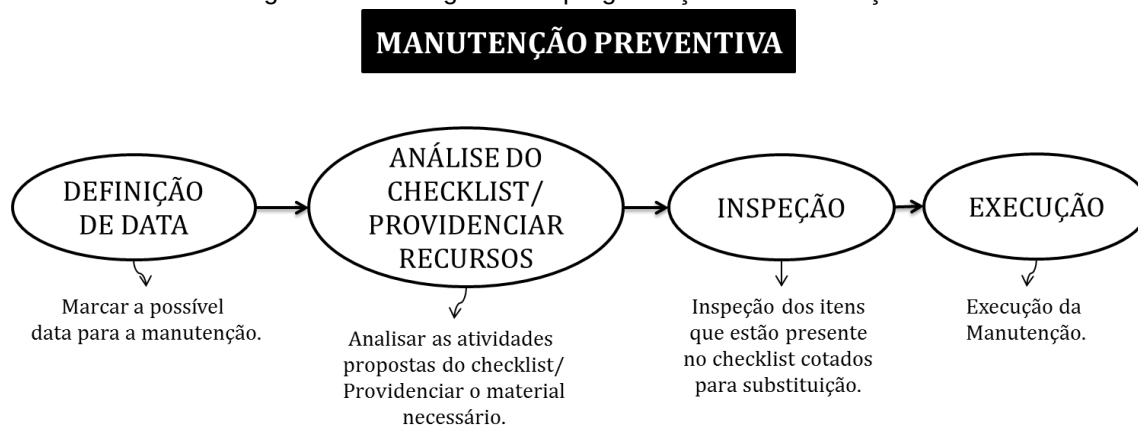
O processo de manutenção preventiva da fábrica de estudo, se demonstra eficiente por executar seu propósito, entretanto, podem-se destacar possíveis melhorias para o processo.

#### 5.3.1 Verificação dos itens antes de serem trocados

No *checklist* há atividades que impõe uma substituição de um item, entretanto, nem sempre se faz necessária essa troca porque tem itens em bom estado de conservação, pela avaliação visual dos supervisores ou eletromecânicos. Dispondo dessa visão, em uma manutenção planejada, a equipe de manutenção da fábrica concebe uma reunião que se destina a definir se as atividades de troca que estão no *checklist* serão validadas, porém, não há uma verificação direta do item antes de definir se haverá a substituição, não há ação de averiguar o item no físico, é uma etapa que está muito dependente do supervisor. O procedimento torna-se dependente da memória e pensamento do homem, tornando o processo passível a erros.

Uma possível melhoria nessa etapa do processo, seria uma inspeção visual anterior (uma ou duas semanas antes da data marcada para a manutenção), dos itens que estariam cotados para não serem substituídos, certificando-se se realmente o componente poderá deixar de ser trocado, um trabalho que pode ser realizado aproveitando uma parada da linha de produção. Uma inspeção visual rápida, seguindo uma metodologia padronizada, realizada por um eletromecânico experiente, tornando assim essa etapa com uma margem de segurança mais elevada. Na Figura 13 mostra um fluxograma de como poderia ser a programação da manutenção preventiva.

Figura 13 - Fluxograma da programação da manutenção.



Fonte: Autoria própria.

O fluxograma acima, ilustra uma etapa a mais no processo já praticado pela fábrica, capaz de proporcionar reduções nos custos. Com a aplicação dessa melhoria há de se esperar uma redução nos custos, pois os itens que a serem substituídos são os componentes que realmente se fizer necessário. O processo teria uma margem maior de segurança em relação à falha de componente.

### 5.3.2 Análise de falha dos componentes

Para uma ação de preventiva deveria ser realizado uma análise de falha mais acentuada nas peças que compõe o maquinário. Uma sugestão de melhoria do processo para essa condição seria desenvolver um registro/histórico do componente, de preferência um registro visual como fotos e uma descrição técnica do eletromecânico. Formando um histórico completo dos componentes há possibilidade de desenvolver medidas mais eficientes de combate a falha.

Caso as manutenções preventivas em determinada máquina da linha de produção, ou fora dela, tenham tempo determinado para uma ação preventiva, como por exemplo, a cada seis meses, um registro fotográfico proporcionaria a perspectiva de comparar os níveis de desgaste das peças, observar os dois arquivos e analisar um possível aumento de intervalo de tempo entre as manutenções. Por consequência, evitaria uma substituição antecedente do material. A Figura 14 mostra um exemplo de como poderia ser um histórico de um componente.



Figura 14- Exemplo de um histórico de componente.

| HISTORIAL DE COMPONENTE     |                           |                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COMPONENTE X                |                           |                                                                                                                                                                                                                              |
| COD.: XXXXX<br>VALOR: XXXXX |                           | LOCALIZAÇÃO: XXXXXXXXXXXXXXXX<br>FUNÇÃO: XXXXXXXXXXXX                                                                                                                                                                        |
| DATA                        | REGISTRO                  | OBSERVAÇÃO                                                                                                                                                                                                                   |
| xx/xx/xxxx                  | <u>FOTO DO COMPONENTE</u> | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX |
| xx/xx/xxxx                  | <u>FOTO DO COMPONENTE</u> | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX |

Fonte: Autoria própria, 2021.

Medidas como essa geram um histórico de grau de deterioração do componente, que possibilita o conhecimento da vida útil do item, viabilizando a substituição em um tempo ideal. Ao fim do ano terá uma diminuição considerável nos custos da empresa, somente em substituir componentes em seu tempo ideal.

A ferramenta FMEA pode ser utilizada para enriquecer o procedimento de manutenção, pois, é um método de análise de falha que concede a prevenção de falhas e analisa os riscos de um processo, através da identificação de causas e efeitos

### **5.3.3 Controle do tempo**

Administrar o tempo é crucial para se conseguir concluir todas as tarefas com sucesso, mantendo segurança no processo. Para realizar as atividades e melhorar a sua atuação, é fundamental que a manutenção consiga fazer a administração de tempo no trabalho.

Ter o conhecimento do tempo de cada tarefa executada em uma manutenção é importante para um aperfeiçoamento constante do processo, com a gestão devida pode-se evitar que uma tarefa demore mais do que o necessário. O gerenciamento do tempo pode ser uma técnica para aumentar a motivação, traçar metas e evitar que o comprometimento do tempo de mão de obra seja mal utilizado. Para exemplificar, pode-se cronometrar o tempo de uma atividade realizado por um profissional experiente, assim, verifica-se o intervalo de tempo, aproximadamente, necessário para realizar uma atividade, em situações seguintes poder um planejamento melhor, dado os ajustes de horários.

Com o valor médio de tempo para executar tal serviço, por um técnico experiente, concede a equipe traçar melhores estratégias de ação, tendo como exemplo, um caso na qual precise realizar uma atividade em menos tempo, acrescenta mais um eletromecânico para agilizar o serviço ou utilizar um profissional mais experiente é suficiente? São possibilidades que podem ser estudadas a partir do gerenciamento ideal do processo, além de evitar o comprometimento do tempo do técnico, evitando tempo excedente da sua jornada de trabalho.

### **5.3.4 Apresentação de custos**

Outro ponto que poderia ser abordado seria a apresentação de informações significativa para a empresa, como as despesas consumidas pela manutenção, incluindo as despesas de peças e de mão obra, tornando aberto e visível os custos da manutenção preventiva. Seria importante para levantar indicadores de consumo e custos do setor, e assim alimentar um histórico das linhas de produção e maquinários, obtendo noções de despesas mensais e anuais. Essa atividade, fornece dados que possibilitam um melhor planejamento em relação a despesas. Esse tipo de atividade não vem sendo realizado ainda pela fábrica.

Um relatório simples, expondo pontos importantes, seria interessante para uma visibilidade melhor das despesas, como exemplificado na Figura 15.

Figura 15- Exemplo de relatório de custos.

| MANUTENÇÃO PREVENTIVA |           |                      |                     |            |             |
|-----------------------|-----------|----------------------|---------------------|------------|-------------|
| RELATÓRIO DE DESPESAS |           |                      |                     |            |             |
| CUSTO DE MATERIAIS    | COD. ITEM | DESCRIÇÃO            | QUANTIDADE          | VALOR UNT. | VALOR TOTAL |
|                       | XXXX      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX                  | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXX      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX                  | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXX      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX                  | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXX      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX                  | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXX      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX                  | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXX      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX                  | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXX      | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX                  | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
| CUSTO DE MÃO DE OBRA  | MATRÍCULA | ELETROMECAÂNICO      | HORAS TRABALHADAS.  | VALOR HORA | VALOR TOTAL |
|                       | XXXXXX    | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX:XX               | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXXXX    | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX:XX               | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXXXX    | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX:XX               | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXXXX    | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX:XX               | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXXXX    | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX:XX               | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXXXX    | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX:XX               | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       | XXXXXX    | XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX | XX:XX               | R\$ xxx,xx | R\$ xxx,xx  |
|                       |           | VALOR TOTAL          |                     |            |             |
| MATERIAIS             |           | R\$ xxx,xx           |                     |            |             |
| MÃO DE OBRA           |           | R\$ xxx,xx           |                     |            |             |
|                       |           |                      | VALOR DA MANUTENÇÃO |            |             |
|                       |           |                      | R\$ xxxxx,xx        |            |             |

Fonte: Autoria própria.

Este é um exemplo simples e de fácil compreensão, uma alternativa interessante para exposição de informações. Cabe destacar que o relatório tem a possibilidade de acrescentar alguns gráficos, com propósito de ficar ainda mais comunicativo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, busca-se cada vez mais o aperfeiçoamento nos processos de manutenção, na intenção de se obter uma maior disponibilidade nos equipamentos, um menor custo, minimizar perdas de produção e principalmente manter a qualidade do produto final, consequentemente gerando uma maior satisfação do consumidor.

No estudo realizado, pôde-se aferir o planejamento e procedimento de uma manutenção preventiva, adotado na fábrica em questão, sendo que estes demonstraram eficientes, entretanto, são cabíveis medidas para o aperfeiçoamento do processo.

Com o objetivo de buscar aprimoramento para as etapas do processo de manutenção preventiva a partir da observação dos métodos já utilizados, foram sugeridas algumas metodologias aplicáveis no procedimento, com o propósito de favorecer a redução dos custos, aumento na confiabilidade e na produtividade da fábrica.

A ferramenta FMEA pode ser utilizada para enriquecer o procedimento de manutenção, pois, é um método de análise de falha que concede a prevenção de falhas e analisa os riscos de um processo, através da identificação de causas e efeitos. Assim como tomadas de medidas de gestão são importantes para o aperfeiçoamento do processo e a otimização de tempo e mão de obra.

Portanto, como a manutenção preventiva é realizada em intervalos de parada de produção, sugere-se para pesquisas futuras, uma abordagem sobre uma possível comparação entre duas medidas de execução da manutenção, que poderia ser a execução da preventiva em intervalos de parada e de forma direta. Com o objetivo de realizar comparações em termos de eficiência, com foco no quesito homem/hora.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

COSTA, Mariana de Almeida. **GESTÃO ESTRATÉGICA DA MANUTENÇÃO: UMA OPORTUNIDADE PARA MELHORAR O RESULTADO OPERACIONAL**. 2013. 104 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

Disponível em: <https://segurancadotrabalhonwn.com/wp-content/uploads/2013/01/Check-list-empilhadeira.png>. Acessado em 16/04/2021.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 266 p.

FRANÇA, Lucas Gonçalves de Oliveira. **Desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva para um sistema eletrônico de extinção de faíscas em uma indústria de beneficiamento de madeira**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

FREITAS, Laís Fulgêncio. **ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA PEQUENA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO DE JUIZ DE FORA COM BASE NOS CONCEITOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PREDITIVA**. 2016. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

GOMES, M. Manutenção preventiva, 2009. Disponível em: <http://professormarciogomes.files.wordpress.com/2009/03/5manutencaopreventiva.pdf>. Acessado em 16/04/2021.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Implementation Strategies and Tools for Condition Based Maintenance at Nuclear Power Plants**. IAEA TECDOC Series No. 1551. International Atomic Energy Agency, 2007.

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

KREUSCH, Klaus. **A aplicação da técnica preditiva na manutenção de um compressor industrial**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MARAN, Marcos. **Manutenção baseada em condição aplicada a um sistema de ar condicionado como requisito para sustentabilidade de edifício de escritórios**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, Thiago Augusto Brandão de. **GESTÃO DA MANUTENÇÃO, IMPLEMETANDO UMA SIMULAÇÃO NO SETOR DE MANUTENÇÃO DA PEDREIRA UM VALEMIX**. 2016. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2016.

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

PALADY, Paul ; MOUBRAY, John ; MIRSHAWKA, Victor ; CAMPOS, Vicente Falconi. **Centro de formação profissional. Manutenção Industrial.** Santa Luzia, 2004.

PEDAGÓGICO, Projeto. **Apostila de manutenção industrial mecânica.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará–IFCE. Campus Cedro. 2015.

PINTO, Victor M. **Gestão da Manutenção, Edição IAPMEI,** Lisboa, Julho 1994, ISBN 972-9205-57-4

RIBEIRO, José; FOGLIATTO, Flávio. **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** Belo Horizonte: Elsevier, 2011.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **Manutenção Produtiva Total.** São Paulo: Instituto Iman, 1993. 322 p.

ZAIONS, R. D. **Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose e papel.** Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção). Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.