



**UFRPE**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO  
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

KEROLLY THALLYA PIMENTEL BATISTA DA SILVA

Estudo de caso: Implantação do método de planejamento e controle da manutenção (PCM) como estratégia para o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos no setor de manutenção agrícola de uma usina de cana de açúcar da região nordeste.

Cabo de Santo Agostinho - PE

2022

KEROLLY THALLYA PIMENTEL BATISTA DA SILVA

Estudo de caso: Implantação do método de planejamento e controle da manutenção (PCM) como estratégia para o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos no setor de manutenção agrícola de uma usina de cana de açúcar da região nordeste.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho da Universidade Rural de Pernambuco para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Felipe Orlando Centeno González

Cabo de Santo Agostinho - PE

2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S586e Silva, Kerolly Thallya Pimentel Batista da  
Estudo de caso: Implantação do método de planejamento e controle da manutenção (PCM) como estratégia para o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos no setor de manutenção agrícola de uma usina de cana de açúcar da região nordeste. / Kerolly Thallya Pimentel Batista da Silva. - 2022.  
53 f. : il.
- Orientador: Felipe Orlando Centeno Gonzalez.  
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Mecânica, Cabo de Santo Agostinho, 2022.
1. Manutenção. 2. Confiabilidade. 3. Indisponibilidade. 4. PCM. I. Gonzalez, Felipe Orlando Centeno, orient. II. Título

CDD 620.1

---

KEROLLY THALLYA PIMENTEL BATISTA DA SILVA

Estudo de caso: Implantação do método de planejamento e controle da manutenção (PCM) como estratégia para o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos ativos no setor de manutenção agrícola de uma usina de cana de açúcar da região nordeste.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de engenharia mecânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do grau de bacharel em engenharia mecânica.

Aprovado em: 24 de maio de 2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Felipe Orlando Centeno González (orientador)  
UACSA/UFRPE

---

Prof. Dr. Erb Ferreira Lins  
UACSA/UFRPE

---

Prof. Me. João Gutemberg Barbosa De Farias Filho  
UACSA/UFRPE

## DEDICATÓRIA

A minha mãe

Claudence Pimentel (**In memoriam**)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por sempre me abençoar e me proteger ao longo da minha caminhada.

A minha família, em especial a minha avó Célia, por ser meu porto seguro.

Ao meu coordenador e amigo Pedro Felipe, por todas as orientações, incentivos e confiança.

Aos amigos da Usina analisada, por todo compartilhamento de experiências, conhecimentos e afeto.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”

(Bíblia, Josué 1, 9).

## RESUMO

Este trabalho é um estudo de caso que tem por finalidade demonstrar a importância da gestão nos processos de manutenção. Inicialmente foi evidenciado conceitos teóricos que abordam a gestão da manutenção a fim de deixar o leitor familiarizado com o tema e por conseguinte retratar na prática as melhorias advindas da implantação do setor de planejamento e controle da manutenção (PCM) no setor de manutenção de uma usina de cana de açúcar da região nordeste. Através dos dados advindos do sistema informatizado da empresa estudada somada à realidade caótica de baixa confiabilidade e elevada indisponibilidade dos ativos gerados pelo alto índice de manutenção corretiva o que levava à interrupção da produção e o alto custo da manutenção foi possível constatar a necessidade de um setor que fosse responsável pelo gerenciamento da manutenção. Dessa forma, foi implantado o setor de planejamento e controle da manutenção (PCM) que é uma área da manutenção que tem como intuito gerenciar de forma estratégica os processos desse segmento. Este estudo de caso mostra a importância da análise dos indicadores de desempenho provenientes após a implantação do PCM e como colaboram para tomadas de decisões com maior precisão e agilidade, tendo como consequência o aumento da rentabilidade da organização estudada.

Palavras-chave: manutenção; confiabilidade; indisponibilidade; PCM.



## **ABSTRACT**

This work is a case study that aims to demonstrate the importance of management in maintenance processes. Theoretical concepts that approach maintenance management in order to make the reader familiar with the subject and therefore portrayed in the practice of maintenance planning and control (PC) in the maintenance sector of a sugarcane sector implantation plant in the region North East. Through the computerized system announcements of the high-value company announcements of the high reliability of the chaotic reality of the low and the high unavailability of data generated by the cost and maintenance index of the maintenance of the maintenance of the cost and the high of the possible was the need for the sector to be responsible for maintenance management was verified. In this way, the maintenance planning and control sector (PCM) was planned, which is a maintenance area that strategically aims to process the processes of this segment. This study shows the importance of analyzing the performance indicators originated after the implementation of the PCM and as the case of decision making with greater precision and agility, resulting in an increase in the profitability of the organization.

**Keywords:** maintenance; reliability; unavailability; PCM.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Defeito, falha e pane em função do tempo.....	19
Figura 2: Tipos de manutenção e suas classificações.....	20
Figura 3: Macroprocesso da função manutenção. ....	23
Figura 4: Modelo de ordem de serviço.....	25
Figura 5: Identificação e tratamento da demanda do macroprocesso da função manutenção..	26
Figura 6: Organograma da manutenção da usina analisada .....	29
Figura 7: Fluxo do PCM e suas atribuições.....	29
Figura 8: Tagueamento dos equipamentos da frota da usina analisada.....	36
Figura 9: a) algoritmo de decisão. b) classificação ABC. c) estratégias de manutenção. ....	372
Figura 10: Inventário dos equipamentos e sua criticidade retirado do sistema de manutenção.	38
Figura 11: Plano de manutenção preventiva sistemática aplicados nos caminhões da usina analisada. ....	39
Figura 12: Programação semanal da manutenção preventiva dos equipamentos da usina analisada. ....	40
Figura 13: Programação da rota de inspeção equipamentos da usina analisada. ....	41
Figura 14: Box específico para a manutenção preventiva. ....	42
Figura 15: Painéis as quais são apresentados os indicadores de desempenho.....	43
Figura 16: Documento "Análise de falha" utilizado para anexar as informações referente as falhas encontradas nos equipamentos.....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Índice de manutenção preventiva e corretiva da safra 21/22. ....	44
Gráfico 2: Taxa de frequência e gravidade de acidentes da safra 21/22. ....	44
Gráfico 3: Disponibilidade física da safra 21/22. ....	45
Gráfico 4: Disponibilidade inerente da safra 21/22. ....	45
Gráfico 5: MTBF da safra 21/22. ....	46
Gráfico 6: MTTR da safra 21/22. ....	46
Gráfico 7: Mão na chave da safra 21/22. ....	47
Gráfico 8: Aderência a programação da safra 21/22. ....	47

## **LISTA DE SIGLAS**

AOM - Aderência ao orçamento da manutenção

APR - Aderência a parada programada

CIT - Controle inicial; Identificação da demanda; Tratamento da demanda

CSM - Controle da manutenção; Suporte ao tratamento da demanda; Modificações e melhorias

DF - Disponibilidade física

DI - Disponibilidade inerente

HH - Homem hora

IC - índice corretivo

IP - Índice preventivo

MCE - Manutenção corretiva emergencial

MCP - Manutenção corretiva planejada

MPC - Manutenção preventiva condicional

MPS - Manutenção preventiva sistemática

OS - Ordem de serviço

PCM - Planejamento e controle da manutenção

SISMA - Sistema de manutenção

MTBF - Tempo médio entre falhas

MTTR - Tempo médio para reparo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO .....	14
1.2	JUSTIFICATIVA .....	14
1.3	OBJETIVO GERAL .....	15
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
3.1	GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	18
3.2	TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	19
3.2.1	Manutenção Preventiva.....	20
3.2.1.1	<b>Manutenção preventiva sistemática (MPS)</b> .....	<b>20</b>
3.2.1.2	<b>Manutenção preventiva condicional (MPC)</b> .....	<b>21</b>
3.2.2	Manutenção corretiva.....	22
3.2.2.1	<b>Manutenção corretiva emergencial (MCE)</b> .....	<b>22</b>
3.2.2.2	<b>Manutenção corretiva planejada (MCP)</b> .....	<b>22</b>
3.3	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM).....	23
3.3.1	Organização da manutenção .....	24
3.3.1.1	<b>Tagueamento e codificação dos equipamentos</b> .....	<b>24</b>
3.3.1.2	<b>Ordem de serviço e fluxogramas de serviço</b> .....	<b>24</b>
3.3.2	Equipe PCM.....	27
3.3.3	Indicadores da manutenção .....	28
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
4.1	IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO PCM EM UMA USINA DE CANA DE AÇÚCAR DA REGIÃO NORDESTE.....	33
4.1.1	Etapas da implantação.....	33
4.2	INDICADORES DE DESEMPENHO .....	43
4.3	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE FALHAS .....	48
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	Erro! Indicador não definido.
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente sofisticação das máquinas advindas do alto padrão tecnológico somado à competitividade pela alta produtividade, obriga as empresas a se adaptarem ao atual mercado com a missão de garantir a otimização dos processos, redução de custos, e excelência na qualidade dos produtos e serviços. Dessa forma, é indispensável que as empresas procurem métodos/técnicas que auxiliem a alcançá-los. Nas empresas um dos responsáveis por este auxílio é o setor de manutenção, que tem como função garantir a disponibilidade e a confiabilidade das máquinas e por consequência a lucratividade e o aumento da produtividade.

A atividade de manutenção tem como objetivo evitar a degradação dos ativos que o mau uso e/ou o desgaste natural causam. Segundo Vianna (2022), a base da política de manutenção é determinar qual tipo de manutenção deve ser aplicada no processo produtivo. Desse modo, têm-se dois tipos de manutenção: a corretiva e a preventiva. A manutenção corretiva é efetuada com o intuito de corrigir falhas de um ativo quando o mesmo já não consegue executar alguma de suas funções requeridas. Esse tipo de manutenção não é visto com bons olhos mesmo sendo a mais utilizada nas empresas. Já a manutenção preventiva é realizada de forma periódica de acordo com critérios pré-definidos, tem como objetivo manter as condições originais do equipamento, reduzindo a probabilidade dos mesmos entrarem em falha. Esse tipo de manutenção como o próprio nome diz, tem por função prevenir a inatividade do ativo.

Dentro do setor da manutenção, é imprescindível ter um subsetor que atue de forma estratégica a qual seja responsável pelo planejamento e controle da manutenção (PCM) das ações mantenedoras dentro da empresa. O PCM é “um conjunto de ações para reparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contravalores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, usando meios disponíveis” (FILHO, 2008, p. 5).

Com a finalidade de analisar a evolução do método implantado e monitorar os impactos gerados no processo produtivo, é de suma importância o acompanhamento constante dos resultados através dos indicadores da manutenção e dos relatórios gerenciais que os mesmos proporcionam. Eles possibilitam a tomada de decisão de forma precisa e assertiva através de dados estatísticos por meio da análise desde a capacitação técnica e desempenho dos ativos e das pessoas, como questões orçamentárias, visando obter um diferencial competitivo e garantir o sucesso organizacional.

Nesse sentido, o presente trabalho tem a finalidade de evidenciar por meio de um estudo de caso a melhoria da gestão da manutenção de uma usina de cana de açúcar na região nordeste através da implantação de um setor estratégico: planejamento e controle da manutenção (PCM), a qual será abordado os indicadores de desempenho da manutenção analisados no período da safra 21/22 de cana-de-açúcar que aconteceu entre os meses de setembro de 2021 e março de 2022, período destinado à colheita da cana.

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

De que modo a implantação do PCM como função estratégica do setor de manutenção automotiva agrícola de uma usina de cana de açúcar na região nordeste vai contribuir para a melhoria da performance da manutenção a partir do acompanhamento dos indicadores de manutenção com o intuito de obter um diferencial competitivo ?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Na maioria das empresas a manutenção tem o papel de “apagar incêndios”, ou seja, segue a lógica de apenas reparar o que quebrou sem uma preocupação de analisar o porquê das falhas ou de como não as repetir.

A falta de gestão eficiente que ofereça um planejamento no processo ocasiona diversos impactos na produção, tais como: constantes manutenções corretivas emergenciais, geração de custos desgovernados, processo sem controle, equipamentos indisponíveis causando interrupções na operação, diminuição da produção entre outros. O presente estudo de caso mostra a importância de implementar o PCM como papel estratégico para gerenciar a manutenção dos equipamentos de uma usina de cana de açúcar na região nordeste.

Essa necessidade surgiu devido à manutenção corretiva predominante que resultava como consequência altas taxas de equipamentos em estado de falha, baixa disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, o que resultava em desvantagem frente a competitividade das concorrentes.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar os benefícios da implementação do conceito estratégico do PCM no setor de manutenção automotiva agrícola de uma usina de cana de açúcar na região nordeste, a fim de garantir a disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos equipamentos.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre o método PCM;
- Executar treinamentos com o intuito de desenvolver a mudança na cultura organizacional da equipe da manutenção automotiva agrícola da usina analisada;
- Implementar o método PCM nos processos do setor da manutenção automotiva agrícola da usina analisada;
- Acompanhar os indicadores de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos automotivos agrícolas da safra 21 / 22 da usina analisada.



## 2 METODOLOGIA

O presente trabalho tem o propósito de realizar um estudo de caso, a qual proporcionará um entendimento do conteúdo de forma exploratória e aplicada, ou seja, através da implantação do PCM demonstra na prática conceitos específicos de como deve ser planejado e controlado um setor de manutenção. O estudo tem um caráter quantitativo em que os resultados são observados mediante indicadores de desempenho oriundos de dados do sistema informatizado utilizado na empresa.

Com o objetivo de aprofundar o conhecimento, será realizada uma revisão bibliográfica com base em normas e livros que abordam gestão da manutenção e na metodologia para a implementação do PCM como núcleo estratégico. Com o intuito de multiplicar conhecimentos e otimizar a qualificação da equipe do setor de manutenção automotiva agrícola, haverá a difusão de tais informações por meio de treinamentos sobre os tipos de manutenções e as diretrizes do método PCM.

Em sequência, será inserido o método PCM através do macroprocesso, esquematizado as etapas para serem seguidas. As etapas do macroprocesso a serem seguidas são 6: controle inicial, identificação da demanda, tratamento da demanda, suporte ao tratamento da demanda, controle da manutenção e modificações e melhorias. No entanto, no trabalho será evidenciado apenas as três etapas iniciais, que são as etapas concretizadas até o momento: (1ª) controle inicial, etapa responsável pela alimentação de dados, ou seja, onde será definido o tagging e codificação dos ativos, a criticidade e estratégias de manutenção, e a elaboração e revisão de planos e cadastro técnico; (2ª) identificação da demanda, etapa na qual a depender da situação do ativo será identificado a classificação para execução do serviço entre manutenção preventiva, corretiva, condicional, solicitação de serviço etc.; (3ª) tratamento da demanda, etapa que contém 4 fases definidas: planejamento, provisionamento, programação e execução da demanda.

Através dos dados coletados do sistema informatizado de controle da manutenção, serão abordados os indicadores da manutenção da safra 21/ 22 (setembro de 2021 a março de 2022), tais como: DF (disponibilidade física), MTBF (tempo médio entre falhas), MTTR (tempo médio para reparo), IC (índice de manutenção corretiva), IP (índice de manutenção preventiva), OS /equipamento (ordem de serviço por equipamento), entre outros.

Por fim, será abordado uma metodologia de análise de falha. Essa atividade tem por objetivo determinar todos os modos de falhas possíveis, e fazer um banco de dados contendo a

gravidade e a frequência das mesmas, com o intuito de colaborar para a fácil identificação dos melhores procedimentos e técnicas para correção dos problemas.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

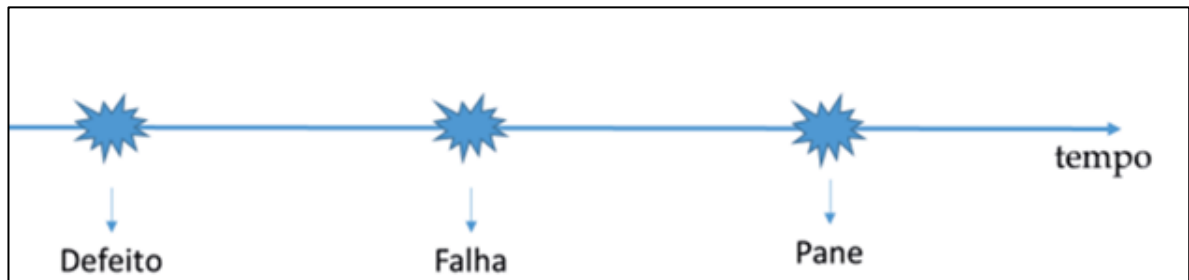
Segundo a norma ISO 55000:2014 que aborda de forma geral conceitos de sistema de gestão de ativos, “o controle eficaz e a governança dos ativos pelas organizações são essenciais para obter valor por meio do gerenciamento de riscos e oportunidades, a fim de atingir o equilíbrio desejado entre custo, risco e desempenho” (ABNT; 2014).

Com o avançar do tempo, a área de gestão de ativos tornou-se uma ferramenta estratégica para as organizações devido à desafiadora exigência por altos índices de disponibilidade e confiabilidade dos ativos, redução de custos e excelência na qualidade de produtos/serviços. Essa necessidade, advinda da mudança do pensamento a qual a manutenção deixou de ser vista como o setor que “conserta o que quebrou”, resultou na busca por uma otimização dos métodos gerenciais que possibilitem o controle eficaz de riscos, a fim de colaborar com as tomadas de decisões que potencializam o desempenho de um ativo dentro de uma organização. Para Almeida (2014), o termo manutenção é definido como um conjunto de cuidados e procedimentos técnicos que tem por intuito manter o ativo em bom funcionamento, mas também a realização dos reparos nos mesmos.

Segundo a NBR 5462-1994, que é responsável por definir os termos relacionados com a confiabilidade e a manutenibilidade dos ativos, no item 2.2.6 e 2.2.7, define o termo confiabilidade como: “Capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo” e manutenibilidade como “Capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas sob condições especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos”.

Na linha do tempo evidenciada na Figura 1 representa a progressão do estado dos equipamentos, termos definidos pela NBR 5462-1994, a qual é definido de acordo com o cumprimento ou não de suas funções requeridas.

Figura 1: Defeito, falha e pane em função do tempo.



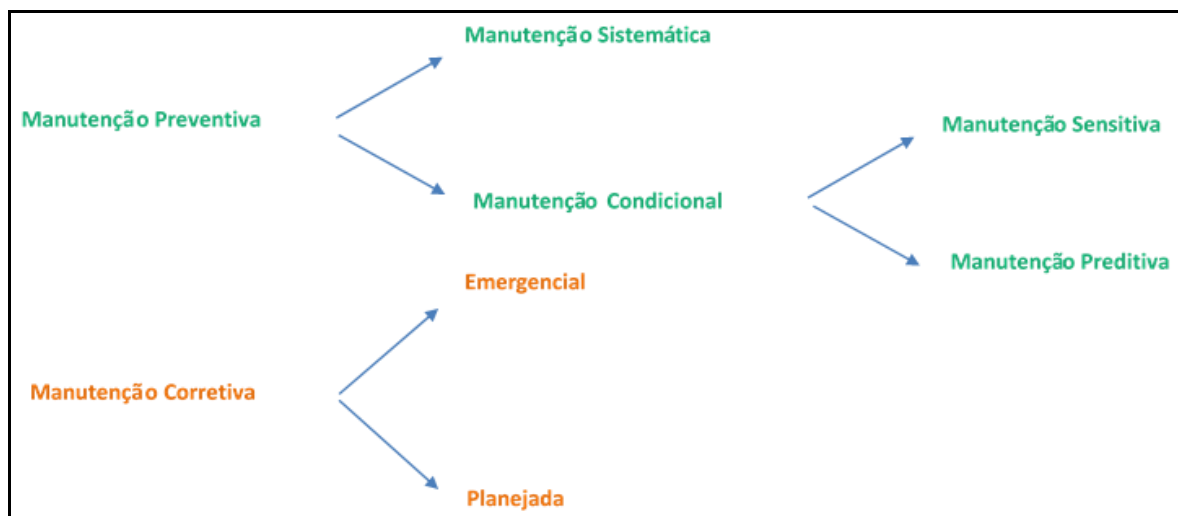
Fonte: Vianna (2020)

Defeito é quando existe uma anomalia, mas a mesma não afeta o atendimento às funções requeridas por parte do equipamento. Falha é um evento em que um ativo perde a capacidade de desempenhar uma de suas funções requeridas, e pane é o estado (resultado) de um item em falha, ou seja, é o intervalo de tempo em que o item não pode desempenhar sua função. A partir do momento que o equipamento encontra-se em estado de falha, mesmo que não interrompa totalmente o funcionamento do equipamento, ele já se torna não confiável, pois, um equipamento confiável, de acordo com a norma NBR- 5462, é capaz de atender 100% das suas funções requeridas sob condições específicas de uso, durante um período de tempo determinado.

### 3.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Conforme Vianna (2022) os termos defeito, falha e pane são responsáveis por diferenciar o tipo de manutenção que vai ser realizado no equipamento. Todo serviço de manutenção realizado antes da falha, inclusive ações para correção de defeitos, são preventivas. Já os serviços de manutenção após o surgimento da falha são corretivos, conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2: Tipos de manutenção e suas classificações.



Fonte: A autora (2020).

A manutenção preventiva se divide em dois grupos: (i) manutenção preventiva sistemática e (ii) manutenção preventiva condicional. A manutenção corretiva se divide em 2 grupos: (iii) manutenção corretiva emergencial e (iv) manutenção corretiva planejada.

### 3.2.1 Manutenção Preventiva

Para Vianna (2022), classifica-se manutenção preventiva todo serviço realizado em ativos que não estejam em falha, divide-se em dois grupos: sistemática e condicional.

#### 3.2.1.1 Manutenção preventiva sistemática (MPS)

A manutenção preventiva sistemática tem por objetivo a realização de serviços em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios específicos, destinados a reduzir a probabilidade de falha e por consequência os acontecimentos corretivos, a qual proporciona controle sobre o funcionamento dos equipamentos.

Esse tipo de manutenção é regido através de planos, os quais são um conjunto de informações que servem como orientações para a realização dos serviços de manutenção preventiva. Os planos garantem um maior controle da eficiência das ações de detecção de defeitos.

Nos planos deve conter informações tais como: Grupo de máquina que o plano se aplica; Periodicidade que as intervenções mantenedoras deverão ocorrer, seja por faixa de tempo, dias, semanas, meses ou faixa de utilização através de horímetro ou quilometragem do equipamento, sendo que o marco para a próxima intervenção sistemática será contado a partir do encerramento

da última ordem de serviço (O.S.) preventiva sistemática; Equipe de manutenção, que são os responsáveis pela execução dos serviços; Materiais de consumo; Equipamentos de proteção individual (EPI's) que os mantenedores deverão usar nos serviços; Ferramentas necessárias para a realização das tarefas mas também equipamentos de apoio, se necessário, que são as máquinas de apoio que poderão auxiliar nos serviços da manutenção.

A empresa deve ter um controle das intervenções sistemáticas para que esse modelo de manutenção ocorra de forma eficaz, devido a importância do registro das informações dos equipamentos para a realização das próximas paradas. Dessa forma, por meio das periódicas intervenções ocorre uma ampliação do tempo de vida útil dos componentes dos equipamentos, diminui os custos inesperados, aumenta o poder de decisão frente a defeitos que possam tornar-se possíveis falhas e conseqüentemente aumenta a disponibilidade.

### 3.2.1.2 **Manutenção preventiva condicional (MPC)**

A manutenção preventiva condicional, trata-se de ações resultantes das periódicas observações das condições dos equipamentos sem intervir no mesmo, tais como: ruído, temperatura, vibração etc. Atua de forma antecipada à falha, analisando os possíveis defeitos que possam gerar a falha. É categorizada em sensitiva e preditiva.

A manutenção condicional sensitiva, o monitoramento é realizado de forma sensitiva (visão, audição, tato etc.) a qual necessita de um inspetor(a) capacitado(a) /experiente a qual seja hábil para detectar possíveis falhas. Utiliza-se ferramentas para maximizar a percepção como trenas, paquímetros, endoscópios etc. Já a manutenção condicional preditiva, é aquela onde o equipamento é acompanhado através de ensaios não destrutíveis ou por controle estatístico (ensaio por ultrassom, análise de óleo lubrificante, termografia etc.) a qual tem por objetivo determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora. Esse tipo de manutenção evita desmontagens desnecessárias e utiliza o máximo da vida útil do componente.

A manutenção condicional atua garantindo o bom funcionamento do equipamento após ter sido realizada a manutenção sistemática. Esse tipo de manutenção é regido por um plano que deve ser controlado, quanto a periodicidade e a rota de inspeção, que consiste no mapeamento dos itens a serem verificados nos equipamentos de forma a garantir uma inspeção otimizada e precisa.

Se através da inspeção for verificado que um equipamento não atenda uma ou mais das suas funções requeridas, onde os mesmos comprometem a segurança do motorista/operador ou

comprometem o funcionamento da máquina, o inspetor deve intervir e parar a máquina para uma manutenção corretiva seja ela emergencial ou planejada, a depender da situação do equipamento.

### 3.2.2 Manutenção corretiva

Segundo Pinto e Xavier (2009) as manutenções realizadas decorrentes de uma falha classificam-se como manutenção corretiva, a qual se divide em dois grupos: emergenciais e planejadas.

#### 3.2.2.1 **Manutenção corretiva emergencial (MCE)**

A manutenção corretiva emergencial é aquela intervenção realizada após a ocorrência da falha, a qual o equipamento não está executando uma ou mais de suas condições requeridas, essa intervenção deve ser realizada a curtíssimo prazo a fim de recolocar o equipamento em condições para atender às suas funções requeridas e evitar graves consequências sejam eles relacionados à produção, segurança do trabalhador ou ao meio ambiente. Os custos desse tipo de manutenção costumam ser elevados.

No entanto, existem situações que a falha leva a um pane, a qual tem por consequência a parada do equipamento. Nesses casos mais complexos, nos quais o grau de resolução é mais crítico, surge a necessidade de planejar uma intervenção corretiva, ou seja, uma manutenção corretiva planejada.

#### 3.2.2.2 **Manutenção corretiva planejada (MCP)**

A manutenção corretiva planejada ocorre quando a partir de informações advindas das inspeções (manutenção preventiva condicional) tem um conhecimento prévio da possível falha que compromete o desempenho do equipamento, a qual o mesmo continua em operação, porém com menor desempenho. Esse tipo de manutenção possui um custo de manutenção inferior ao da emergencial, mas ainda com alto custo e não exige tanta urgência.

A palavra “planejada” refere-se que nesse tipo de manutenção corretiva a resolução da demanda surgida ocorre de forma precisa, já que foi encontrada antes de realmente o equipamento entrar em pane, o que dá a oportunidade de intervir e solucionar a falha de forma organizada, planejando, programando, provisionando material e disponibilizando HH necessário para efetuar o serviço, minimizando assim o tempo para recolocação do equipamento.

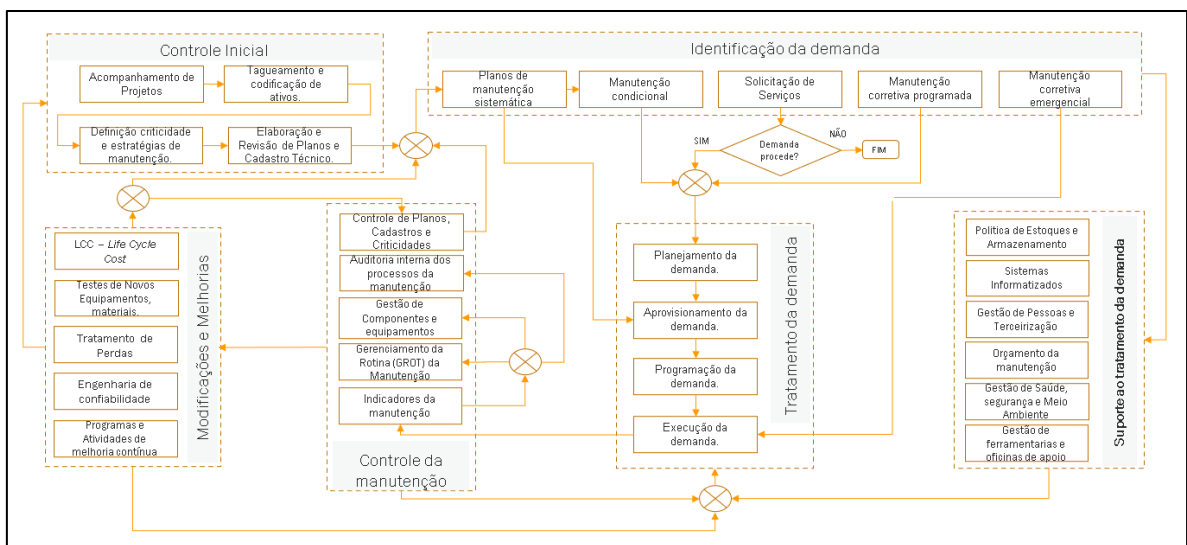
### 3.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM)

A fim de contribuir para o desenvolvimento da área da gestão da manutenção devido à desafiadora e crescente exigência dos setores produtivos pela disponibilidade e confiabilidade dos ativos, tornou necessário a inserção de novas técnicas que atuassem de forma estratégica, a partir de novos métodos de gestão da manutenção com o auxílio da engenharia da confiabilidade.

Na estrutura de um departamento de manutenção, o setor de planejamento e controle na manutenção (PCM) atua como suporte à manutenção, ligado diretamente ao setor gerencial. É regido através do macroprocesso da função manutenção, a qual é composto por 6 processos.

Para Viana (2022), denominam-se “sistema CIT & CSM”, 3 desses são denominados “CIT”, os básicos para o funcionamento da função manutenção, que são: Controle Inicial; Identificação da Demanda e Tratamento da Demanda. E os outros 3 “CSM”, referem-se aos processos mais avançados para uma função de manutenção, sendo eles: Controle da Manutenção; Suporte ao tratamento da demanda, e Modificações de Melhorias para manutenção. Conforme demonstrado na figura 3.

Figura 3: Macroprocesso da função manutenção.



Fonte: Vianna (2022)

Como já mencionado anteriormente, o PCM é designado como o responsável pelo apoio estratégico dentro de uma empresa, ele tem como função gerenciar por meio do planejamento e da programação das atividades, coordenando a qualidade dos serviços executados otimizando



os processos atuais e controlar o setor, por meio do acompanhamento dos indicadores de manutenção.

### 3.3.1 Organização da manutenção

Para Viana (2020), é de suma importância manter uma base de organização realizada pelo PCM, a fim de controlar a manutenção de uma empresa contribuindo para a identificação dos equipamentos e o controle dos mesmos. Essa base é composta pelas seguintes etapas: Tagueamento e codificação de equipamentos, ordem de serviço e fluxogramas de serviço.

#### 3.3.1.1 Tagueamento e codificação dos equipamentos

A etapa tagueamento e codificação dos equipamentos é a base da organização da manutenção. Por meio de uma aplicação lógica de identificação dos ativos, colabora com a representatividade em um sistema computadorizado de manutenção e com o mapeamento dos ativos, a qual orienta a localização dos ativos para receber a manutenção.

Tal codificação é anexada ao equipamento por meio de plotagens nos mesmos com o objetivo de garantir sua identificação e sua rastreabilidade. Através de um efetivo tagueamento e codificação dos ativos, se torna possível a realização das etapas de identificação e tratamento da demanda com mais eficiência, além de otimizar o processo do controle da manutenção ao extrair informações específicas do sistema informatizado, como indicadores de desempenho, custos, intervenções etc.

Em síntese, esse processo é o mesmo de individualizá-lo para receber manutenção, como também para acompanhamento de sua vida útil. Registra-se os equipamentos da mesma forma que o número da carteira de identidade civil registra um cidadão brasileiro.

#### 3.3.1.2 Ordem de serviço e fluxogramas de serviço

Ordem de serviço (OS) é um documento que tem o propósito de definir, autorizar, instruir e registrar um serviço a ser executado pelo setor de manutenção. Esse documento tem em sua estrutura informações básicas, tal como: nº da OS, TAG do equipamento, centro de custo, tipo de manutenção, data da manutenção, previsão para finalizar a manutenção, descrição das tarefas a serem realizadas, histórico de manutenções etc. Tais informações servem para abastecer o banco de dados do sistema informatizado. As ordens terão um ciclo de vida, e como um todo ciclo passará por várias fases. A abertura da ordem de serviço para um equipamento indica que o mesmo se encontra indisponível. Conforme ilustrado na figura 4.

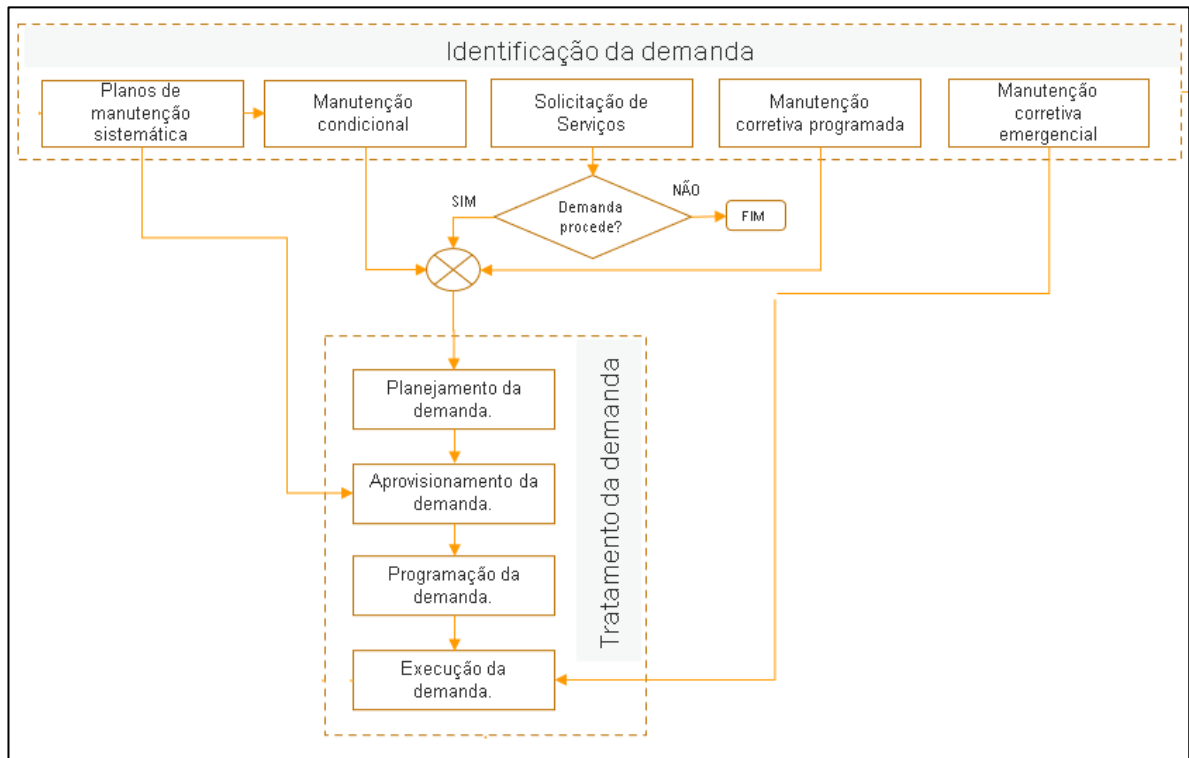
Figura 4: Modelo de ordem de serviço.

Solicitação de Serviços			
TAG:	Requisitante:	Data: / /	
Descrição do Serviço e/ou Efeito Constatado			
-----			
-----			
-----			
-----			
Preenchimento do Planejamento ou Supervisor de Produção			
Recebido: / /	Planejador:	Status	Nº OM:
Status: D - Em detalhamento E - Eliminada A - Aberta C - Encerrada			

Fonte: Vianna (2021).

A geração da OS depende do tipo de manutenção definida para a situação a qual o ativo se encontra. De acordo com o macroprocesso definido na etapa de identificação da demanda, tem-se 5 formas de abertura de uma ordem de serviço: plano de manutenção sistemática, manutenção condicional, solicitação de serviço, manutenção corretiva programada e manutenção corretiva emergencial, o que as diferem é a forma que as demandas serão tratadas, conforme representado na figura 5.

Figura 5: Identificação e tratamento da demanda do macroprocesso da função manutenção.



Fonte: Vianna (2021).

Para a execução dos serviços contidos nos “planos de manutenção sistemática”, a OS já foi planejada na etapa do controle inicial, no cadastro do equipamento como citado anteriormente, a qual a realização dos serviços é em intervalos predeterminados, seja por faixa de tempo ou faixa de utilização através de horímetro ou quilometragem do equipamento. Importante ressaltar que o marco para a próxima intervenção sistemática será contado a partir do encerramento da última ordem de serviço preventiva sistemática, ou seja, entra em repetição infinita, chamado de loop sistemático. Logo, na etapa tratamento da demanda, a fase da OS será direcionada para o provisionamento, a qual com a chegada do tempo para a manutenção sistemática ser realizada tanto o material / ferramenta necessária e mão de obra devem estar disponível para a programação da execução do serviço.

Outro documento emitido periodicamente pelo planejamento é a OS de inspeção, as quais são abertas para a realização das rotas de inspeções designadas a partir do plano de inspeção aos inspetores a fim de observar possíveis defeitos/falhas sem intervir no equipamento. Porém, se as mesmas gerarem serviços são transformadas em OS de “manutenção condicional”, a qual é de responsabilidade do inspetor emitir um laudo descrevendo o defeito/falha encontrada e estimar o tempo para a correção. Tais OS são planejadas juntamente aos planos de manutenção sistemática, e tal como a OS dos planos de manutenção sistemática, a OS dos planos de

manutenção condicional também entrarão em ciclo sistemático. E como é uma OS gerada a partir de um plano segue todas as etapas do tratamento da demanda.

Quando o defeito ou falha é identificada durante a jornada de trabalho por um colaborador externo a manutenção, como por exemplo o motorista/ operador do equipamento, a OS é chamada de “solicitação de serviço”, na qual o mesmo se direciona a recepção e relata de forma detalhada o defeito ou falha observada no equipamento. A partir disso, através das informações advindas da solicitação, o setor de manutenção intervém no equipamento para solucionar o problema relatado, seguindo todos os processos presentes no tratamento da demanda: planejamento de curto prazo, provisionamento, programação e execução.

Quando o setor de manutenção já tem o conhecimento da anomalia presente no equipamento, porém por algum motivo seja ele: falha que levou a uma pane de grande proporção, falha com difícil solução, excesso de prioridades e conseqüente falta de mão de obra, entre outros, a qual possibilita uma programação da manutenção, gera uma OS de “manutenção corretiva programada”. Essa OS passará por todas as etapas do tratamento da demanda.

E por fim, a OS gerada a partir de uma “manutenção corretiva emergencial”. Essa OS será aberta quando o colaborador executante identificar a necessidade de um serviço emergencial no equipamento, na maioria das vezes o equipamento é de um setor de alto grau de prioridade e sua indisponibilidade interfere diretamente na produção. Conforme observado no macroprocesso na etapa do tratamento da demanda, por ser uma manutenção corretiva emergencial a OS é direcionada diretamente para a execução do serviço, tendo em vista que a demanda necessita de uma solução rápida.

### 3.3.2 Equipe PCM

Conforme Vianna (2021) o processo responsável por selecionar os profissionais para aderir a equipe de manutenção passa por uma definição dos papéis e responsabilidades de cada cargo que compõe a estrutura organizacional, e é de suma importância uma descrição de cargos de acordo com a realidade da área. A equipe do setor estratégico da manutenção formada pelos homens e mulheres da manutenção é distribuída pelas seguintes funções: planejador(a), provisionador(a), programador(a), controlador(a), inspetor(a) e supervisor(a).

- a) Planejador: profissional que além de possuir conhecimentos técnicos, deve ter uma boa experiência na área de manutenção das máquinas. As atribuições básicas do planejador são:

- Gerenciamento dos planos de manutenção;
  - Gerenciamento dos cadastros e codificação dos equipamentos;
  - Planejamento de longo prazo: mapa quinquenal;
  - Planejamento de médio prazo: Elaboração do mapa de 52 semanas: planejamento anual detalhado a qual determina as previsões das MPS e MPC, grandes paradas, etc;
  - Planejamento de curto prazo.
- b) Aproveisionador: profissional responsável por prover os materiais necessários à manutenção para a execução dos serviços, sejam eles peças, ferramentas ou serviços terceirizados. É de função do proveedor o acompanhamento junto do almoxarifado/suprimentos da entrega do material.
- c) Programador: profissional responsável por definir “o que”, “onde”, “quem” e “quando” será realizada a manutenção, a partir dos recursos planejados e aprovados. A programação deve ter um alinhamento com o setor de produção, a fim de garantir a parada do equipamento sempre que necessário, evitando o acúmulo de equipamentos da mesma operação ou o atraso prolongado da revisão de equipamentos.
- d) Controlador: responsável por controlar os indicadores de manutenção com o propósito de analisar o desempenho do tratamento da demanda.
- e) Inspetor: profissional com experiência a qual tem como responsabilidade procurar por anomalias nos ativos por meio de técnicas sensitivas ou preditivas, antes que as mesmas se tornem falhas. É de responsabilidade do inspetor seguir a rota de inspeção regida no plano de inspeção, e após a inspeção emitir um laudo de inspeção dos equipamentos verificados.
- f) Supervisor de manutenção: profissional responsável pela gestão da equipe de execução, seja questões técnicas ou burocráticas.

### 3.3.3 Indicadores da manutenção

Os indicadores de manutenção são utilizados como acompanhamento da evolução do desempenho. São responsáveis por retratar aspectos importantes a respeito da manutenção no que abrange tanto equipamentos quanto pessoas. É importante ter uma rotina de acompanhamento, a fim de permitir tomadas de decisões mais precisas e assertivas. São vários os indicadores utilizados na manutenção. Sendo responsabilidade do PCM avaliar qual é

relevante para ser analisado. Viana (2021) aponta alguns indicadores que são referência no que tange manutenção, são eles:

- *Taxa de frequência e de gravidade de acidentes pessoais:*

É o tipo de indicador que avalia aspectos de segurança no trabalho dos colaboradores da manutenção, tendo em vista que a vida e a segurança das pessoas é uma prioridade.

- a) Taxa de frequência de acidentes: demonstra a eficiência da segurança no ambiente de trabalho.

$$\text{Taxa de freq. de acidentes} = \frac{\sum \text{N}^\circ \text{ de acidentes pessoais}}{\sum \text{HH trabalhado}} \cdot 10^6$$

- b) Taxa de gravidade de acidentes: refere-se ao tempo em que o trabalhador acidentado ficou afastado da empresa.

$$\text{Taxa de grav. de acidentes} = \frac{\sum \text{HH por acidentes com afastamento}}{\sum \text{HH trabalhado}} \cdot 10^6$$

- *Disponibilidade:*

Segundo a norma NBR 5462-1994, item 2.2.5, define o termo disponibilidade como:

Capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. (ABNT - NBR - 54622).

O conceito de disponibilidade divide-se em dois tipos:

- a) Disponibilidade física (DF): refere-se como disponibilidade física as horas que o ativo esteja disponível para a operação, ou seja, representa o total de horas programadas para realização do trabalho da operação de uma empresa, retirando as horas de manutenção, seja preventiva ou corretiva. Esse indicador serve para analisar a gestão da capacidade produtiva do ativo físico.

$$DF = \frac{HP - HMT}{HP} \cdot 100 \%$$

HP = horas programadas para produção

HMT = horas de manutenção total (preventiva e corretiva)

- b) Disponibilidade inerente (DI): refere-se a disponibilidade inerente, considera como indisponível o ativo que esteja em falha, ou seja, apenas as horas de manutenção corretiva.

$$DI = \frac{HP - HMC}{HP} \cdot 100 \%$$

HP = horas programadas para produção

HMC = horas de manutenção corretiva

Esse indicador serve para analisar de forma temporal o desempenho do ativo, mas também os impactos no MTTR e MTBF, indicadores que serão citados posteriormente.

- *Aderência ao orçamento da manutenção (AOM):*

Refere-se ao nível de organização orçamentária da empresa. Aderência de 100% representa que o orçamento utilizado foi igual ao orçado, já a aderência acima de 100% representa um estouro do orçamento.

$$AOM = \frac{\text{Custo de manutenção realizado}}{\text{Custo de manutenção orçado}} \cdot 100 \%$$

- *Índice de corretiva:*

Refere-se ao percentual das horas dedicadas à manutenção corretiva. Utilizado para analisar a eficácia do tratamento da demanda.

$$IC = \frac{HMC}{HMC + HMP} \cdot 100 \%$$

HMC = horas de manutenção corretiva

HMP = horas de manutenção preventiva

- *Índice de preventiva:*

Refere-se ao percentual das horas dedicadas à manutenção preventiva. Utilizado para analisar a eficácia do tratamento da demanda.

$$IP = \frac{HMC}{HMP + HMC} \cdot 100 \%$$

HMP = horas de manutenção preventiva

HMC = horas de manutenção corretiva

- *MTBF*:

O MTBF, mean time between failures (traduzido para o português, tempo médio entre falhas) é utilizado para analisar o tempo, em horas, do intervalo entre uma falha e outra. Ou seja, é o cálculo das horas de disponibilidade inerente do equipamento pelos eventos de manutenções corretivas. Disponibilidade inerente, como já visto anteriormente, é o resultado da subtração das horas programadas para a operação retirando as horas de manutenção corretiva.

$$MTBF = \frac{HP - HMC}{\sum \text{eventos corretivos}}$$

HP = horas programadas para produção

HMC = horas de manutenção corretiva

Eventos corretivos = quantidade de manutenção corretiva

É vantajoso que o valor do MTBF aumente progressivamente, isso significa que está aumentando a confiabilidade do ativo, evidenciando que aumentou a quantidade de horas entre uma falha e outra, logo, a disponibilidade inerente do ativo aumentou e a quantidade de intervenção de manutenção corretiva diminuiu.

- *MTTR*:

MTTR, mean time to repair, traduzido para o português, tempo médio de reparo, é utilizado para analisar o tempo, em horas, para uma falha ser reparada. Ou seja, intervalo de indisponibilidade inerente do equipamento devido a horas de manutenção corretivas pelo somatório de eventos de manutenções corretivas.

$$MTTR = \frac{HMC}{\sum \text{eventos corretivos}}$$

HMC = horas de manutenção corretiva

Eventos corretivos = quantidade de manutenção corretiva

É interessante que ao passar do tempo ocorra a redução do valor de MTTR, evidenciando que os tempos de correção das falhas estão diminuindo e por consequência impactando menos



na produção. Esse indicador demonstra que a organização está amadurecendo o nível do setor de manutenção, já que a agilidade da correção de uma falha depende de vários fatores, tais como: capacitação da equipe, disponibilidade de material, mão de obra, entre outros.

- *Aderência a parada programada:*

Reflete o percentual do HH apontado em OS's executadas, levando em conta apenas as Ordens de Serviço previstas no universo daquelas que foram programadas semanalmente no planejamento de curto prazo.

O indicador APR, será expresso em percentual, onde quanto maior o seu valor, melhor será sua avaliação.

$$\text{APR} = \frac{\text{HH Executado do programado}}{\text{HH programado}} \cdot 100\%$$

- *Acompanhamento da eficiência da execução:*

Refere-se a porcentagem das horas nas quais os colaboradores da execução estão intervindo nos ativos, ou seja, estão com a “mão na chave”.

$$\text{Mão na chave} = \frac{\text{Horas trabalhadas com O.S}}{\text{Horas legisladas}} \cdot 100\%$$

- *OS / equipamento:*

Refere-se a quantidade de ordens de serviços aberta por equipamento que compõe a frota da empresa, durante o período especificado.

$$\text{OS/Eq} = \frac{\text{Total de OS abertas}}{\text{Total de equipamentos}}$$

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO PCM EM UMA USINA DE CANA DE AÇÚCAR DA REGIÃO NORDESTE.

A implantação do PCM no setor de manutenção agrícola de uma usina de cana de açúcar da região nordeste ocorreu no início de 2021, onde a realidade caótica de baixa confiabilidade e elevada indisponibilidade dos ativos gerados pelo alto índice de manutenção corretiva somada ao descontrole dos custos de manutenção eram presentes na organização. Como solução, foram definidas e implementadas etapas de implantação do método PCM conseguindo assim otimizar os processos de manutenção. Os avanços são acompanhados periodicamente através dos indicadores de desempenho.

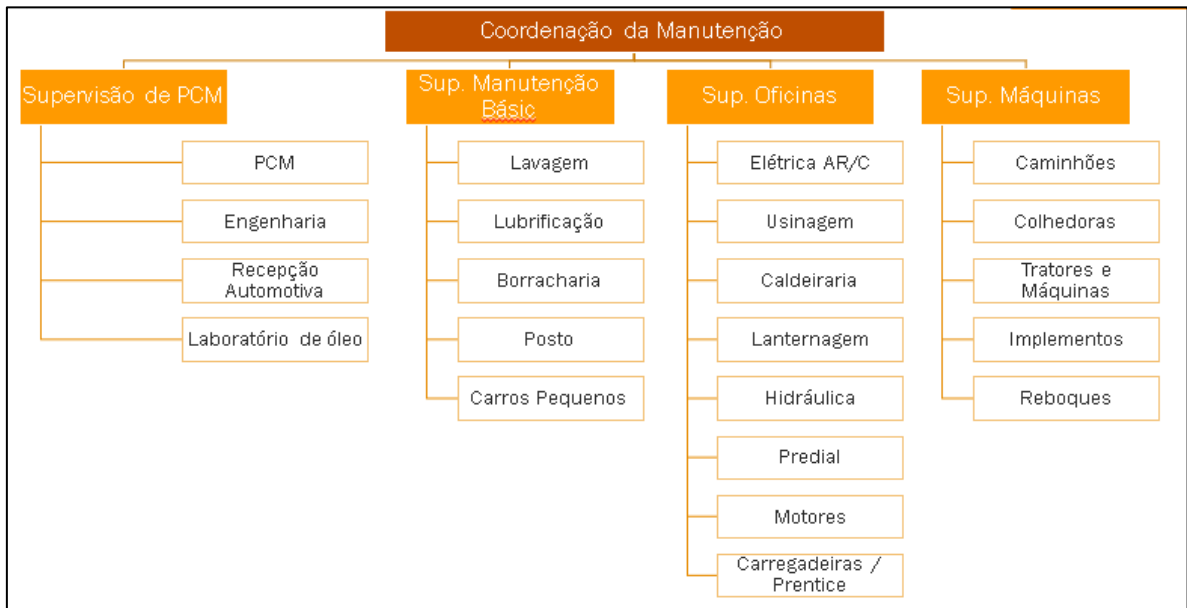
#### 4.1.1 Etapas da implantação

- a) Estruturação do PCM e revisão das atividades.

Etapa inicial a qual o consultor / engenheiro de processos juntamente com o coordenador de manutenção determinaram a estruturação do setor de PCM, estabeleceram o fluxo do processo e a formação da equipe. O PCM conta com uma equipe compactada subdividida para executar a etapa “tratamento da demanda” do macroprocesso. É composta por: 2 planejadores, 2 provisionadores, 2 programadoras, 4 inspetores, 1 controlador, 3 analistas de PCM, 2 estagiários, 1 supervisor de PCM e 4 supervisores de manutenção responsáveis pela execução.

Na figura 6 como ficou definido o organograma do setor de manutenção da empresa estudada.

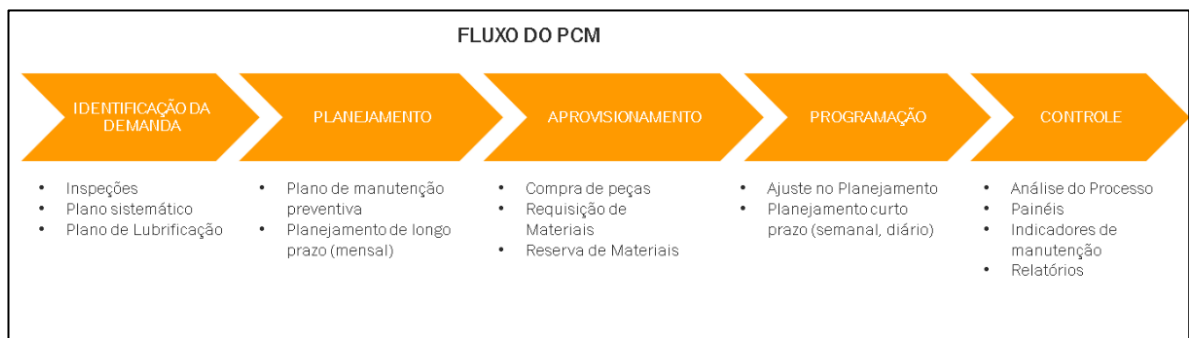
Figura 6: Organograma da manutenção da usina analisada.



Fonte: Intranet da usina analisada (2022).

O fluxo descrito na figura 7, é o passo-a-passo resumidamente da estruturação do PCM. A qual descreve brevemente as atribuições de cada função.

Figura 7: Fluxo do PCM e suas atribuições.



Fonte: Intranet da usina analisada (2022).

b) Capacitação das pessoas impactadas.

De princípio houve um treinamento com o intuito de desenvolver a mudança na cultura organizacional da equipe a qual abordou o método PCM, evidenciou através do macroprocesso as etapas sequenciais que deveriam ser seguidas para alcançar o resultado. Nesse treinamento, a equipe foi apresentada às suas respectivas funções e atribuições. O treinamento foi a primeira atividade que foi inserida no cronograma de implantação, etapa muito importante, pois foi definido os papéis e responsabilidades de cada cargo da estrutura e os resultados esperados. Mas

também foram disponibilizadas bibliografias que abordam sobre conceitos de gestão da manutenção e sobre PCM para que a equipe pudesse se aprofundar mais ao tema.

- c) Controle inicial - “Tagueamento e codificação dos ativos; Definição da criticidade e estratégias de manutenção; Elaboração e revisão de planos e cadastro técnico”

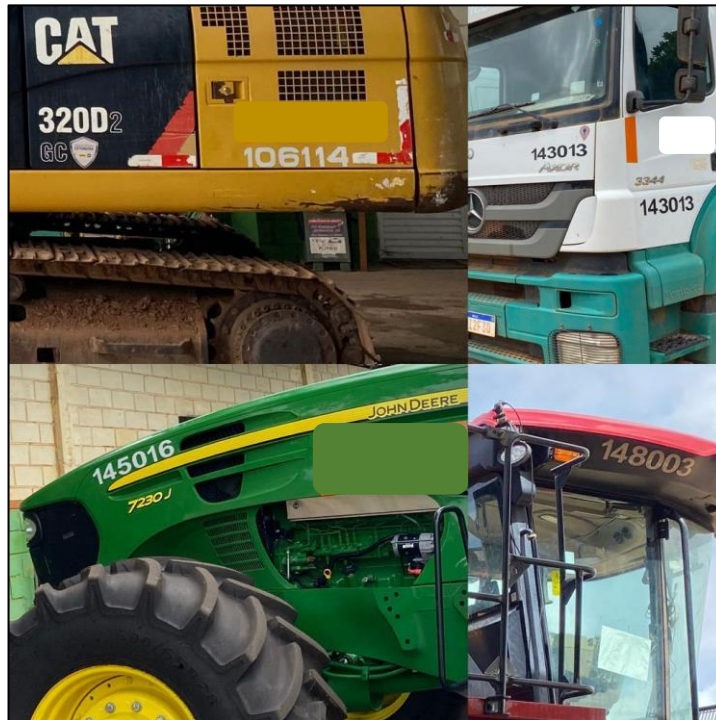
Sua aplicação se configura no início de tudo, tange às primeiras atividades de gerenciamento da manutenção sobre o ativo. Para iniciar a implantação, foi de suma importância a padronização dos processos. Dessa forma, as primeiras três etapas para isso são descritas abaixo.

- *Tagueamento e codificação dos ativos.*

Todos os equipamentos que compõem a frota da usina analisada, sendo eles: 368 máquinas motoras (caminhões, tratores e máquinas) e 469 implementos (rodoviários e agrícolas), são identificados e padronizados através de números de frota. Chama-se de número de frota o tagueamento que é anexado ao equipamento por meio de plotagens nos mesmos. Esse tagueamento, já era utilizado pela organização antes da implantação do PCM, a qual tem por objetivo garantir sua identificação e sua rastreabilidade, facilitando a realização das etapas de identificação e tratamento da demanda. A codificação dos equipamentos é muito importante para a organização, para se ter um controle os mesmos devem estar identificados, codificados e com a informação técnica atualizada, onde os registros devem conter as informações técnicas possíveis potencialmente necessárias para a gestão.

O número de frota é composto por 6 dígitos, a qual o primeiro dígito refere-se à unidade, que no caso é o dígito 1. Em sequência, os dois próximos dígitos referem-se a classe mecânica do equipamento, e os três últimos dígitos seguem uma sequência a partir do último número cadastrado referente a numeração da classe do equipamento. Por exemplo, um caminhão (103320), o número “1” refere-se à unidade, “03” a classe mecânica caminhão e o “320” número sequencial dos caminhões existentes na empresa. Na figura 8 evidencia alguns equipamentos com suas respectivas identificações.

Figura 8: Tagueamento dos equipamentos da frota da usina analisada.



Fonte: Usina analisada (2022).

- *Definição da criticidade e estratégias de manutenção.*

Consiste em uma etapa do processo do controle inicial que tem como propósito: avaliar a consequência da indisponibilidade do ativo físico para os objetivos de produção, segurança no trabalho, meio ambiente, custos e qualidade, bem como direcionar estratégias de manutenção que devem ser aplicadas no ativo físico avaliado. Foi de responsabilidade do planejador juntamente com o supervisor de PCM a definição da criticidade dos equipamentos da organização.

O termo estratégias de manutenção representa uma medida de planejamento eficiente para a realização de atividades complexas a qual envolve diversos níveis de atuação com o intuito único de obtenção de objetivos e resultados. Para definir qual tipo de manutenção é recomendada para cada ativo, preventiva ou corretiva, é imprescindível definir previamente sua criticidade.

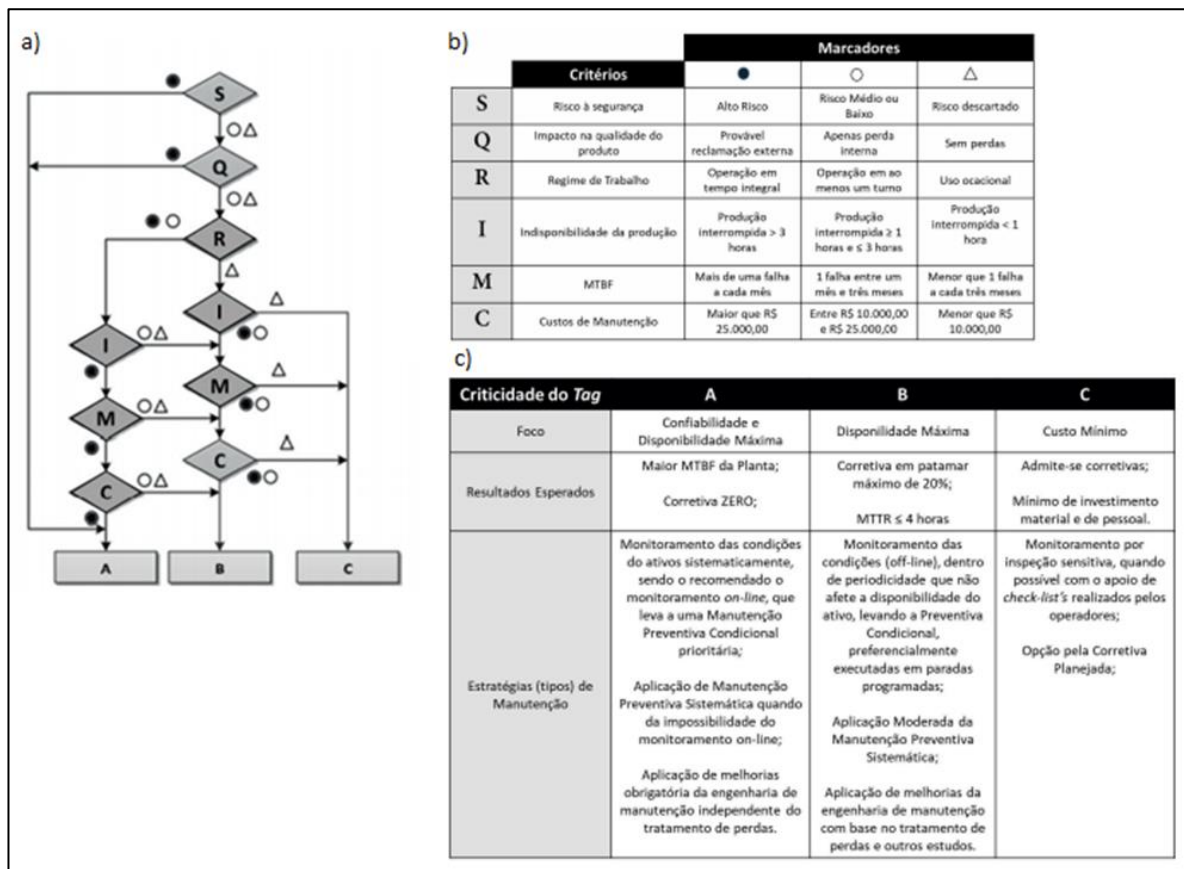
Segue abaixo alguns métodos para a definição da criticidade dos ativos:

1. Classificação ABC;
2. Classificação de criticidade proposta por Viana;
3. Matriz GUT;

4. Estratégias de manutenção através da MCC – manutenção centrada na confiabilidade.

Destacando a “classificação ABC”, a qual foi selecionada para determinar a classificação da criticidade da frota dos equipamentos da usina analisada a partir de um algoritmo de decisão que utiliza critérios que variam de acordo com a missão, visão e valores da empresa, sendo eles: risco à segurança, impacto na qualidade do produto, regime de trabalho, indisponibilidade da produção, MTBF e custos de manutenção. Segue apresentado na figura 9 a metodologia de classificação “ABC”.

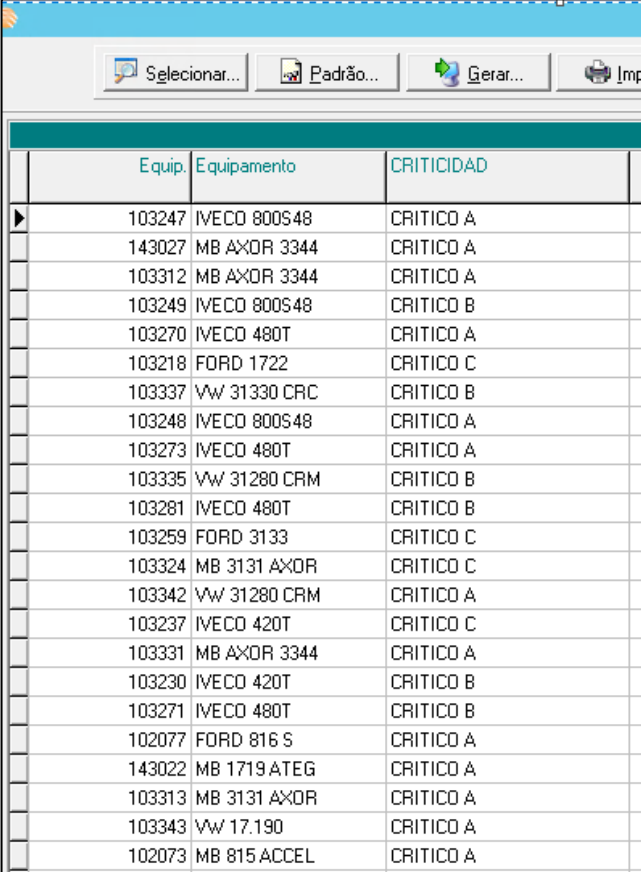
Figura 9: a) algoritmo de decisão. b) classificação ABC. c) estratégias de manutenção.



Fonte: Vianna (2021)

Um critério sobressai diante dos outros para a determinação da classificação nos níveis: maior criticidade “A”, criticidade mediana “B” e baixa criticidade “C”. Dessa forma, a partir da distribuição dos ativos nas devidas criticidades destinam a tratativa específica, ou seja, a escolha da estratégia de manutenção. Segue na figura 10 o inventário dos equipamentos e sua criticidade retirada do sistema informatizado.

Figura 10: Inventário dos equipamentos e sua criticidade retirado do sistema de manutenção.



Equip.	Equipamento	CRITICIDAD
103247	IVECO 800S48	CRITICO A
143027	MB AXOR 3344	CRITICO A
103312	MB AXOR 3344	CRITICO A
103249	IVECO 800S48	CRITICO B
103270	IVECO 480T	CRITICO A
103218	FORD 1722	CRITICO C
103337	Vw 31330 CRC	CRITICO B
103248	IVECO 800S48	CRITICO A
103273	IVECO 480T	CRITICO A
103335	Vw 31280 CRM	CRITICO B
103281	IVECO 480T	CRITICO B
103259	FORD 3133	CRITICO C
103324	MB 3131 AXOR	CRITICO C
103342	Vw 31280 CRM	CRITICO A
103237	IVECO 420T	CRITICO C
103331	MB AXOR 3344	CRITICO A
103230	IVECO 420T	CRITICO B
103271	IVECO 480T	CRITICO B
102077	FORD 816 S	CRITICO A
143022	MB 1719 ATEG	CRITICO A
103313	MB 3131 AXOR	CRITICO A
103343	Vw 17.190	CRITICO A
102073	MB 815 ACCEL	CRITICO A

Fonte: Sistema informatizado da usina analisada (2022).

- *Elaboração e revisão dos planos.*

Os planos de manutenção podem ser classificados das seguintes formas: planos de manutenção preventiva sistemática e planos de monitoramento das condições. O que os distingue é que o plano de manutenção preventiva sistemática intervém no ativo, e o plano de monitoramento das condições inspeciona os equipamentos através de coleta e análise de dados. Ressaltando que ambos são preventivos e periódicos.

Foi de responsabilidade dos planejadores e dos estagiários a elaboração dos planos de manutenção. Para a realização da atividade de elaboração e revisão dos planos de manutenção preventiva sistemática e condicional, foi usado os dados dos planos já utilizados, com os conhecimentos empíricos dos mecânicos, somado com as informações dos manuais do fabricante, juntamente aplicados a teoria advinda do livro manual de gestão da manutenção, de Herbert Vianna, a qual descreve que um plano de manutenção preventiva deve conter os seguintes elementos: procedimento legal de segurança no trabalho, tarefas pré-definidas, lista de materiais a serem utilizados previamente definida, previsão da carga horária de HH para cada

tarefa prevista, periodicidade de repetição da intervenção prevista no plano, e para o caso de manutenção preventiva sistemática, tarefas que visam intervir no equipamento, e para as manutenções preventivas condicionais tarefas que visem apenas observá-lo. Conforme ilustrado na figuração 11 abaixo.

Figura 11: Plano de manutenção preventiva sistemática aplicados nos caminhões da usina analisada.

Plano		Unidade	Seção	Descrição	Per. Uso	Realizado com		
Sistema	Seq.	Km	182	PCM	2.099,0	Sim	Não	Matricula
<b>30 EQUIPAMENTOS</b>								
1	Oficina:	Verificar a existência de vazamentos no motor;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Oficina:	Verificar a existência de vazamentos nos compartimentos de óleo hidráulico;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Oficina:	Verificar a existência de vazamentos no sistema de arrefecimento;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Dick de lavagem:	Lavagem geral;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>86 LUBRIFICAÇÃO</b>								
5	Lubrificação:	Coletar amostra de óleo do motor e certificar de que está em bom estado para uso;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Lubrificação:	Coletar amostra de óleo do sistema hidráulico e certificar de que está em bom estado para uso;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Lubrificação:	Coletar amostra de óleo do sistema de arrefecimento e certificar de que está em bom estado para uso;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>1 MOTOR</b>								
8	Motor:	Verificar possíveis anomalias (ruídos, vibrações, descaixes etc.);				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Motor:	Verificar vazamentos de combustível e/ou óleo de motor;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Motor:	Verificar vazamentos (água e óleo) e contaminações do sistema pneumático do compressor. Em casos de contaminação, substituir e fazer a limpeza do sistema pneumático (Reservatório e válvulas);				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Motor:	Verificar mangueiras e bomba hidráulica;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Motor:	Verificar turbina, coletor de ar, mangotes, bracedeiras, intercooler, tubulações e carcaça do filtro de ar;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Motor:	Verificar turbina, coletor, escapamento completo, mangotes, bracedeiras e tubulações;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Motor:	Verificar junta do carter, garantindo que não há vazamentos;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Motor:	Verificar coxim do motor, garantindo que não há desgastes ou folgas;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3 SISTEMA ARREFECIMENTO</b>								
16	Arrefecimento:	Verificar vazamento do líquido de arrefecimento;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Arrefecimento:	Verificar válvula termostática, reservatório de água, mangueiras e bracedeiras do reservatório de água;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Arrefecimento:	Verificar correias, tensor, rolamento do tensor, bomba d'água polia auxiliar, ventoinha e rolamento de suporte da ventoinha;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Arrefecimento:	Verificar radiador;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4 ALIMENTAÇÃO COMBUSTIVEL</b>								
20	Alimentação de combustível:	Verificar condições do tanque de combustível, mangueiras, pescador, bomba de alta pressão, bomba alimentadora e mangueiras da bomba alimentadora;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>48 CABINE</b>								
21	Cabine:	Verificar buchas, amortecedores, cilindro, mangueiras e bomba (macaco);				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>7 SUSPENSÃO DIANTEIRA</b>								
22	Suspensão dianteira:	Verificar pinos, buchas dos pinos, feixe de mola, batedor, atracadadeiras, amortecedores, jumeis, estabilizador e buchas do estabilizador;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Suspensão dianteira:	Verificar no sistema de freios o eixo S, suporte do eixo S, catraca, cuicas, mangueiras das cuicas, lonas, molas de retorno e tambor;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Suspensão dianteira:	Verificar parafusos, rolamentos do cubo, rentenor e pino mestre da manga de eixo;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Suspensão dianteira:	Verificar caixa de direção, barras, contra barras e terminais;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2 TRANSMISSÃO</b>								
26	Transmissão:	Terminais da alavanca, servo de embreagem, válvula de redução e válvula de transferência;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Transmissão:	Verificar se todas as marchas estão engrenando corretamente;				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Sistema informatizado da usina analisada (2022).

d) Rotinas de planejamento, inspeção, provisionamento, programação e execução:

- *Rotinas de planejamento:*

É de responsabilidade do planejador definir quando e qual tipo de intervenção vai ser aplicada no ativo. Os planos de manutenção sistemática a qual tem intervalos definidos para a



realização de cada manutenção, seja por faixa de tempo ou faixa de utilização através de horímetro ou quilometragem do equipamento são contados a partir do encerramento da última ordem de serviço preventiva sistemática. É monitorado através do abastecimento, a qual insere no sistema a quilometragem/horímetro que o equipamento se encontra. Dessa forma, os planejadores devem ter esse controle periódico para planejar as manutenções.

Como já foi visto anteriormente, o planejamento pode ser executado de 3 formas: planejamento de longo, médio e curto prazo. Porém como a implantação está na fase inicial, utiliza-se o planejamento a curto prazo. Semanalmente é realizada uma programação de manutenção, na sexta que antecede a semana da programação já se tem a lista dos equipamentos que devem parar para a realização da manutenção na semana seguinte. Todos os equipamentos que foram programados para realizar a manutenção na semana já tem suas OS planejadas, prevendo todos os recursos necessários para a realização da manutenção desde material como mão de obra. Na figura 12 é ilustrado o planejamento semanal.

Figura 12: Programação semanal da manutenção preventiva dos equipamentos da usina analisada.

		<b>Sisma - Sistema de Manutenção Automotiva</b> <b>RELATORIO DE PLANEJAMENTO_</b> Programa: Mbanmpa1 - 9.0.1				
		Página: 1 Data Emissão: 11/03/2022 Hora Emissão: 11:39				
Código	Classe Mecânica	Segunda 14/03/2022	Terça 15/03/2022	Quarta 16/03/2022	Quinta 17/03/2022	Sexta 18/03/2022
1	CAMINHÃO	103239	103315	103296	103291	103274
1	CAMINHÃO	103290	143009	103318	143008	103343
1	CAMINHÃO	103319	143014	143017		143015
1	CAMINHÃO	143018				
<b>Subtotal</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
2	TRATORES	105290	105359	105381	105386	105358
2	TRATORES	145007				
<b>Subtotal</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
3	IMPLTO RODOVIARIO	127035	147006			
3	IMPLTO RODOVIARIO	127034	147005			
<b>Subtotal</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
6	COLHEDORA CANA	148002			148001	
<b>Subtotal</b>		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
7	VEICULOS LEVES		134539	104080		
<b>Subtotal</b>		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
9	MAQUINA PESADA	144003	144001	106146	106148	
9	MAQUINA PESADA	144005				
<b>Subtotal</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>		<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Fonte: Sistema informatizado da usina analisada (2022).

- *Rotinas de inspeção:*

Os planejadores são responsáveis pela elaboração da rota de inspeção, a qual é realizada periodicamente conforme determina o plano de inspeção para cada classe operacional dos equipamentos. Segue na figura 13 a programação da rota de inspeção dos equipamentos.

Figura 13: Programação da rota de inspeção equipamentos da usina analisada.

		Segunda 28/03/2022	Terça 29/03/2022	Quarta 30/03/2022	Quinta 31/03/2022	Sexta 01/04/2022
<p><b>Sisma - Sistema de Manutenção Automotiva</b>  <b>ROTA DE INSPEÇÃO - RESUMO</b>            Programa: Mbanmpa1 - 9.0.1</p> <p>Página: 1            Data Emissão: 25/04/2022            Hora Emissão: 15:12</p>						
Esp	Código Classe Operacional					
1	16 CAMINHÃO BASCULANTE			143018		
1	16 CAMINHÃO BASCULANTE			143019		
1	17 CAMINHÃO MUNCK	103259				
1	17 CAMINHÃO MUNCK	103252				
<b>Subtotal</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
1	18 CAVALO MECÂNICO			103249		103247
<b>Subtotal</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
1	32 CAMINHÃO COMBOIO	102054				
1	32 CAMINHÃO COMBOIO	103322				
1	33 CAMINHÃO COMBATE INCENDIO		103339			
1	33 CAMINHÃO COMBATE INCENDIO		103340			
<b>Subtotal</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
1	34 CAMINHÃO OFICINA				103266	
1	34 CAMINHÃO OFICINA				103279	
<b>Subtotal</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
1	82 CAMINHÃO LEVE				102072	

Fonte: Sistema informatizado da usina analisada (2022).

Após a realização das inspeções, os inspetores realizam laudos a fim de abastecer o sistema informatizado com as informações adquiridas das inspeções. Caso seja encontrado defeitos que os mesmos certifiquem que pode aguardar até a vinda do equipamento para o setor da manutenção, os mesmos são anexados a OS de MPS que é planejada semanalmente. Porém, caso contrário, os planejadores transformam OS de inspeção em OS de MCE ou MCP a depender da urgência, do material e da mão de obra disponível.

- *Rotinas de provisionamento:*

Os provisionadores a partir do conhecimento advindo do planejamento da manutenção, são responsáveis por organizar os materiais necessários para a execução dos serviços de manutenção previstos na OS, assegurando que o material esteja disponível no local e momento correto para execução das tarefas.

- *Rotinas de programação:*

A programação deve ser realizada em alinhamento com o setor de produção, a fim de garantir a parada do equipamento sempre que necessário, evitando o acúmulo de equipamentos da mesma operação ou o atraso prolongado da revisão de equipamentos. É dever das programadoras entrar em contato com a operação mediante a programação semanal e definir horários para a execução da manutenção, entrega de previsões de liberação do equipamento, reprogramações, entre outros.

- *Rotinas de execução:*

Com a implantação do PCM e por consequência a inserção da manutenção preventiva como prioridade na organização. Tornou-se necessário a alteração do layout das oficinas, priorizando um local específico para a realização dos serviços programados semanalmente de manutenção preventiva, chama-se box da preventiva, representado na figura 14.

Figura 14: Box específico para a manutenção preventiva.



Fonte: Usina analisada (2022).

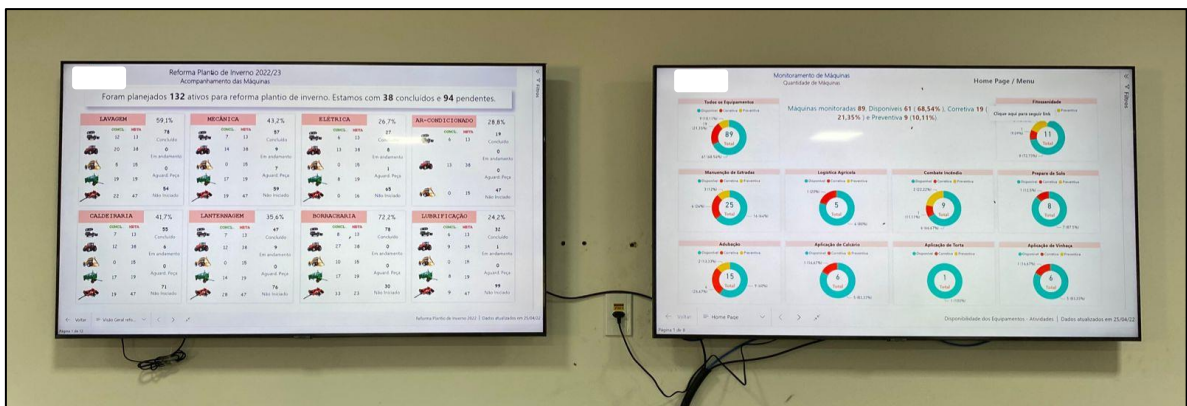
Os boxes ficam nas oficinas específicas das classes mecânicas dos equipamentos que compõem a frota: oficina de caminhões, tratores, máquinas e colhedoras. As oficinas de suporte: elétrica, lanternagem/funilaria e ar-condicionado se direcionam para o box específico a qual o equipamento esteja. E por fim, a manutenção é concluída nas oficinas de manutenção básica: borracharia e dique de lubrificação. Esse layout foi determinado por conta que a manutenção preventiva sistemática segue uma frequência de execução periódica e específica de certificação

de boas condições de uso. Caso haja necessidade de reparos, deve-se alterar a OS para manutenção corretiva.

- *Rotinas de controle:*

O controlador é responsável pela execução/acompanhamento periódico dos indicadores de desempenho e por sinalizar desvios do processo. Tais indicadores são expostos através de painéis transmitidos nos televisores exposto no setor do PCM. Os indicadores são apresentados em reuniões realizadas semanalmente tanto ao setor da manutenção quanto ao setor de operação, conforme demonstrado na figura 15.

Figura 15: Painéis as quais são apresentados os indicadores de desempenho.



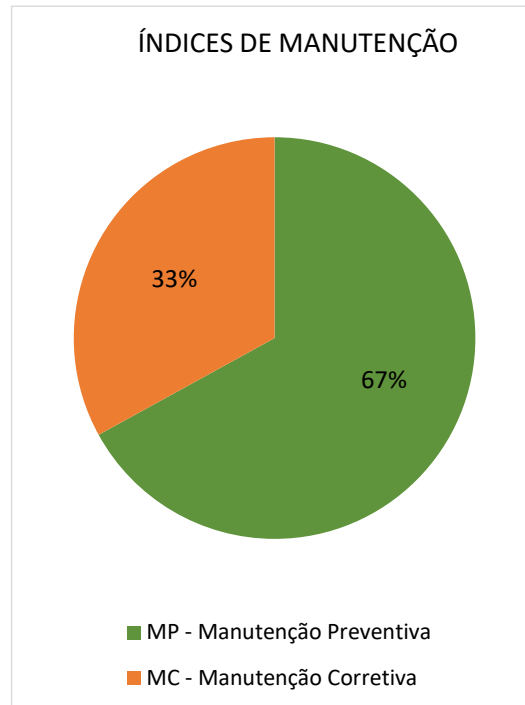
Fonte: Usina analisada (2022)

#### 4.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

A fim de evidenciar os impactos resultantes da implantação do PCM, ilustra-se abaixo os indicadores da safra 21/22 (setembro de 2021 a março de 2022), período após a implantação do PCM no setor da manutenção da usina analisada. Tais análises são responsáveis por dar suporte ao tratamento da demanda, por meio do controle de dados as quais colabora para otimizar as tomadas de decisões.

- *Índice de Manutenção (IC e IP):*

Gráfico 1: Índice de manutenção preventiva e corretiva da safra 21/22.



Fonte: A autora (2022).

- *Taxa de frequência e gravidade de acidentes:*

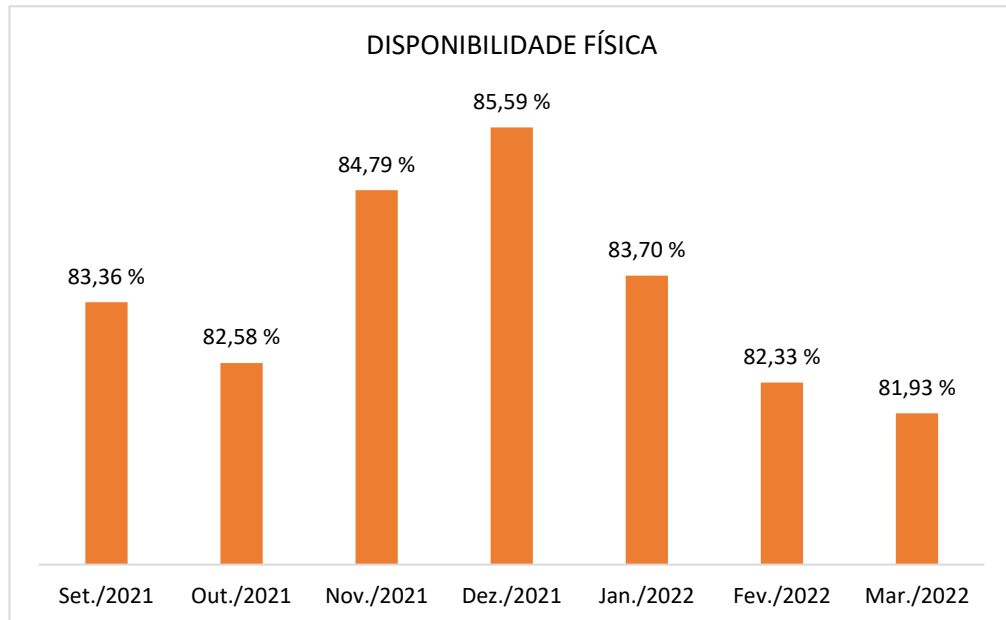
Gráfico 2: Taxa de frequência e gravidade de acidentes da safra 21/22.



Fonte: A autora (2022).

- *Disponibilidade física (DF):*

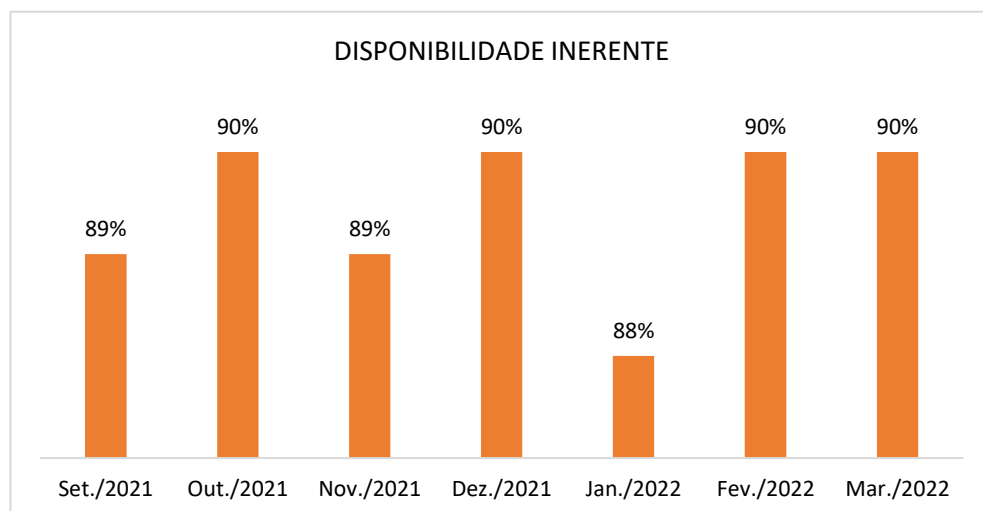
Gráfico 3: Disponibilidade física da safra 21/22.



Fonte: A autora (2022).

- *Disponibilidade inerente (DI):*

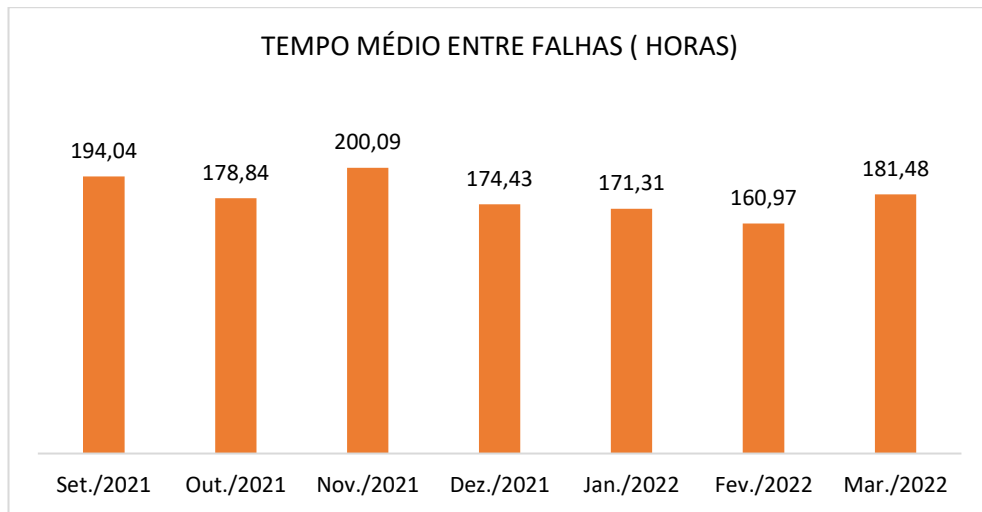
Gráfico 4: Disponibilidade inerente da safra 21/22.



Fonte: A autora (2022).

- *Tempo médio entre falhas (MTBF):*

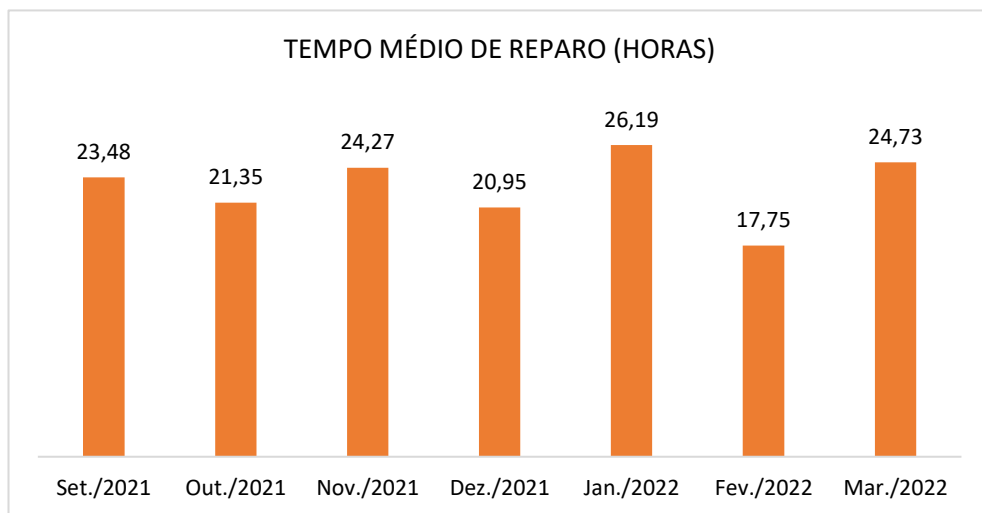
Gráfico 5: MTBF da safra 21/22.



Fonte: A autora (2022).

- *Tempo médio para reparo (MTTR):*

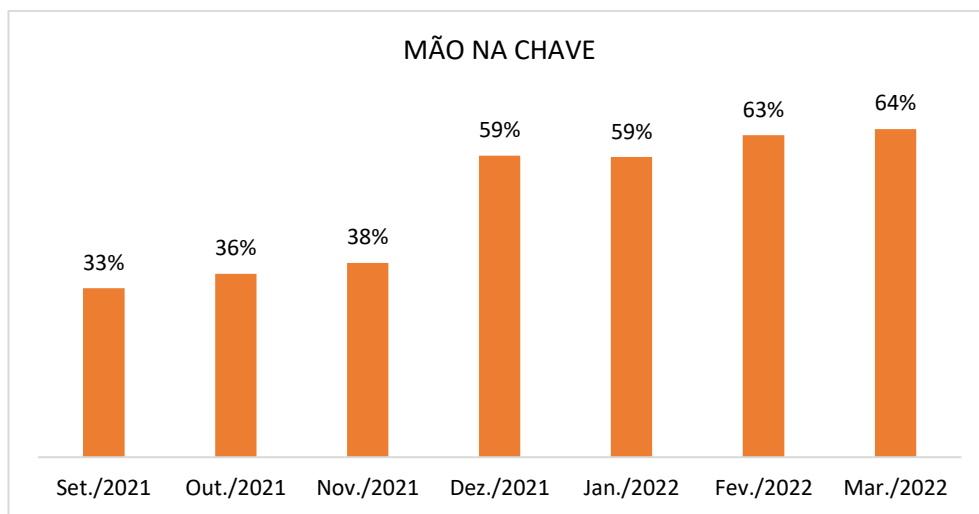
Gráfico 6: MTTR da safra 21/22.



Fonte: A autora (2022).

- *Acompanhamento da eficiência da execução:*

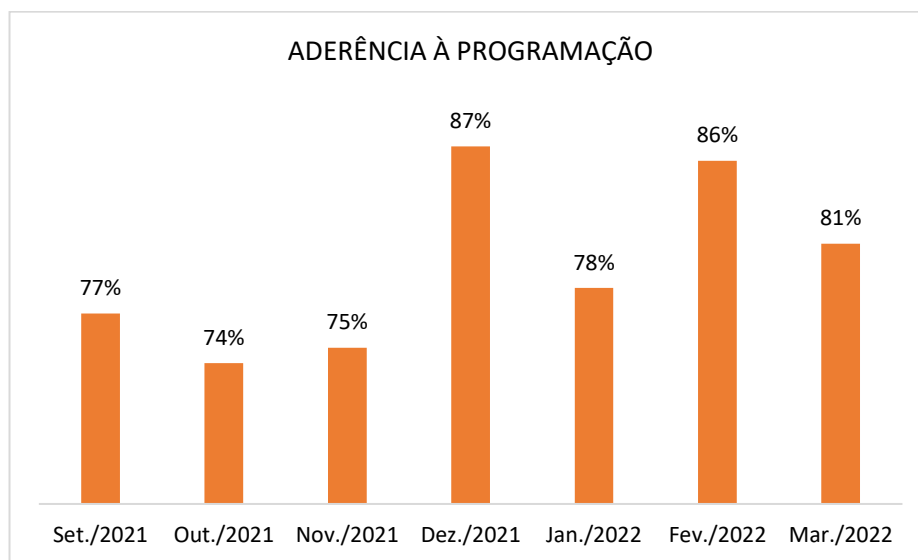
Gráfico 7: Mão na chave da safra 21/22.



Fonte: A autora (2022).

- *Aderência a parada programada (APR):*

Gráfico 8: Aderência a programação da safra 21/22.



Fonte: A autora (2022).



### 4.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE FALHAS

Na implantação do PCM, a fim de agregar a equipe do PCM foram contratados 2 estagiários graduandos em engenharia mecânica. Além da co-participação na elaboração/revisão dos planos de manutenção preventiva, outro projeto executado foi o de análise de falha, essa atividade tem por objetivo determinar as possíveis causas para as falhas encontradas nos equipamentos. As análises são anexadas em um banco de dados com o intuito de facilitar a identificação dos melhores procedimentos e técnicas para correção das futuras falhas que possam aparecer. Desse modo, agiliza a tomada de decisão.

Para a realização dessa atividade, foi elaborado um modelo de documento de análise de falha, que tem por objetivo investigar um item que falhou. É realizado para identificar e analisar o mecanismo, a causa e as consequências da falha. Tem por objetivo realizar inúmeras análises de falhas e agregar em um banco de dados e a partir de registros prever novos casos com os mesmos sintomas, possibilitando a tomada de decisão de forma antecipada, identificando e priorizando ações que impeçam a existência efetiva desses efeitos de falha.

O documento ilustrado na figura 16, é constituído com a inserção dos dados do equipamento, relato da irregularidade constatada, identificação das causas, evidências em forma de imagem, plano de ação, agente causador, custo e assinaturas dos responsáveis pela análise.

Figura 16: Documento "Análise de falha" utilizado para anexar as informações referente as falhas encontradas nos equipamentos.

**MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA**  
RELATÓRIO DE ANÁLISE DE FALHAS

Rastreador Nº:  
AF-OM-103237  
04/09/2021  
Data: 21/09/2021

**RESULTADO ANÁLISE DE FALHAS**

**Dados do Equipamento:**  
Frota: 103237 | Marca/Modelo: Iveco T-420 | Classe: Caminhão Caixa-lento | Setor/responsável: Managem/M/Orientas

**Informações referente à Falha:**  
Data/Hora: 04/09/2021 00:45 | Local: Pátio na horragem de paradas | Período:  Salto  Brechete

**Ordem de Serviço:**  
Oficina volante: 5932897 | Oficina Central: 5932924 | Data/hora abertura: 04/09/2021 09:30 | Data/hora fechamento: 04/09/2021 10:00

**RELATO DA IRREGULARIDADE CONSTATADA**  
O operador constatou que sentiu dificuldade no engate da 1ª marcha, após algumas tentativas conseguiu engatar e seguiu normalmente até a 4ª marcha, porém, ao transferir de caixa (da pesada para a leve) não conseguiu engatar a 5ª marcha e o caminho ficou neutro. Com isso, o ativo entrou em parva, fazendo com que o operador acionasse a oficina volante. Ao chegar na oficina central foi constatado danos no platô e no disco de embreagem.

**IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS**

**Causas prováveis:**

M1: 1.1: Operador não pisou no pedal de embreagem até o curso final;  
1.2: Engrenou a marcha não compatível com a velocidade.

M2: [ ]

M3: [ ]

M4: [ ]

M5: [ ]

M6: [ ]

**Categorias das Causas:**

M1 - Mão de obra  
M2 - Materiais  
M3 - Meio ambiente  
M4 - Método  
M5 - Máquinas  
M6 - Medida

**Problema:**

Disco de embreagem e platô danificado

**EVIDÊNCIA (IMAGEM)**

Troca do kit de embreagem: 17/06/2020 | 17/06/2020 até 04/09/2021: 2300,2 km

**PLANO DE AÇÃO**

Causa	Atividade	Responsável	Prazo	Priorização GUT			Status	
				G	U	T		
M1	Ajustar aos responsáveis sobre as consequências de uma má operação (ruído).	Ferreiro	28/09/2021	\$	\$	\$	125	Pendente
M1	Orientação OOS (maior atenção às condições das vias, principalmente no horário matutino; cuidado aos atópicos).	Crivellan	28/09/2021	\$	\$	\$	125	Pendente

**Agente Causador após Análise:**

Agente Causador	Despesas	Valor (R\$)	CIAR
<input type="checkbox"/> Admite (Passivo)	Payes	5.199,29	
<input type="checkbox"/> Admite (Impugna)	Mão de obra	1.024,51	
<input checked="" type="checkbox"/> Falha Operacional	Probabilidade (%)	10	Data:
<input type="checkbox"/> Falha Manutenção	Total	4.223,80	

**OBSERVAÇÃO**

Eng. Medicina/Superior: Fernando Hugo Andrade e Silva | Analista da Falha: Cecily Thalya Emment B. Da Silva

Fonte: Intranet usina analisada (2022)

O dados dos equipamentos, refere-se às informações individuais do equipamento, tais como número de frota (codificação do ativo), modelo, classe, setor de pertinência da operação, somado de informações referente à falha, como data/hora que o operador acionou a oficina volante, a qual o mecânico se direciona ao campo, e caso não consiga resolver o problema, o equipamento se direciona a oficina central, onde relata a data/hora que o ativo entrou e saiu da oficina central (dessa forma contabiliza a indisponibilidade do equipamento).

No espaço relato da irregularidade constatada é abordado informações advindas do operador somada com as do mecânico que prestou o socorro ao acionar a oficina volante. E por meio de fotos que agreguem o aparecimento da falha no equipamento, tornam-se provas através de evidências.

A identificação das causas, é determinada através do diagrama de Ishikawa, ferramenta que avalia os modos de falha utilizando o diagrama de causa e efeito. As causas prováveis do modo de falha são avaliadas pelos seguintes fatores: (M1) mão de obra, quando um colaborador realiza um procedimento inadequado, imprudente, com pressa, etc. ; (M2) materiais, quando o material não está em conformidade com as exigências para a realização do trabalho; (M3) meio ambiente, quando o problema está relacionado ao meio externo; (M4) método, quando o efeito

indesejado é consequência da metodologia de trabalho escolhida; (M5) máquinas, quando o defeito está na máquina usada no processo e (M6) medida, quando o efeito é causado por uma medida tomada anteriormente para modificar o processo.

O plano de ação é uma ferramenta que traça a metodologia para a solução das possíveis causas determinadas através do Ishikawa do problema identificado. É nele que aborda as ações necessárias para atingir a solução do problema, o responsável e o prazo. Com o propósito de determinar qual solução deve ser priorizada, utilizou a ferramenta matriz GUT o G refere-se à gravidade, significa quanto mais grave a situação ficará se nada for feito? o U retrata a urgência, qual a pressão de tempo para realizar a ação? e T, a tendência, ou seja, qual a tendência de piorar a situação se nada for feito? E por fim, o status, que tem por objetivo controlar se a execução da ação está pendente, em andamento ou concluída.

Ao concluir a análise, determina-se o agente causador do problema, se foi acidente passivo, negligente, falha operacional ou de manutenção. Mas também os custos que o problema causou, tais como: mão de obra, material e indisponibilidade. E por fim, assinaturas do engenheiro mecânico e do analista de falha.

## 5 CONCLUSÃO

Os benefícios da implantação do PCM que tem por objetivo traçar estratégias que possam garantir a disponibilidade e a confiabilidade dos veículos da frota vem sendo monitorados diariamente através dos dados advindos do sistema informatizado da empresa por meio dos indicadores de manutenção e ilustrados através de painéis transmitidos nos televisores exposto no setor do PCM. As atividades que compõem a gestão da manutenção giram em torno de um ciclo de melhoria contínua para obter resultados cada vez melhores no desempenho da organização.

Os planos de manutenção preventivos, sejam eles de intervenção ou de inspeção, realizados através das estratégias utilizadas de acordo com a classificação da criticidade do equipamento, com o objetivo de minimizar a probabilidade de falha ou a degradação do desempenho de um item é uma atividade imprescindível para o bom gerenciamento e uma correta realização dos serviços das manutenções. Com a efetiva realização dos planos torna-se mais fácil o controle da vida útil do equipamento, além de desenvolver histórico de manutenções, com os específicos defeitos/falhas/panes, a qual alimenta o banco de dados e colabora com a engenharia da manutenção para criar técnicas que visem melhorias contínuas. Destacando que além de boas ferramentas de gestão, é fundamental uma equipe de colaboradores capacitados para executar suas funções.

Os resultados alcançados mostraram que quando algo precisa ser implementado o primeiro passo é aproximar e entender as necessidades e percepções das áreas envolvidas para que quando algum problema emergir seja identificado e tratado por todos de forma eficaz minimizando a recorrência. A implantação de um processo ou método de forma estruturada, organizada, controlada gera resultados melhores e consistentes. E apesar da recente implantação do PCM, o mesmo já vem contribuindo consideravelmente para a performance da organização.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada**. São Paulo: Érica, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 55000: Gestão de Ativos – Geral, princípios e terminologias**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- BRANCO FILHO, G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.; 2008
- KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função Estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: QualityMark, 2015.
- PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção: Função Estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- VIANA, H. R. G. **Manual de gestão da manutenção**. v.1. 1. ed. Brasília: Engeteles, 2020.
- VIANA, H. R. G. **Manual de gestão da manutenção**. v.2. 1. ed. Brasília: Engeteles, 2022.
- VIANA, H. R. G. **PCM: Planejamento e Controle da Manutenção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.