



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



---

**VILSON JOSE MIOTTO JUNIOR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GESTÃO DE MANUTENÇÃO:  
O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA**

**PASSO FUNDO  
2024**

**VILSON JOSE MIOTTO JUNIOR**

**GESTÃO DE MANUTENÇÃO:  
O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA**

Trabalho Final de Graduação apresentada ao  
Curso de Engenharia de Produção no Instituto  
de Tecnologia da Universidade de Passo Fundo,  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Anderson Hoose, Doutor.

Passo Fundo

2024

**Vilson Jose Miotto Junior**

**GESTÃO DE MANUTENÇÃO:  
O CASO DE UMA INDÚSTRIA DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA**

Trabalho Final de Graduação apresentada ao  
Curso de Engenharia de Produção no Instituto  
de Tecnologia da Universidade de Passo Fundo,  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Anderson Hoose, Doutor.

Aprovado em: 09 de dezembro de 2024

**BANCA EXAMINADORA**

Anderson Hoose, Doutor  
Universidade de Passo Fundo

Juliana Kurek, Doutora  
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2024

**DEDICATÓRIA (S):**

Dedico este trabalho a minha família, em especial a Cheila e Antonella por todo apoio e incentivo pela compreensão durante a execução do trabalho, aos meus pais Vilson e Loreni que sempre me incentivaram a buscar conhecimento.

### **AGRADECIMENTO(S):**

Agradeço a Deus por me possibilitar chegar até aqui, por guiar os passos pelo melhor caminho.

Agradeço em especial a Cheila e Antonella que sempre estiveram ao meu lado, por serem a minha base quando retornei aos estudos onde dediquei muitas horas para a conclusão do curso.

Agradeço aos meus pais Vilson e Loreni, as minhas irmãs Joana e Mirian pelo apoio e incentivo.

Agradeço ao meu orientador Professor Anderson Hoose pelo auxílio durante a execução do trabalho.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

## RESUMO

Um dos grandes desafios da indústria é manter a constância de produção, este trabalho aborda a implantação de Planejamento e Controle de Manutenção através de um software de gerenciamento CMMS. Altos custos com quebras inesperadas aliados a indisponibilidade de plantas agregam valor ao produto final, o objetivo é demonstrar como a aplicação de ferramentas estruturadas e o uso de tecnologias podem otimizar os processos de manutenção, aumentar a confiabilidade e reduzir custos operacionais. A implantação do PCM foi estruturada a metodologia do ciclo PDCA, permitindo o gerenciamento eficiente das atividades de manutenção alinhando recurso técnicos e humanos as necessidades do ambiente. Cada etapa do PDCA foi detalhada, definindo os objetivos, criando planos e monitorando indicadores. Também foram apresentadas as ações corretivas e as melhorias do programa. Os resultados obtidos através da implantação de PCM incluem maior eficiência operacional, redução de custos, diminuição falhas e paradas não planejadas. Este trabalho evidencia como a aplicação de sistemas, metodologias e uso de tecnologias podem transformar a gestão da manutenção em um setor estratégico.

**Palavras-chaves:** Planejamento e controle de manutenção; Software; PDCA.

## Sumário

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                            | <b>9</b>  |
| 1.1 Considerações Iniciais                     | 9         |
| 1.2 Problema                                   | 10        |
| 1.3 Justificativas                             | 10        |
| 1.4 Objetivos                                  | 11        |
| 1.4.1 Objetivo Geral                           | 11        |
| 1.4.2 Objetivos Específicos                    | 11        |
| <b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>                 | <b>12</b> |
| 2.1 Tipos de Manutenção                        | 12        |
| 2.1.1 Manutenção Corretiva                     | 12        |
| 2.1.1.1 Manutenção Corretiva Planejada         | 13        |
| 2.1.1.2 Manutenção Corretiva Não Planejada     | 13        |
| 2.1.2 Manutenção Preventiva                    | 14        |
| 2.1.3 Manutenção Preditiva                     | 15        |
| 2.1.4 Manutenção Detectiva                     | 16        |
| 2.1.5 Engenharia de Manutenção                 | 16        |
| 2.2 Funções e atribuições da manutenção        | 17        |
| 2.3 Planejamento e Controle de Manutenção      | 18        |
| 2.4 Gerenciamento da manutenção                | 19        |
| 2.5 Planejamento estratégico de manutenção     | 20        |
| 2.6 Sistemas de controle de manutenção         | 21        |
| <b>3 MÉTODO DO TRABALHO</b>                    | <b>24</b> |
| 3.1 Descrição do objeto de estudo              | 24        |
| 3.2 Procedimento metodológico                  | 25        |
| <b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> | <b>28</b> |

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.1 Planejamento estratégico</b>            | <b>28</b> |
| 4.1.1 Análise da situação                      | 28        |
| 4.1.2 Definição dos objetivos                  | 29        |
| 4.1.3 Elaboração dos planos de manutenção      | 29        |
| <b>4.2 Execução</b>                            | <b>31</b> |
| 4.2.1 Implementação do plano de manutenção     | 31        |
| 4.2.2 Uso de ferramentas de controle           | 33        |
| <b>4.3 Verificação</b>                         | <b>35</b> |
| 4.3.1 Monitoramento e avaliação                | 35        |
| 4.3.2 Análise dos resultados                   | 37        |
| <b>4.4 Ação</b>                                | <b>38</b> |
| 4.4.1 Correção dos desvios                     | 38        |
| 4.4.2 Aperfeiçoamento contínuo                 | 39        |
| <b>5 CONCLUSÃO</b>                             | <b>40</b> |
| <b>5.1 Conclusões do trabalho</b>              | <b>40</b> |
| <b>5.2 Recomendações para trabalhos futuro</b> | <b>41</b> |



## **1 INTRODUÇÃO**

Este capítulo apresenta as considerações iniciais que levaram ao desenvolvimento do trabalho, a pesquisa, a justificativa e objetivos da implantação de Planejamento e controle de manutenção.

### **1.1 Considerações Iniciais**

Com o avanço tecnológico e o mercado cada vez mais competitivo, surgiu a necessidade de grandes mudanças e inovações dentro do ambiente organizacional, fazendo com que as empresas melhorem seus processos produtivos bem como seus produtos finais, focando cada vez mais em qualidade e redução de custo. A manutenção juntamente com um bom planejamento é de extrema importância para que se tenha um produto competitivo no mercado.

Xenos (1998) destaca o papel estratégico dos setores de manutenção e produção para as empresas, que influenciam diretamente na qualidade e produtividade dos produtos ou serviços prestados. Neste cenário, é importante destacar a importância dos gestores de manutenção dentro das organizações, estes são pessoas chaves no planejamento e controle com foco na otimização de processos e aumento dos lucros da organização.

De acordo com Kardec e Nascif (2009, p. 11):

a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada.

É necessário entender qual a melhor estratégia de manutenção para que a empresa consiga melhorar os seus processos, resultando em ganhos de confiabilidade, disponibilidade e, conseqüentemente, na sua expansão. Sob essa ótica, percebe-se que a maioria das empresas realiza apenas o plano preventivo recomendado por seus fabricantes, sem realizar uma análise crítica preliminar de seus ativos.

## 1.2 Problema

O avanço tecnológico e a automação industrial são bases indispensáveis nos processos produtivos. Dentro das indústrias, a busca frequente por qualidade nos produtos finais associados com a redução de custos, tem projetado a busca por uma manutenção mais eficiente e que gere confiabilidade. Sendo assim, o setor industrial que busca por bons índices de desempenho, precisa reduzir ao máximo o tempo inoperante por falhas em equipamentos (Slack; Chambers; Johnston, 2008).

Muitas empresas brasileiras ainda operam baseado no paradigma do passado, aonde o objetivo buscado é executar um bom reparo, outras já trabalham de forma que se consiga evitar falhas não planejadas (Kardec; Nascif, 2009). Dessa forma, a busca por técnicas administrativas e programas de manutenção que atinjam a qualidade máxima dos produtos, tenham disponibilidade de recursos e processos eficientes é cada vez mais frequente (Corrêa; Corrêa, 2010).

Com o avançado crescimento da digitalização e da informação, em conjunto com softwares com algoritmos cada vez mais aprimorados e que dispõem de soluções, antes pensadas apenas pelo homem (World Economic Forum, 2015), tem propiciado grandes evoluções da manutenção nas indústrias.

Nesse contexto tem-se como Questão da Pesquisa: **A utilização de um software de gestão de manutenção pode melhorar o desempenho do Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) de uma indústria de extração de óleo de soja?**

## 1.3 Justificativas

Empresas de diferentes ramos buscam constantemente vantagens competitivas à frente de seus concorrentes, e para isso, é necessário garantir a confiabilidade em produtos e serviços (Slack; Chambers; Johnston, 2008). No entanto, a falta de informações e dados para a tomada de decisões dentro dos setores de manutenção, tanto em nível gerencial como em nível operacional, podem acarretar em prejuízos financeiros, devido à falta de equipamentos, tempo ocioso em função de paradas para concertos não planejados, ou ainda, remanejamento de mão-de-obra para sanar problemas que poderiam ter sido antecipados em manutenções preventivas.

A visão ampliada dos profissionais da manutenção, que desenvolvem e consolidam os modelos, e realizam a fundamentação de planejamento e controle de manutenção, resultam na maximização dos equipamentos e lucros da organização (Tavares, 2005,). Atualmente com a expansão da economia, o mercado impõe de forma direta e indireta às empresas, uma resposta mais ágil e assertiva para as constantes mudanças culturais e tecnológicas (Saito; Horita, 2015).

Diante dos avanços da tecnologia, as indústrias têm buscado atingir a excelência em todos os seus processos produtivos e através de investimentos em softwares modernos, garantir o gerenciamento atual e futuro das empresas baseados em dados confiáveis. Dessa forma, é possível tornar processos decisórios mais eficientes e automatizados, a partir de relatórios gerados com base em banco de dados atualizados diariamente.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo geral, avaliar a eficiência de um software de gestão de manutenção e sua aplicabilidade no Planejamento e Controle de Manutenção de uma indústria de extração de óleo de soja.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são definidos como:

- 1 Avaliar a situação atual dos indicadores de manutenção preventiva;
- 2 Estabelecer melhorias na manutenção preventiva e no planejamento e controle de manutenção;
- 3 Implementar um Software para o gerenciamento da manutenção e medir as melhorias na aplicação;

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Slack *et al.* (2002), o termo manutenção utiliza-se para abordar a maneira pela qual as organizações tentam evitar as falhas, cuidando das suas instalações físicas. Empresas de médio a grande porte possuem um setor de manutenção próprio com funcionários treinados e capacitados para realizar atividades de conserto e reparos. Também dentro de uma área do setor de manutenção há o planejamento e controle de manutenção (PCM), tem como objetivo dar apoio tático e estratégico para serviços de manutenção.

### 2.1 Tipos de Manutenção

O desempenho reduzido da máquina ou do equipamento, que consequentemente, também reduz a qualidade e a produtividade, é algo que pode ser evitado através de planejamento de manutenção que garantam um equipamento eficiente. A falta dessa gestão, não só diminui a capacidade produtiva, como também acarreta perdas de tempo do equipamento e reduz a disponibilidade do mesmo (Williams *et al.*, 1994).

Segundo Siqueira (2005), a manutenção, também, pode ser separada em vários tipos, sendo classificada de acordo com as ações dos executantes em relação às falhas, algumas dos tipos são:

- a) Corretiva: visa a correção das falhas que já ocorreram;
- b) Preventiva: operação realizada antes de ocorrer a falha;
- c) Preditiva: prevenção das falhas;
- d) Detectiva: identifica falhas que já ocorreram.

#### 2.1.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é aquela considerada que mais onera a produção, devido ao fato do equipamento está parado para se dar a manutenção (Da Silva Neto; Gonçalves de Lima; 2002). Uma correção necessária em um equipamento onde já ocorreu a quebra e necessita de reparo com alta prioridade, para que garanta os níveis de produção. De acordo com norma da ABNT (NBR 5462-1994), afirma-se que o objetivo é alocar um item em

condições de executar uma função requerida, na manutenção corretiva os custos podem acarretar em trabalho extra, como também em danos colaterais. Desta forma se divide em dois tipos, manutenção corretiva planejada e manutenção corretiva não planejada.

#### *2.1.1.1 Manutenção Corretiva Planejada*

Segundo Otani e Machado (2008), manutenção corretiva planejada é a correção que se faz através de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo por decisões gerenciais. É geralmente utilizada quando se tem acompanhamento, mão de obra e peças de reposição, onde aguardam a falha do equipamento para realizar tais correções necessárias, tornando-se mais “barata”. Quando a falha do equipamento não é considerada grave o suficiente e sua reparação não acarreta em danos colaterais.

Kardec e Nascif (2013) comentam que mesmo sendo corretiva este modelo de manutenção por ser planejada tem a tendência de ser mais rápida, barata e de melhor qualidade, a principal característica é relacionada a qualidade da informação fornecida pelo monitoramento das condições de uso do equipamento.

Kardec e Nascif (2013) citam que a manutenção planejada pode advir de vários fatores:

- a) Possibilidade de compatibilização da necessidade com os interesses da produção;
- b) A falha não provoca qualquer risco a segurança;
- c) Melhor planejamento dos serviços;
- d) Garantia da existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- e) Existência de recursos humanos com a tecnologia necessária para a execução com qualidade das atividades.

#### *2.1.1.2 Manutenção Corretiva Não Planejada*

Otani e Machado (2008) dizem que a manutenção corretiva não planejada é a correção feita após a falha ou quebra do equipamento, causando queda de desempenho, causando indisponibilidade operacional.

Geralmente feita em equipamentos de baixo custo, em que se tenha equipamentos de reserva. Devido a esses fatores é considerada a que gera maiores perdas, como financeiro e produção. Deste modo, quando ocorre a falha ou quebra, também há a possibilidade de

uma falha de inspeção, causando perdas de produção, podendo gerar danos colaterais, e trabalhos extras.

Segundo Kardec e Nascif (2013) a manutenção não planejada acarreta em altos custos de manutenção pois a quebra inesperada impacta em produção e qualidade do produto sem contar que pode afetar a segurança e meio ambiente.

### 2.1.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva, ocorre em períodos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios estabelecidos em cada empresa (Pereira, 2011). A necessidade de ter maior confiabilidade dos ativos empresariais impulsionou a busca por essa mudança. O principal objetivo desse modelo de manutenção é eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas em equipamentos, ou sistemas, e sua aplicação se dá quando as falhas não são aleatórias (Corrêa, 2017).

Quando é realizada a análise das falhas e os motivos são esclarecidos, o próximo passo é definir e implantar ações preventivas, que resultam em modificações de um procedimento de operação, ou, até mesmo a substituição total de um determinado equipamento (Afonso, 2012). No entanto, esse método apresenta implicações, como a ocorrência de falha antes de completar o período estimado e abertura de equipamentos e reposição de componentes de forma antecipada (Kardec; Nascif 2009,). Dessa forma, a principal desvantagem que a manutenção preventiva apresenta está relacionada com os gastos com substituição de componentes, de forma geral, bem antes que apresentem defeitos (Pereira, 2011).

Viana (2002) ressalta que a manutenção preventiva melhora a condição é os métodos aplicados no trabalho. A partir do momento que se repetem as intervenções nos equipamentos a visualização de seus pontos se tornam mais nítidos a cada ação preventiva melhorando assim os métodos de intervenção.

Segundo Kardec e Nascif (2013) alguns fatores devem ser levados em consideração para a adoção de uma política de manutenção preventiva:

- a) Quando não é possível realizar a manutenção preditiva;
- b) Quando existem aspectos relacionados à segurança ou a instalação que tornam mandatório a substituição de componentes;

- c) Por oportunidade em que equipamentos críticos e de difícil acesso de liberação operacional;
- d) Quando houver risco ao meio ambiente;
- e) Em sistemas complexos ou de operação contínua.

### 2.1.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva também conhecida como “manutenção sob condições”, ou como “manutenção com base no estado”, atua baseada em parâmetros ou desempenho através de equipamentos de análise, o que aumenta o tempo produtivo dos ativos de uma indústria, além de reduzir os custos com manutenção por identificar o momento adequado para que ocorra uma intervenção (Kardec; Nascif, 2009, p. 42). Nesse modelo de trabalho, o monitoramento das condições dos equipamentos ou sistemas, é contínuo e não ocorre a interrupção do processo produtivo para coleta de dados (Pereira, 2010).

A manutenção preditiva apresenta como principais objetivos antecipar a necessidade de serviços de manutenção, analisar fenômenos específicos visando eliminar a desmontagem desnecessária para inspeção, aumentar a vida útil dos equipamentos, evitar paradas sem planejamento, evitar que o defeito apresentado por determinado equipamento se agrave e os danos acabem se estendendo aos outros componentes da máquina, redução de custos e garantir a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos pelas empresas (Almeida, 2010). Através desses objetivos, é possível reduzir as ações com a manutenção preventiva e corretiva (Pereira, 2011).

Segundo Kardec e Nascif (2013) a manutenção preditiva é a primeira quebra significativa do paradigma da manutenção, seu objetivo é prevenir falhas através do acompanhamento de parâmetros permitindo que a operação possa utilizar o equipamento pelo maior tempo possível, esse tipo de manutenção privilegia a disponibilidade pois as medições e verificações são realizadas com equipamento em funcionamento.

De acordo com Kardec e Nascif (2013) as condições básicas para a adoção da manutenção preventivas são:

- a) O equipamento ou sistema deve permitir algum tipo de monitoramento;
- b) O equipamento ou sistema deve merecer esse tipo de ação;
- c) As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas;

d) Seja estabelecido um programa sistematizado de acompanhamento, análise e diagnóstico.

Segundo Almeida (2000, p. 4), sobre a manutenção preventiva consiste em “um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro, e a efetividade global de nossas plantas nas indústrias de manufatura e de produção”.

#### 2.1.4 Manutenção Detectiva

De acordo com Otani e Machado (2008), a manutenção detectiva é quando há uma atuação em um sistema de proteção ou comando, onde se detectam falhas ocultas ou não perceptíveis. Exemplificando com um sistema de geração de energia, onde se detecta as falhas no gerador principal que não são perceptíveis, e em seguida ocorre a atuação do gerador auxiliar.

Segundo Souza (2008) este tipo de manutenção define uma política que visa aumentar a confiabilidade dos equipamentos, caracterizada pela intervenção e detecção de falhas ocultas não perceptíveis aos operadores.

A manutenção Preditiva tal quanto a Detectiva podem ser enquadradas também como um sistema de inspeção de manutenção, acompanhamento de parâmetros ou monitoramento da condição dos equipamentos ou sistemas segundo Kardec e Nascif (2013).

Exemplificando a manutenção detectiva Kardec e Nascif (2013, p. 65) destaca a utilização de instrumentação e controle de processos, como:

São sistemas de aquisição de dados, controladores lógicos programáveis, sistemas digitais de controle distribuído – SDCD, multi-loops com computador supervisor e outr infinidade de arquiteturas de controle somente possíveis com o advento de computadores de processo. Sistemas de shut-down ou sistemas de trip garantem a segurança de um processo quando esse sai de sua faixa de operação segura. Esses sistemas de segurança são independentes dos sistemas de controle utilizados para otimização da produção. Equipamentos eletrônicos programáveis estão sendo utilizado para essas aplicações.

#### 2.1.5 Engenharia de Manutenção

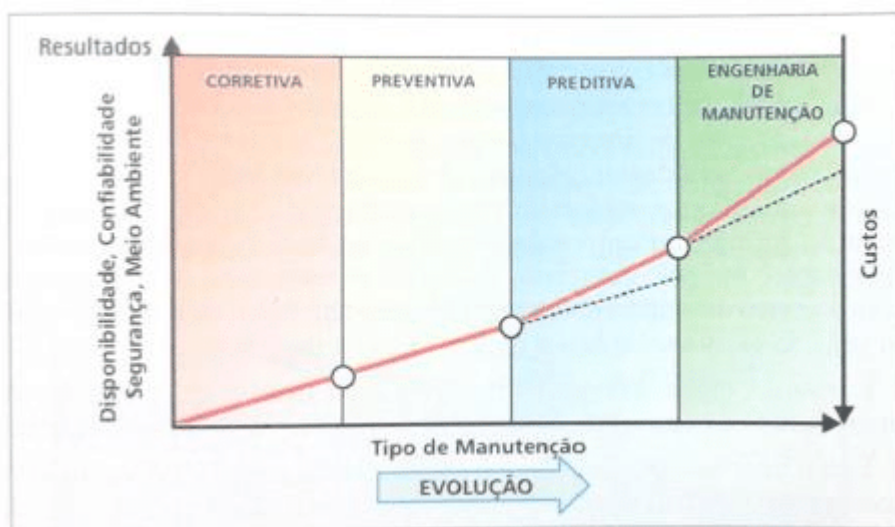
Definida como a segunda quebra de paradigma por Kardec e Nascif (2013) a Engenharia de manutenção significa uma mudança cultural que aplica técnicas modernas visando aumentar a confiabilidade, a disponibilidade, melhorar a manutenibilidade, aumentar a segurança, eliminar problemas crônicos, solucionar problemas tecnológicos,



melhorar a capacidade do pessoal, gerir materiais, servir de interface com a engenharia em novos projetos, dar o suporte as áreas executantes, realizar análises de falhas e elaborar planos de manutenção e inspeção.

Segundo Kardec e Nascif (2002) a prática de Engenharia de manutenção deixa de lado o conserto contínuo e busca a causa, a resolução em situações de mal desempenho, melhora padrões, opina em projetos e interfere tecnicamente nas compras. A Figura 1 representa os resultados obtidos e os tipos de manutenção.

Figura 1: Resultados x Tipos de manutenção



Fonte Kardec e Nascif (2013)

Na Figura 1 é possível identificar a correlação entre os resultados de Disponibilidade, Confiabilidade, Segurança e Meio ambiente com cada tipo de manutenção. Desta forma, na medida que a manutenção vai evoluindo existe uma tendência e ter melhores resultados e diminuição de custos.

## 2.2 Funções e atribuições da manutenção

Em um ambiente industrial cada vez mais competitivo é necessário que as empresas utilizem melhor seus ativos. Desta maneira, Nascif e Dorigo (2013) classificam a manutenção como responsável direta pela disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e instalações trazendo grande impacto nos resultados das empresas onde o objetivo primordial é atender às necessidades e expectativas dos clientes. Ainda Nascif e Dorigo (2013) citam que a missão da manutenção é garantir a confiabilidade a

disponibilidade dos ativos visando atender as metas de produção com segurança, cuidado ao meio ambiente e atendimento aos custos. Segundo Branco Filho (2008), são atribuições pertinentes à manutenção:

- a) Calcular as necessidades financeiras e de materiais necessárias para desempenhar suas tarefas;
- b) Definir itens de controle e suas formas de medição;
- c) Definir os treinamentos necessários;
- d) Identificar as competências necessárias de seus colaboradores;
- e) Mapear e definir as especialidades e quantidade dos colaboradores.

A função manutenção, segundo Contador *et. al.* (2001, p. 39) “dentro da empresa representa um alto potencial de contribuição para o aumento de produtividade, a luz de seu relacionamento com a produção”.

### **2.3 Planejamento e Controle de Manutenção**

Segundo Kardec e Nascif (2013) a organização da manutenção era conceituada até pouco tempo como planejamento e administração de recursos para adequação à carga de trabalho esperada, porém o conceito se tornou mais amplo. Hoje, entende-se que a organização da manutenção deve estar voltada a gerência e solução de problemas na produção, de modo a tornar a empresa competitiva no mercado.

A manutenção é uma atividade estruturada da empresa, integrada as demais áreas, que fornece soluções buscando maximizar os resultados. Neste mesmo contexto, para Nascif e Dorigo (2013) a definição de manutenção baseada na confiabilidade dos ativos define como função do Planejamento e controle de Manutenção (PCM) a otimização da utilização de recursos dentro de uma empresa.

Dorigo (2013) destaca que o PCM deve exercer controle sobre as causas e efeitos utilizando ferramentas de eficácias como:

- a) Procedimentos das atividades do PCM;
- b) Utilização de sistema de informatizado para gerenciamento da manutenção;
- c) Utilização e domínio de ferramentas de gerenciamento e gestão.

De acordo com Kardec e Nascif (2013, p. 79),

o que se verifica, atualmente, é uma mudança no perfil estrutural das empresas dentro de um nítido enfoque no que está conceituado acima, traduzido por modificações na relação de empregados de cada área bem como no perfil funcional. Outro aspecto que vêm motivando essas mudanças é a forte automação dos processos produtivos que leva a redução de operadores, e as modificações do perfil funcional causadas por ações como TPM e a Polivalência. Por outro lado, haverá uma tendência de aumento relativo de mantenedores, além de sua maior especialização decorrente do aumento do hardware.

O planejamento é uma tarefa importante de gestão e administração, que está relacionada com a preparação, organização e estruturação de um determinado objetivo. É essencial na tomada de decisões e execução de tarefas. Posteriormente, o planejamento também a confirmação se as decisões tomadas foram acertadas. Planejamento é uma palavra que significa o ato ou efeito de planejar, criar um plano para otimizar a alcance de um determinado objetivo (Drunker, 2009).

Segundo Orlikas (2010) o planejamento se forma através de três critérios, a visão do futuro, os fatores ambientais externos e os fatores organizacionais internos. A globalização trouxe mudanças importantes tanto dentro quanto fora das organizações, sendo assim o planejamento é um instrumento para raciocinar qual trabalhos e ações serão necessários para merecer um futuro. Através do planejamento são definidas as metas e métodos para alcançar os seus objetivos.

## **2.4 Gerenciamento da manutenção**

A gestão da manutenção deve estar relacionada ao conjunto de ações tomadas para controlar, coordenar e gerir recursos fornecidos para o setor Souza (2008). Para Hatakeyama (1995) o gerenciamento possui dois aspectos o ocupacional e o humano, o primeiro refere-se à atividade planejada e executada obtendo o resultado já o segundo é a atividade voltada para o homem.

Segundo Costa Junior (2012) o gerenciamento da manutenção traz benefícios a organização como, aumento da segurança melhoria da qualidade, aumento da confiabilidade e a redução de custos. Para Takahashi e Osada (1993) para que isso aconteça primeiramente é necessário que a equipe melhore sua eficiência e nível técnico. Queiroz (2015) fala que a capacitação é a base para o gerenciamento da manutenção de qualquer empresa

O conceito de gerenciamento da rotina de manutenção no dia a dia, segundo Campos (1994, p. 19), consiste nas “ações e verificações diárias conduzidas para que cada pessoa possa assumir as responsabilidades no cumprimento das obrigações conferidas a cada indivíduo e a cada organização”

Ainda segundo Campos (1992, p. 43),

O principal objetivo do estabelecimento do gerenciamento de rotina do trabalho do dia a dia é transformar essa unidade gerencial básica numa microempresa em que o chefe de seção é o Presidente. Para isso este chefe de Seção deve ter o melhor preparo gerencial possível e toda a turma (*staff*, supervisores e operadores) deve ser preparada para conduzir o seu trabalho do dia a dia com competência de tal forma que os níveis hierárquicos possam se esquecer do dia a dia e cumprir sua obrigação, que é olhar para o mercado, para concorrentes, e para o futuro da empresa e com isso conduzi-la para a sobrevivência.

## 2.5 Planejamento estratégico de manutenção

O planejamento segundo Oliveira (2010) pode ser dividido em três níveis hierárquicos de acordo com o horizonte e grau de complexibilidade, o Planejamento estratégico que utiliza a metodologia administrativa e dá a sustentação e estabelece a melhor direção a ser seguida, o Planejamento tático que tem por objetivo otimizar as áreas isolando-as não tratando a empresa como um todo e o Planejamento operacional que é a formalização e implementação de resultados específicos que podem ser alcançados pela empresa.

O propósito do planejamento segundo Oliveira (2010, p. 5):

O propósito do planejamento pode ser definido como o desenvolvimento de processos, técnicas e atitudes administrativas, as quais proporcionam uma situação viável de avaliar as implicações futuras de decisões presentes em função dos objetivos empresariais que facilitarão a tomada de decisão no futuro, de modo mais rápido, coerente, eficiente e eficaz. Dentro deste raciocínio, pode-se afirmar que o exercício sistemático do planejamento tende a reduzir a incerteza envolvida no processo decisório e, conseqüentemente, provocar o aumento da probabilidade de alcance dos objetivos, desafios e metas estabelecidos para a empresa.

Para Campos (1992) o planejamento estratégico é como um plano de guerra que visa a sobrevivência da organização buscando vantagens competitivas perante seus concorrentes. Já Rodrigues (2003) defende que o planejamento deve ser classificado em nível interno e externo, buscar sempre estratégias gerenciais visando ter um grupo de trabalho engajado e comprometido, conhecer o mercado e as concorrências, posicionar a empresa de acordo com as tendências atuais.

Segundo Slack (1997) cinco fatores podem influenciar no planejamento estratégico:

- a) Qualidade: o planejamento direcionado a qualidade implica em realizar as atividades de forma correta evitando erros e auxiliando no ajuste perfeito dos equipamentos;
- b) Rapidez: o planejamento tem papel crucial em minimizar o tempo de espera entre o pedido e a entrega, um plano de atendimento personalizado visando otimizar a manutenibilidade;
- c) Confiabilidade: o planejamento contribui para minimizar paradas imprevistas através da ação de monitoramento e intervenção garantindo assim a confiabilidade do equipamento;
- d) Flexibilidade: o planejamento estratégico visa manter uma equipe treinada para atender as mudanças e adaptar-se as novas necessidades do mercado;
- e) Custo: esse objetivo visa operar dentro de um baixo nível de custo objetivando uma vantagem competitiva no mercado, o planejamento tem papel crucial neste objetivo.

## **2.6 Sistemas de controle de manutenção**

Para garantir a efetividade do PCM, é essencial a estruturação de um sistema que gerencie e programe os serviços, segundo Kardec e Nascif (2013, p. 98):

Pode-se afirmar que até 1970 os sistemas de planejamento e controle da manutenção, no Brasil, eram todos manuais. A partir desta data teve início a utilização de computadores de grande porte, como os IBM, que eram utilizados para aplicação corporativas de empresas de grande porte.

Visando harmonizar os processos que interagem com a manutenção a utilização de um sistema para controle da manutenção segundo Kardec e Nascif (2013) é possível identificar claramente:

- a) Que serviços serão feitos;
- b) Quando os serviços serão feitos;
- c) Que recursos serão necessários;
- d) Quanto tempo será gasto;
- e) Qual será o custo de cada serviço;
- f) Quais materiais serão utilizados;
- g) Que máquinas serão utilizadas.

Para Pinto e Xavier (2001) os softwares seguem as seguintes etapas para planejamento e controle da manutenção:

- a) Processamento das solicitações;
- b) Planejamento dos serviços;
- c) Programação dos serviços;
- d) Gerenciamento da execução;
- e) Registos dos serviços e recursos;
- f) Gerenciamento do equipamento;
- g) Administração da carteira de serviços;
- h) Gerenciamento de padrões;
- i) Gerenciamento de recursos;
- j) Administração de estoque.

O sistema de manutenção quando bem estruturado possibilitará o nivelamento dos recursos, programação de máquinas, registro para consolidação dos históricos e priorização dos serviços (Kardec e Nascif, 2013).

Para Lima (2000) a adoção de um ERP (Planejamento de Recursos Empresariais) afeta a empresa em todas as suas dimensões sejam elas: culturais, organizacionais ou tecnológicas. O objetivo consiste na utilização de um software e melhorar todos os processos utilizando a tecnologia da informação. Mais que uma mudança de tecnologia, a adoção desses sistemas implica num processo de mudança organizacional.

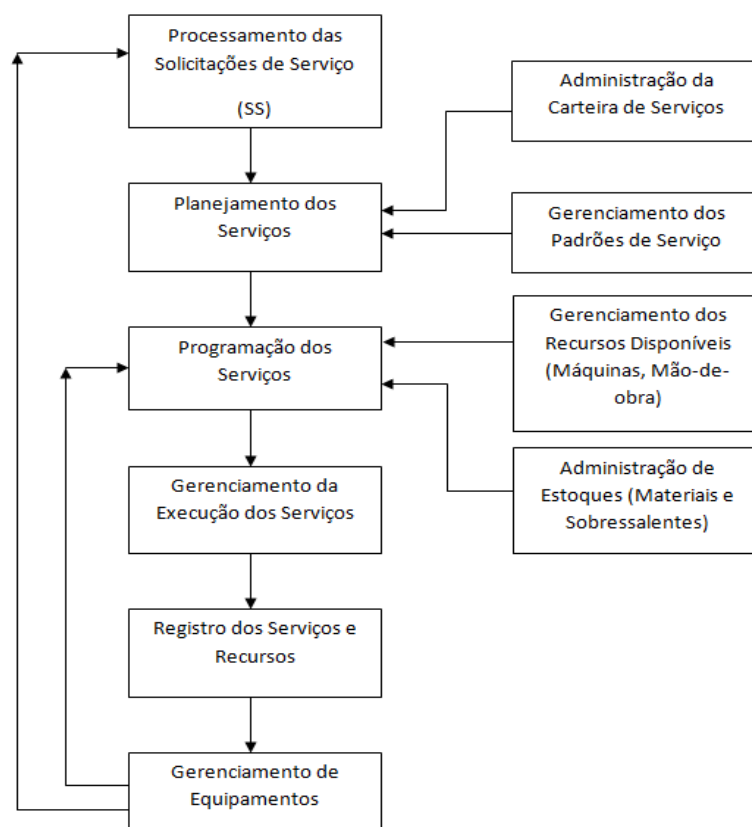
A escolha de um software deve observar alguns critérios básicos segundo Kardec e Nascif (2013):

- a) Existência de programa fonte e suporte técnico;
- b) O sistema deve ser multiusuário;
- c) Facilidade de alteração de layout;
- d) Interface com outros sistemas;
- e) Adição de texto ilimitada;
- f) Programação por agendamento;
- g) Nivelamento de recursos;
- h) Possibilidade de inserção de gráficos, fotos e figuras;
- i) Integração com estoque;
- j) Emissão de relatórios gerenciais;
- k) Controle de *back-log*.

De acordo com Kardec e Nascif (2013, p. 109), “o software de gerenciamento da manutenção é uma ferramenta fundamental para a otimização dos recursos. Desse modo, a escolha do Software e sua plena utilização são decisivos para o desempenho do PCM e da Manutenção”.

O software de gerenciamento da manutenção consiste em módulos que compõem o sistema de planejamento e controle, conforme Figura 2.

Figura 2: Planejamento e Controle de Manutenção



Fonte: Kardec e Nascif (2009, p. 71).

### **3 MÉTODO DO TRABALHO**

#### **3.1 Descrição do objeto de estudo**

A empresa está situada no interior do estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Tapejara. É uma empresa familiar, na qual a planta em estudo iniciou suas operações em 2006, e tem seu foco voltado na produção de farelo, casca e óleo de soja. A empresa possui diversos equipamentos para trazer uma produtividade com maior eficiência, qualidade de produto, segurança e com o menor custo possível, que por sua vez depende de diversos fatores internos e externos.

Um fator interno que pode impactar na lucratividade é a manutenção dos seus equipamentos, que está ligada diretamente a outros aspectos, como por exemplo: ao reduzir a quantidade de equipamentos com menos durabilidade ou que precisam de ajustes constantes e algumas dificuldades ao se praticar a devida manutenção, necessitará de menos mãos de obra qualificada e manutenções.

Por meio deste trabalho foi realizado uma pesquisa na área de gestão de manutenção, a fim de avaliar as importâncias da utilização e implantação de uma ferramenta e software que auxilie o aumento de disponibilidade e confiabilidade da manutenção, trazendo dados como:

- a) Monitoramento em tempo real dos ativos através de sensores inteligentes e painel de controle centralizado;
- b) Alertas automáticos com base em padrões que preveem falhas, e geram histórico de falhas;
- c) Relatórios e análises de desempenho detalhadas e dashboards personalizáveis;
- d) Integração com Sistema de gerenciamento da manutenção computadorizada;
- e) Funcionalidade através de aplicativos moveis que permitem acompanhar as condições dos equipamentos em campo;
- f) Índice de saúde dos equipamentos, a plataforma calcula com base nas informações captadas a melhor hora para intervenção.



### 3.2 Procedimento metodológico

Este trabalho tem como fundamento de pesquisa caráter exploratório, segundo Gil (2019) as pesquisas exploratórias têm como principal objetivo proporcionar familiaridade com o problema em estudo. Ela visa deixar o problema mais claro, facilitar a formulação de hipóteses, guiar o planejamento das pesquisas de forma flexível permitindo a adaptação das descobertas.

A abordagem do estudo tem como base da pesquisa análise quali-quantitativa, segundo Creswell (2010), o autor aborda o uso de pesquisas quali-quantitativas visando abranger problemas complexos, Moraes (2020) aplica essa metodologia para analisar o desempenho de sistemas de manutenção, integrando indicadores quantitativos de manutenção como MTBF com dados qualitativos por meio de pesquisa com operadores. Essa combinação possibilita a identificação de problemas técnicos e falhas operacionais ou de procedimentos.

A delimitação do universo de pesquisa é classificado como estudo de caso, segundo Diehl e Paim (2002), e caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos. Pode ser definido como conjunto de dados que descrevem uma fase ou totalidade do processo, ainda cita que é necessário delimitar claramente o objeto de estudo e compreender as características específicas dos elementos que serão observados.

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto, o sistema de gestão da manutenção está apresentado no formato do PDCA que envolve uma série de etapas interligadas que garantem que o planejamento, a execução, verificação e a ação estejam alinhados com os objetivos estratégicos da empresa. Segundo Hatakeyama (1995) o projeto tem como enfoque o aspecto ocupacional com a reestruturação dos conceitos e procedimentos provocando um aumento nos resultados do setor, caracterizando-se como uma reforma estrutural.

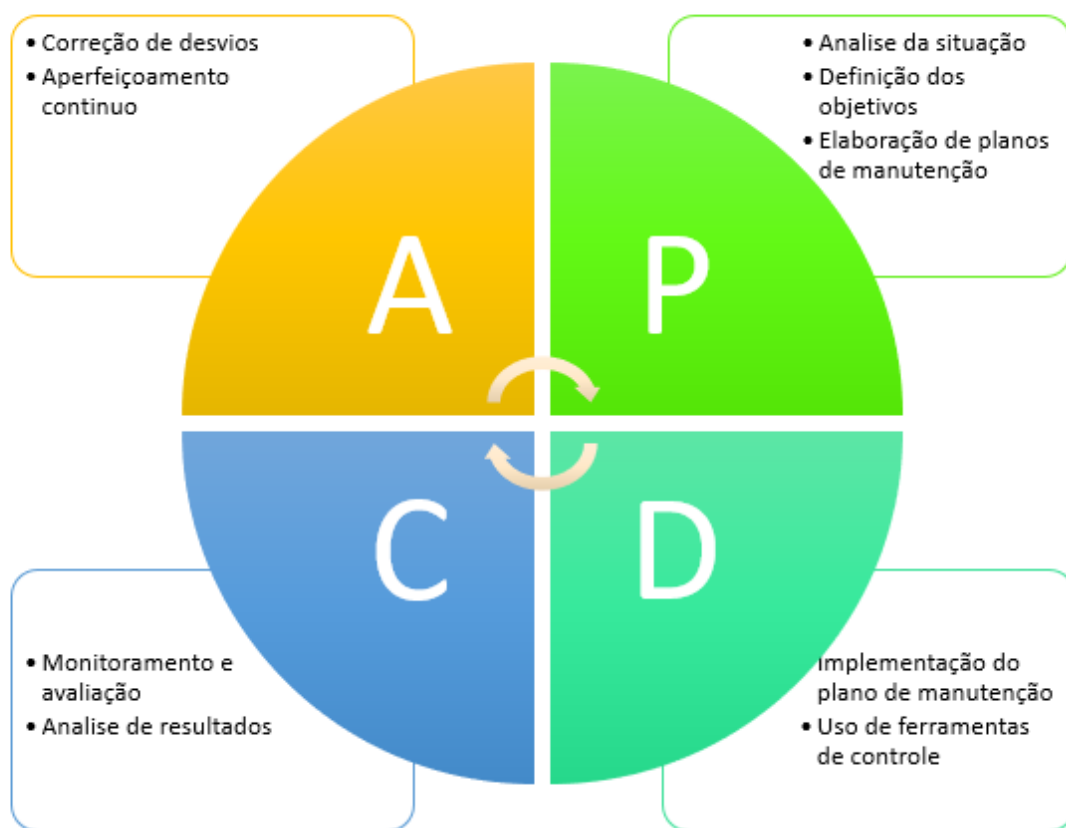
Segundo Campos (1992), Sistema é a composição de uma série de itens, Hardware, Software e Elemento humano que alinhados são capazes de operar relacionando-se mutuamente para cumprir uma missão, de forma mais clássica um conjunto de unidades independentes que se relacionam entre si.

O PDCA é uma das ferramentas mais conhecidas e utilizadas para o controle de processos, Segundo Campos (1992) o controle de processos é a essência do gerenciamento

da qualidade total, abrangendo todos os níveis hierárquicos. Já para Lima (2006) o ciclo PDCA padroniza as informações evitando erros lógicos nas análises tornando as informações fáceis de se entender.

Esse método orientou toda a implantação que foi dividida em quatro etapas conforme Figura 03

Figura 3: PDCA



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024)

- a) Planejamento (P): Nesta fase foi realizada a análise da situação dos equipamentos visando observar o estado, taxa de falhas e histórico de intervenções, definição de objetivo onde foram estabelecidas as metas para reduzir as indisponibilidades e elaboração do plano de manutenção etapa onde foi criado a base das atividades. Segundo Campos (1994) quanto melhor for o planejamento mais metas serão atingidas.

- b) Execução (D): Nesta fase foi implementado o plano de manutenção onde as equipes executaram as atividades através da programação realizada pelo software de gestão da manutenção controlando e registrando as atividades.
- c) Verificação (C): Nesta fase foram monitorados e avaliados os indicadores de desempenho e comparados com a meta estabelecida. A análise de dados indicará se o processo está de acordo com o planejado.
- d) Agir (A): Nesta fase foi realizada a correção dos desvios caso estiverem abaixo do esperado, podendo envolver mudanças no plano de manutenção e reavaliação da criticidade dos equipamentos. Também é o ponto onde a melhoria contínua poderá ser introduzida. De acordo com Lima *apud* Ribeiro (2006), a conexão entre a última e a primeira fase (Agir - Planejar) é denominada circularidade do PDCA.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste tópico serão apresentados os resultados obtidos através da implementação de software para o gerenciamento de manutenção que segue o procedimento metodológico através da ferramenta PDCA.

### 4.1 Planejamento estratégico

#### 4.1.1 Análise da situação

O planejamento estratégico foi dividido em três etapas, a primeira delas foi análise da situação dos equipamentos. Para isso foram observados os seguintes itens:

- a) Histórico de manutenção
- b) Taxa de falhas

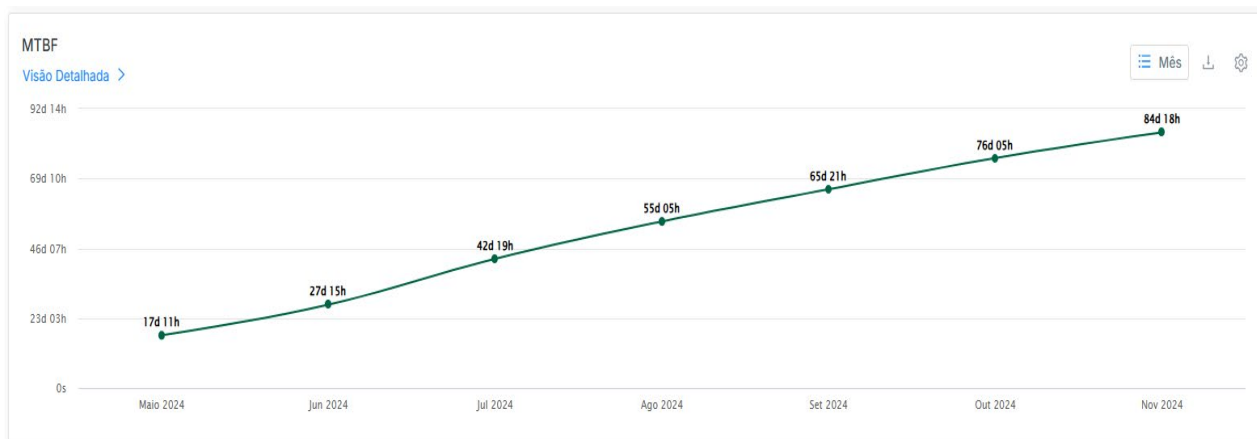
O histórico de manutenção fornece dados críticos para a tomada de decisão, especialmente no planejamento de manutenções. Ao se documentar falhas, causas e tempo é possível identificar e criar padrões que ajudam a prever falhas futuras. Neste momento é de crucial importância a aplicação de um software para o gerenciamento e análise das informações coletadas. A utilização de um sistema de gestão informatizado permite a criação de relatórios e monitoramento em tempo real do status do equipamento.

Ao realizar uma análise do histórico é possível identificar padrões e tendências ajudando na previsão de falhas e no planejamento de manutenções preditivas.

A taxa de falha é um indicador importante na manutenção, utilizado para medir a frequência com que um equipamento ou sistemas apresentam falhas. É expressa como uma probabilidade ou frequência, representa a média de falhas por um determinado período de tempo. Um indicador muito usado é o MTBF (Tempo médio entre falhas), para calcular este índice é necessário termos o número de falhas e tempo total de operação. Na figura 04 é possível visualizar a evolução deste indicador. Segue equação:

$$\text{MTBF} = \frac{\sum \text{tempo total}}{\text{Número de falhas}}$$

Figura 4: MTBF



Fonte: Tractian (2024)

#### 4.1.2 Definição dos objetivos

Estabelecer metas claras é essencial para direcionar o sistema de manutenção aos objetivos definidos. A maioria dos softwares de manutenção permite criar e acompanhar indicadores de desempenho como:

- Redução do tempo de indisponibilidade de máquinas e equipamentos;
- Aumento do MBTF (tempo médio entre falhas);
- Redução do MTTR (tempo médio de reparo);
- Aumento da confiabilidade.

Tendo essas metas definidas o CMMS (sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção) gera relatórios detalhados que podem ser utilizados para monitorar os objetivos pré-estabelecidos durante a definição dos objetivos.

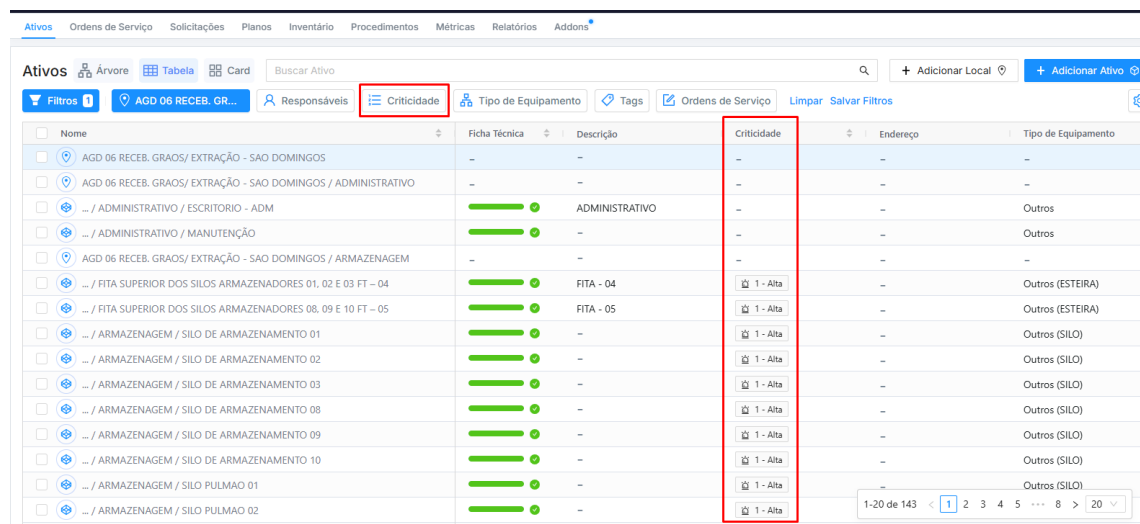
#### 4.1.3 Elaboração dos planos de manutenção

Nesta etapa foram elaborados os planos de manutenção onde foi necessário um processo estruturado para definir as atividades da manutenção e assegurar que os ativos permaneçam operacionais e confiáveis. A elaboração foi desenvolvida em oito passos:

- Classificação dos equipamentos por criticidade: foi realizado um mapeamento dos equipamentos e realizada a análise de criticidade para definir quais equipamentos são de maior importância e relevância ao processo, custos associados a falhas e frequência de uso são informações importantes que ajudam a definir a prioridade de

manutenção. Na figura 5 é possível identificar o mapa de criticidade. Equipamentos críticos devem ter um plano de manutenção mais robusto e frequente.

Figura 5: Classificação de criticidade



| Nome                                                            | Ficha Técnica | Descrição      | Criticidade | Endereço | Tipo de Equipamento |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-------------|----------|---------------------|
| AGD 06 RECEB. GRAOS/ EXTRAÇÃO - SAO DOMINGOS                    | -             | -              | -           | -        | -                   |
| AGD 06 RECEB. GRAOS/ EXTRAÇÃO - SAO DOMINGOS / ADMINISTRATIVO   | -             | -              | -           | -        | -                   |
| ... / ADMINISTRATIVO / ESCRITORIO - ADM                         | ██████████    | ADMINISTRATIVO | -           | -        | Outros              |
| ... / ADMINISTRATIVO / MANUTENÇÃO                               | ██████████    | -              | -           | -        | Outros              |
| AGD 06 RECEB. GRAOS/ EXTRAÇÃO - SAO DOMINGOS / ARMAZENAGEM      | -             | -              | -           | -        | -                   |
| ... / FITA SUPERIOR DOS SILOS ARMAZENADORES 01, 02 E 03 FT - 04 | ██████████    | FITA - 04      | 1 - Alta    | -        | Outros (ESTEIRA)    |
| ... / FITA SUPERIOR DOS SILOS ARMAZENADORES 08, 09 E 10 FT - 05 | ██████████    | FITA - 05      | 1 - Alta    | -        | Outros (ESTEIRA)    |
| ... / ARMAZENAGEM / SILO DE ARMAZENAMENTO 01                    | ██████████    | -              | 1 - Alta    | -        | Outros (SILO)       |
| ... / ARMAZENAGEM / SILO DE ARMAZENAMENTO 02                    | ██████████    | -              | 1 - Alta    | -        | Outros (SILO)       |
| ... / ARMAZENAGEM / SILO DE ARMAZENAMENTO 03                    | ██████████    | -              | 1 - Alta    | -        | Outros (SILO)       |
| ... / ARMAZENAGEM / SILO DE ARMAZENAMENTO 08                    | ██████████    | -              | 1 - Alta    | -        | Outros (SILO)       |
| ... / ARMAZENAGEM / SILO DE ARMAZENAMENTO 09                    | ██████████    | -              | 1 - Alta    | -        | Outros (SILO)       |
| ... / ARMAZENAGEM / SILO DE ARMAZENAMENTO 10                    | ██████████    | -              | 1 - Alta    | -        | Outros (SILO)       |
| ... / ARMAZENAGEM / SILO PULMAO 01                              | ██████████    | -              | 1 - Alta    | -        | Outros (SILO)       |
| ... / ARMAZENAGEM / SILO PULMAO 02                              | ██████████    | -              | 1 - Alta    | -        | Outros (SILO)       |

Fonte: Tractian (2024)

- b) Definição dos tipos de manutenção: Após ter a análise de criticidade surge a necessidade de definir qual será o tipo de manutenção que cada equipamento vai receber. Foi considerado a manutenção preditiva, preventiva e manutenção corretiva planejada.
- c) Frequência e intervalos de inspeção: Para cada tipo de manutenção que foi planejada é necessário definir a frequência das inspeções de rota, com base em histórico de intervenção, recomendações do fabricante e experiência operacional. Para esta etapa uma ferramenta que pode ser utilizada é o MTBF pois ele analisa o tempo médio entre falhas e define intervalos com base na frequência observada.
- d) Recursos e materiais: Para a otimização das atividades é necessário uma listagem de recursos como mão de obra, ferramentas específicas e peças de reposição. O planejamento do estoque deve ser levado em consideração pois a falta de itens em equipamentos críticos comprometem a disponibilidade de fábrica. Um software de gerenciamento de manutenção pode ajudar a organizar o inventário e controlar o estoque mínimo disponível.
- e) Desenvolvimento de procedimentos padrão (POPs): Para cada atividade de manutenção a definição de procedimentos operacionais padrão especificando o

passo a passo de como as tarefas devem ser executadas asseguram que cada técnico execute a manutenção de maneira uniforme aumentando a eficiência e minimizando erros.

- f) Integração com Software de manutenção: Um sistema de gestão por CMMS pode ser configurado para a emissão automática de ordens de serviço e alertas de atividades pendentes. O uso do mesmo facilita a elaboração de relatórios garantindo que o cumprimento do plano seja monitorado continuamente, o software também permite monitorar indicadores de desempenho e ajustar o plano quando necessário.
- g) Indicadores de desempenho: Estabelecer KPIs específicos para avaliar a eficácia do plano de manutenção fornecem um feedback sobre o desempenho do plano e ajudam a identificar pontos de melhoria.
- h) Treinamento da equipe de manutenção: Treinamento sobre procedimentos, utilização de software de gestão e práticas específicas de manutenção garantem uma equipe capacitada para executar as tarefas planejadas de forma eficiente e segura, também garante que aos ativos serão mantidos em boas condições e que as manutenções sejam realizadas de forma organizada.

## **4.2 Execução**

### **4.2.1 Implementação do plano de manutenção**

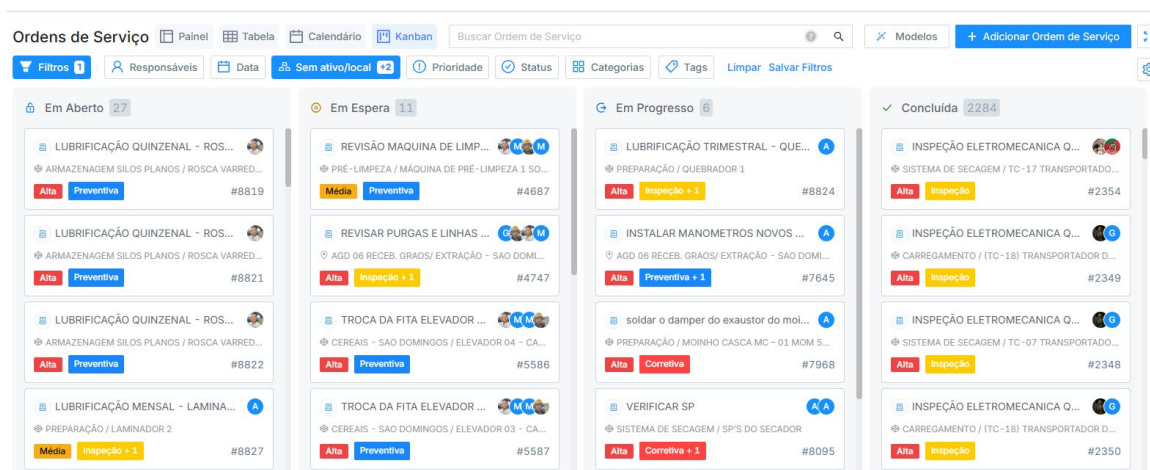
O objetivo desta etapa é colocar em prática estratégias e atividades definidas durante o planejamento, garantindo a execução do plano de maneira eficaz.

O primeiro item que deve ser implementado é a alocação de recursos e logística este vai garantir que a equipe de manutenção está devidamente treinada e alocada para realizar as atividades. A equipe também precisa garantir que todas as peças e ferramentas necessárias para a realização da manutenção estejam disponíveis. A falta de recursos pode acarretar atrasos e comprometer a operação.

Seguindo tem-se a programação e distribuição de serviços, o agendamento define um cronograma detalhado para a execução de atividades, a utilização de um sistema de gerenciamento CMMS pode ajudar a programar tarefas automaticamente minimizando a necessidade de reprogramação. A emissão de ordens de serviço é fundamental para que a equipe tenha clareza sobre as tarefas a serem executadas, o ferramental necessário e o

tempo médio para conclusão. A ordem de serviço ainda pode conter o responsável e informações de segurança, na figura 5 pode-se observar o modelo Kanban de programação de serviços.

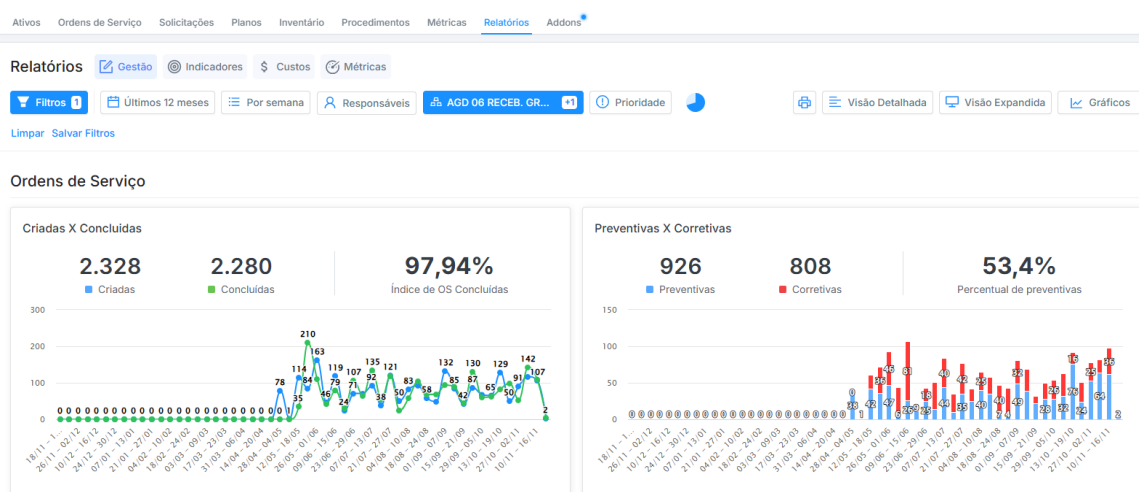
Figura 6: Programação de serviços no modelo Kanban



Fonte: Tractian (2024)

Outro item importante nesta etapa é o monitoramento e controle, a gestão de manutenção deve acompanhar o andamento das atividades verificando o atendimento das ordens de serviço garantindo assim o cumprimento do cronograma. Utilizando do CMMS a cada tarefa concluída todos os dados provenientes do serviço realizado devem ser registrados, esses dados posteriormente se transformarão em KPIs. A figura 7 mostra o relatório de execução e o percentual de preventivas x corretivas.

Figura 7: Relatório de execução



Fonte: Tractian (2024)



A gestão de falhas e intervenções corretivas garantem a resolução de problemas inesperados durante a execução de atividades. Essa prática precisa estar incluída no procedimento, elas ajudam a evitar paradas prolongadas e garantem uma resposta ágil. Após a correção da falha é indispensável buscar a causa raiz do problema visando identificar medidas que podem ser tomadas para evitar a quebra e identificar os pontos de melhoria na programação, ajustar o tempo de inspeção e intervalo de intervenção.

Auditoria de conformidade é uma ferramenta de verificação, visa identificar se as atividades foram realizadas conforme a programação, pode ajudar a identificar melhorias no plano de manutenção, também pode ser utilizado o feedback dos técnicos como ferramenta para melhoria do plano, relatórios detalhados podem identificar o que funcionou bem e o que precisa ser revisto no mesmo.

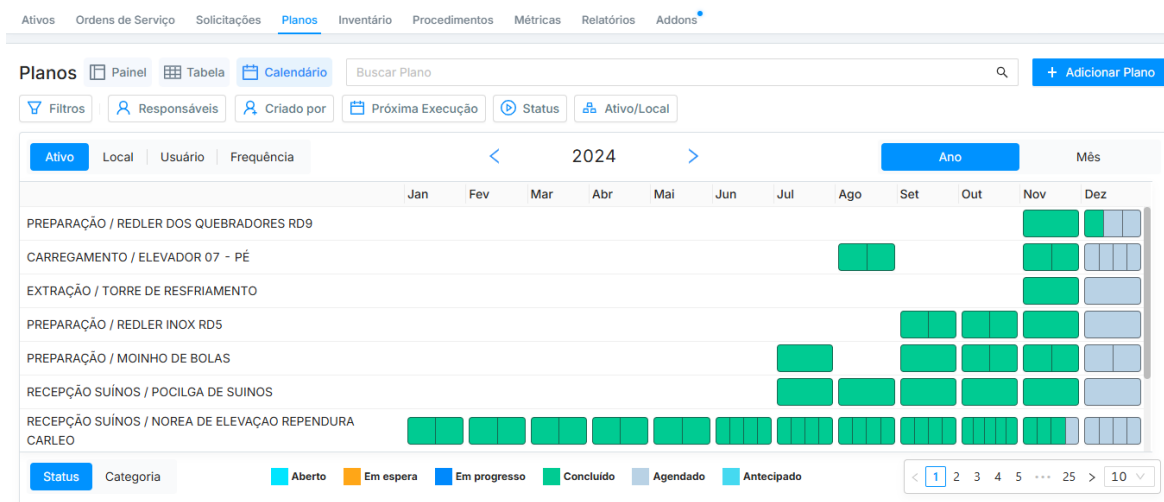
A análise de desempenho com base em KPIs indica se o plano está atingindo os objetivos estabelecidos e determina se há necessidade de revisão. KPIs específicos como taxa de cumprimento de preventivas, MTBF, MTTR e disponibilidade dos equipamentos avaliam a eficácia da execução do plano

#### 4.2.2 Uso de ferramentas de controle

A utilização de ferramentas e controle garantem que as tarefas executadas pela equipe da manutenção sigam um padrão evitando assim esquecimentos e erros. Em cada ordem de serviço (OS) é possível incluir checklists para que o técnico valide a tarefa executada desde inspeção até a troca de peças e componentes.

O sistema de gestão da manutenção (CMMS) tem como objetivo automatizar a programação de tarefas, emitir alertas e permite a análise do histórico de manutenção. Na figura 8 está descrito a programação de serviço anual. O sistema pode programar automaticamente manutenções preventivas e preditivas, controlar o inventário e emitir ordens de serviço com os procedimentos necessários. Ele também gera relatórios de KPIs ajudando a avaliar a eficiência da manutenção.

Figura 8: Programação de manutenção



Fonte: Tractian (2024)

Seguem algumas das principais ferramentas de controle que são utilizadas pela manutenção:

- Análise de modos e efeitos de falha (FMEA):** Avalia os modos de falhas potenciais nos equipamentos classificando-os de acordo com a criticidade, o FMEA ajuda a priorizar recursos e o tempo utilizado em ativos de maior risco e muito útil na manutenção preditiva pois indica o que deve ser monitorado e a frequência.
- Diagrama de Pareto:** Tem como objetivo identificar e priorizar as falhas mais comuns ou mais custosas, essa análise permite focar nas falhas que tem maior impacto no sistema.
- Indicadores de desempenho KPIs:** Medem a eficiência de execução e fornecem informações sobre o plano de manutenção, estando aplicados em um CMMS e possível monitorar em tempo real gerando relatórios que permitem ajustar o plano de acordo com as informações obtidas. Os principais indicadores são: MTBF, MTTR, MTTA, disponibilidade e taxa de cumprimento de manutenções preventivas.
- Gráficos de controle:** Tem como objetivo monitorar a variabilidade dos processos identificando quando a necessidade de ajustes. Gráficos de controle como o Controle estatístico de processos (CEP) permitem monitorar a performance de

atividades específicas como tempo de resposta a correção de uma falha garantindo que as atividades se mantenham dentro dos limites de tolerância.

- e) Auditoria interna: O principal objetivo é avaliar a conformidade das práticas de manutenção garantindo que os padrões e procedimentos estejam sendo cumpridos. A realização de auditoria revisando ordens de serviço e registros de inspeções visam garantir que o processo esteja de acordo.
- f) Análise de falha e RCM: Identifica e avalia as falhas potenciais estabelecendo estratégias de manutenção visando aumentar a confiabilidade, o RCM utiliza uma abordagem priorizando a confiabilidade e redução das falhas.

## 4.3 Verificação

### 4.3.1 Monitoramento e avaliação

No ciclo PDCA a etapa de monitoramento e avaliação são essenciais pois permitem analisar se o plano de manutenção está atendendo aos objetivos e identifica áreas onde necessitam melhorias. Essa fase envolve o monitoramento contínuo das atividades da manutenção quanto a avaliação dos resultados com base nas informações obtidas dos indicadores de desempenho KPIs.

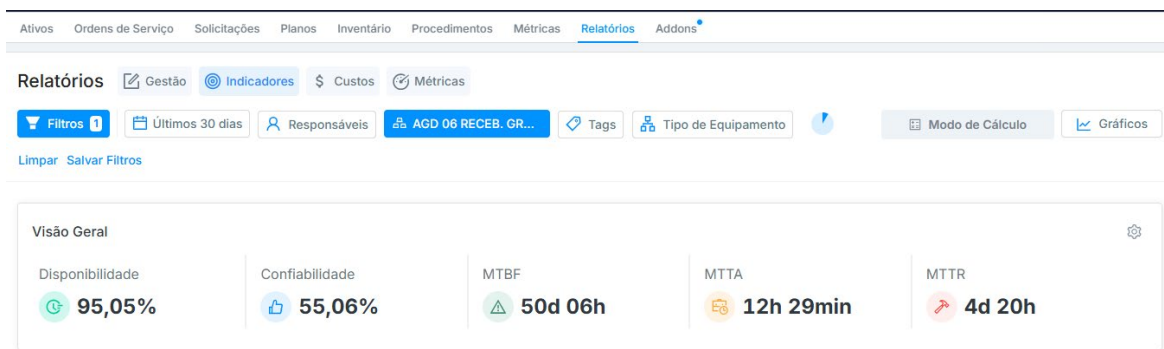
Os principais pontos que serão monitoradas são:

- a) KPIs de manutenção: O monitoramento contínuo dos KPIs ajuda a medir a eficácia das atividades de manutenção, ajudando a mostrar se os objetivos de desempenho estão sendo alcançados permitindo assim entender os padrões de falha. Também é importante avaliar a taxa de cumprimento do plano de manutenções preventivas analisando a quantidade executada no prazo versus as atividades atrasadas e reagendadas.
- b) Auditoria de conformidade e Checklist de verificação: A realização de auditorias de conformidades tende a garantir que as atividades estejam sendo executas conforme procedimentos definidos e que a documentação foi preenchida de acordo. Auditores verificam ordens de serviço, checklists e o cumprimento do protocolo de segurança. Ao final de cada manutenção o executor deve preencher o checklist para confirmar que todas as etapas foram concluídas corretamente, essas informações contribuem para o cálculo da confiabilidade.

- c) Relatórios e análise de dados: É de extrema importância a geração periódica de relatórios que detalham as atividades executadas, o tempo de resposta a falha, custos com a manutenção e peças utilizadas, esses relatórios permitem comparar o desempenho atual com o histórico gerado e identificar as melhorias no processo. Com base nas informações obtidas pode ser realizada a análise detalhada dos dados utilizando as informações sobre as falhas, ferramentas como o RCA ajudam a identificar problemas sistêmicos e guiam a ações corretivas.
- d) Revisão dos objetivos e ajustes do plano: Deve ser realizada a revisão e avaliação dos objetivos comparando os resultados com os objetivos estabelecidos no início do plano, caso não estejam sendo atingidas as metas é necessário investigar e identificar as ações de melhorias através de um Plano de ação. O ajuste contínuo no plano de manutenção conforme necessário pode incluir mudança na frequência de inspeção, priorização de equipamentos críticos ou substituição das técnicas de manutenção empregada.
- e) Ferramentas e sistema de suporte: A utilização de software de gerenciamento de manutenção (CMMS) facilita o monitoramento em tempo real e gera relatórios detalhados automaticamente, permitindo assim uma análise mais eficiente dos dados. O sistema também pode gerar alerta para atividades fora do padrão apoiando o monitoramento do técnico. A utilização de dashboard permite uma visualização rápida e dinâmica dos indicadores facilitando o acompanhamento do desempenho ao longo do tempo.

A combinação dessas práticas de monitoramento e avaliação garante uma visão precisa do desempenho da manutenção e oferece informações para ajustes contínuos, aumentando a confiabilidade e a eficiência do sistema de manutenção. Na figura 9 os indicadores descritos servem de parâmetro para monitoramento das ações do PCM.

Figura 9: Monitoramento de KPIs



Fonte: Tractian (2024)

#### 4.3.2 Análise dos resultados

Neste item o foco está em interpretar os resultados obtidos no monitoramento e avaliar se as metas e objetivos estabelecidos foram atingidos. São explorados alguns detalhes e informações essenciais ao processo.

Após coleta e organização dos dados as informações foram separadas em três etapas, dados operacionais que envolvem indicadores de desempenho com MTBF, MTTR e disponibilidade. Dados financeiros que incluem os custos de manutenção preventiva, preditiva e corretiva além do impacto financeiro que pode ser causado por uma falha e o cumprimento do plano que trata a taxa de execução de ordens de serviço planejada versus realizada.

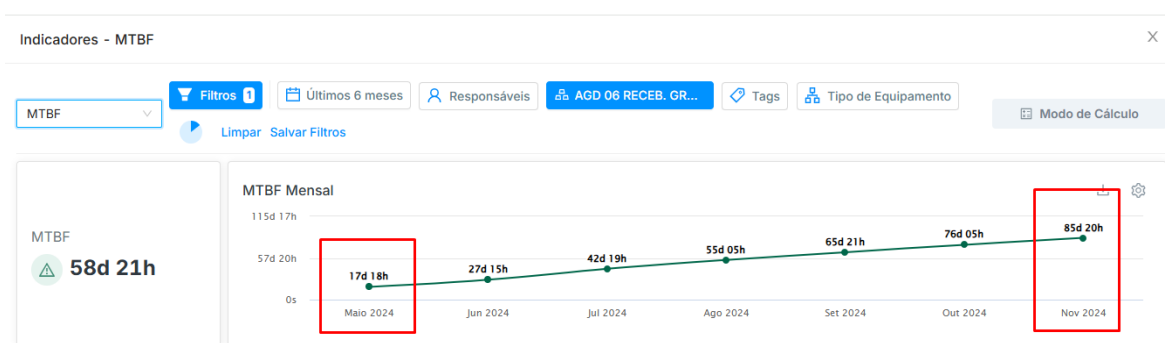
A interpretação dos indicadores de desempenho inicia com a comparação com as metas estabelecidas, se foi planejado a redução em 10% do MTBF e atingida, isso nos mostra que o plano está ok, caso contrário é necessário rever o planejamento de manutenção. A análise de tendência identifica resultados positivos ou negativos, uma redução do MTBF indica a necessidade de ajuste na frequência ou tipo de manutenção preventiva. Desvios e impactos como o aumento de falhas e custo significativos necessitam uma investigação visando ajustar a programação.

Ao tratar informações é possível identificar os padrões de falhas e a sazonalidade, os dados coletados são informações que tendem a identificação de padrões específicos de falhas e o prazo que ocorrem entre elas.

Ferramentas de suporte como gráficos e relatórios ajudam a visualizar os resultados de forma clara e específica identificando áreas críticas. A utilização de um software de manutenção CMMS pode fornecer de forma clara e instantânea resultados automáticos e dashboards que facilitam a análise dos resultados. Na figura 10 observamos a evolução do gráfico de MTBF, o objetivo desta análise será a elaboração de um relatório com as seguintes informações:

- Resumo dos dados monitorados.
- Indicadores que atendam ou superem as metas.
- Indicadores abaixo do esperado e suas causas prováveis.
- Reajustes no plano e suas estratégias.

Figura 10: Análise de indicadores



Fonte: Tractian (2024)

## 4.4 Ação

### 4.4.1 Correção dos desvios

A etapa de correção dos desvios e estratégica tem por objetivo fortalecer o ciclo de melhoria contínua promovendo eficiência e confiabilidade a gestão da manutenção. Utilizando-se dos relatórios da fase e verificação é possível identificar os desvios ocorridos, os mesmos devem ser separados em críticos que impactam em parada de produção e elevados custos de manutenção e não críticos que não afetam a produção, mas que podem receber oportunidades de melhorias.

A análise da causa raiz é essencial nesta etapa pois visa investigar profundamente os motivos que levaram as falhas ocorridas, podemos citar três ferramentas que são frequentemente utilizadas:

- a) Análise da causa raiz (RCA): investiga a causa da falha.
- b) Diagrama de Ishikawa: explora todas as possíveis causas.
- c) Método dos 05 Porquês: inclui uma abordagem prática para descobrir causas fundamentais.

Nesta etapa também são definidas as ações específicas para a correção dos desvios, ajuste no cronograma de manutenção, substituição de peças ou equipamentos que apresentam falhas constantes e reavaliação do intervalo de manutenção com base nos padrões observados. As ações devem ser priorizadas de acordo com a criticidade e impacto que podem oferecer a produção.

Para a implementação das ações é necessário certificar-se de que possui alocação de recursos suficientes, equipe e ferramentas disponíveis. A revisão do plano deve refletir as mudanças implementadas melhorando os índices e garantindo estabilidade à produção. Após a correção dos desvios é importante monitorar os indicadores e avaliar se as mudanças impactaram positivamente no resultado, o acompanhamento contínuo de coleta dos dados e ajustes necessários garantem que os desvios corrigidos não voltem a ocorrer.

#### 4.4.2 Aperfeiçoamento contínuo

O aperfeiçoamento contínuo é um processo iterativo constante que visa aumentar a eficiência, reduzir custos e maximizar a confiabilidade dos ativos ao longo do tempo. Esta etapa é baseada no princípio de que o desempenho sempre pode ser aprimorado por meio de ajustes, inovações e revisões periódicas.

A análise dos históricos de manutenção e os resultados do monitoramento podem identificar padrões que permitam a melhoria no processo, a comparação com outras plantas ou setores podem mostrar práticas superiores que possam ser implementadas.

O planejamento das melhorias deve levar em conta três pontos:

- a) Definição das prioridades: as melhorias devem ser priorizadas com base em fatores como impacto financeiro, criticidade dos ativos e facilidade de implementação.
- b) Desenvolvimento de projetos: Iniciativas como a implementação de tecnologias de manutenção preditiva com monitoramento on-line e automação de processos.

- c) Ferramentas para melhoria contínua: Utilização de metodologias como *Lean Maintenance*, Six Sigma e Kaizen que garantem uma implementação eficiente.

Para a implementação das melhorias é preciso garantir que a equipe esteja treinada e capacitada para a utilização das novas ferramentas, o plano precisa ser atualizado com novas rotinas, incluindo revisão de prazos e frequência de manutenção preditiva. A utilização de novas tecnologias como sensores IoT, software de gestão da manutenção (CMMS) e análise de informações em tempo real visam melhorar o monitoramento e planejamento de execução das atividades.

A análise preditiva através de ferramentas de suporte com base em inteligência artificial e aprendizado da máquina prevê automaticamente falhas e sugere ajustes no plano. A utilização de um CMMS registra todas essas informações, analisa e gera histórico para uma base de dados confiáveis.

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 Conclusões do trabalho

A aplicação de um sistema de gestão da manutenção de maneira eficiente é um fator determinante para o bom desempenho de um processo ou produto. O planejamento da rotina de manutenção deve ser cumprido de forma que a manutenção corretiva seja diminuída ou até mesmo eliminada. Prever falhas e corrigi-las antes que ocorra a pane do equipamento gera economia de recursos, tornando o processo menos custoso.

A implementação de Planejamento e controle de manutenção estruturado com base no ciclo PDCA como metodologia central, demonstrou ser uma abordagem estratégica essencial para aumentar a confiabilidade e eficiência operacional. A organização dos dados e a definição clara de metas foram determinantes para estabelecer um planejamento robusto considerando as características da planta e os desafios operacionais do setor.

No planejamento, a avaliação minuciosa do histórico de manutenção e a utilização de ferramentas como Matriz de criticidade possibilitaram a priorização de equipamentos vitais, diminuindo a probabilidade de falhas inesperadas. A utilização de indicadores como MTBF, MTTR e Disponibilidade operacional foram cruciais para converter o rendimento



dos ativos em informações objetivas, que orientaram a tomada de decisões fundamentadas e mensuráveis.

A integração de práticas preventivas, preditivas e corretivas gerenciadas por um software de gestão de manutenção, agilizaram a alocação de recursos e promovendo eficácia na resposta a falha. A adoção de ferramentas com alto nível de tecnologia como os sensores de monitoramento on-line garantindo o acompanhamento em tempo real contribuíram para intervenções mais precisas e menor impacto a produção.

Durante a etapa de verificação o monitoramento dos indicadores demonstrou não apenas o desempenho da planta, mas também os desvios e as correções necessárias. A implementação de um processo de melhoria contínua deve ser fundamento com base nos resultados obtidos através das ferramentas como, a Análise de causa raiz (RCA), método dos 5 porquês e diagrama de Ishikawa, os dados obtidos possibilitam um ciclo contínuo de melhoria e aperfeiçoamento do programa de manutenção.

Focado na correção dos desvios a etapa de ação implementa a melhora contínua consolidando uma cultura de excelência operacional. A adoção de práticas eficientes reduziu desperdícios e garantiu maior vida útil aos ativos, fomentado um ambiente colaborativo e comprometido com resultados.

O projeto não só alcançou os objetivos estabelecidos como também criou uma base para a melhoria contínua. A redução do tempo de paradas, o aumento de disponibilidades de planta e a redução dos custos de manutenção consolidam o PCM como um pilar estratégico para o sucesso do negócio. A experiencia demonstra que a implantação de um software para gerenciamento da manutenção se traduz em uma manutenção eficiente voltada a resultados.

## **5.2 Recomendações para trabalhos futuro**

Sugere-se como estudo futuro a análise de implementação de PCM voltada para a indústria 4.0 identificando as ferramentas necessárias para acompanhar o avanço da indústria, detalhar a manutenção preditiva e validar a inteligência artificial.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118-2014: **Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 2014.

CAMPOS JÚNIOR, E. E. **Reestruturação da área de planejamento, programação e controle na Gerência de manutenção** Portuária – CVRD. 2006. 74f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2006.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade total: padronização de empresas**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992

CONTADOR, J. C. et. al. **Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 2001.

CORRÊA, Henrique L., CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**. 4ª edição. Atlas.

COSTA JUNIOR, Eudes Luiz. **Gestão em processos produtivos** [livro eletrônico]. Curitiba: InterSaberes, 2012

DA SILVA NETO, J. C.; GONÇALVES, A. M. **Implantação do Controle de Manutenção**. Revista Club de Mantenimiento, n. 10, 2002.

DRUCKER, Peter Ferdinand. **Introdução à administração**. São Paulo: Thomas Learning, 2009.

HATAKEYAMA, Yoshio. **A revolução dos gerentes**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

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

\_\_\_\_\_. **Manutenção: função estratégica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark 2013.

\_\_\_\_\_. **Gestão de Ativos**. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 2014.

LIMA, A. D. A. et al. **Implantação de pacote de gestão empresarial em médias empresas**. Artigo publicado pela KMPress. Disponível em: <<http://www.kmpress.com.br>> 13 fev. 2000. Acesso em: 02 de outubro de 2024.

NASCIF, J.; DORIGO, L.C. **Manutenção Orientada Para Resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

NASCIF, J. **Gestão Para a Manutenção de Classe Mundial**. Disponível em<<http://www.tecem.com.br>>. Acessado em 20 de setembro de 2024.

OLIVEIRA, D.P.R. **Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologia, Práticas**. São Paulo: Atlas, 2010.

ORLICKAS, Elizen da. **Modelos de gestão: das teorias da administração à gestão estra-tégica**. São Paulo: IBPEX, 2010.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de manutenção: Teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2011.

PINTO, A. K., XAVIER, J. A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Ed. Qualitymarck, 2001.

QUEIROZ, Laura Michelle dos Anjos. **Planejamento e controle da manutenção aplicados ao processo de manufatura do ramo alimentício**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35, 13 a 16 de outubro de 2015. *Anais...* Fortaleza, CE, 2015.

RODRIGUES, L. C.; DEPINÉ, G. C. L.; ALMEIDA, M. I. R.; RISCAROLLI, V. **Estratégia de implementação do plano estratégico**. In: ASAMBLEA DEL CONSEJO LATINO AMERICANO DE ESCUELAS DE ADMINISTRACION, 2003

SIQUEIRA, I. P. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM/MPT manutenção produtiva total**. São Paulo: Imam, 1993

WILLIAMS, J. H. et al. **Condition-based Maintenance and Machine Diagnostics**. Londres: Chapman & Hall, 1994.