

MANUTENÇÃO PLANEJADA: PROPOSTA DE AÇÕES EM UMA EMPRESA DE BENEFICIAMENTO DE COURO

Leonardo Dias de Santana Neto
Ana Cristina Goncalves Castro Silva
José de Castro Silva
Pedro Vieira Souza Santos

Submetido em: 22/11/2022

Aceito em: 21/12/2022

Resumo

Uma prática comum realizada nas organizações é o uso de diferentes técnicas de manutenção no mesmo ambiente. A escolha dessas técnicas vai depender do tipo de estratégia que a empresa possui. A manutenção planejada, por exemplo, é um dos pilares da TPM, que surgiu como um método de gerenciamento do sistema de manutenção, e hoje pode ser usada como uma metodologia para gestão de todo sistema produtivo. Logo, o presente trabalho teve como objetivo propor ações da manutenção planejada com foco na aplicação da manutenção preditiva nos equipamentos de uma empresa de beneficiamento de couro. A técnica de pesquisa foi o estudo de caso, no qual, através de visitas in loco foi possível realizar a coleta de dados por meio de reuniões, questionários e acompanhamentos das atividades preditivas. Dessa forma, foi feita uma análise para uma gestão da manutenção com foco em melhorar a disponibilidade dos equipamentos críticos. Os resultados obtidos comprovaram a importância e o efeito positivo da análise preditiva, que a partir dela será possível fazer um planejamento das atividades da manutenção, evitando as paradas não planejadas e suas consequentes perdas para a organização.

Palavras-chave: Gestão; Manutenção Planejada; TPM.

PLANNED MAINTENANCE: PROPOSAL FOR ACTIONS IN A LEATHER PROCESSING COMPANY

Abstract

A common practice carried out in organizations is the use of different maintenance techniques in the same environment. The choice of these techniques will depend on the type of strategy that the company has. Planned maintenance, for example, is one of the pillars of TPM, which emerged as a maintenance system management method, and today can be used as a methodology for managing the entire production system. Therefore, the present work aimed to propose planned maintenance actions with a focus on the application of predictive maintenance in the equipment of a leather processing company. The research technique was the case study, in which, through on-site visits, it was possible to collect data through meetings, questionnaires and monitoring of predictive activities. In this way, an analysis was made for maintenance management with a focus on improving the availability of critical equipment. The results obtained proved the importance and the positive effect of the predictive analysis, which from it will be possible to plan maintenance activities, avoiding unplanned stops and their consequent losses for the organization.

Keywords: Management; Planned Maintenance; TPM.

1 INTRODUÇÃO

Nota-se que nos últimos anos do século XXI as organizações vêm sofrendo diversas mudanças, principalmente no que se refere à globalização da economia, à expansão tecnológica e, também, a um aumento na competitividade empresarial. Nesse cenário, para que as empresas se mantenham vivas em um mercado cada vez mais competitivo, é importante que elas procurem introduzir novas ferramentas e metodologias no gerenciamento de seus processos, inovando e efetuando melhorias contínuas em suas estratégias e práticas operacionais, com o objetivo de manter ou ampliar, sustentavelmente, as suas vantagens competitivas perante os seus concorrentes (PORTER, 2004; MACHADO; SANTOS, 2021; SANTOS; SANTOS, 2021).

Dentre essas ferramentas, destaca-se a Manutenção Produtiva Total (MPT), que se refere a “um método de gestão focado na identificação e eliminação das perdas nos setores produtivos e administrativos” (VANZELLA, 2007). A MPT, que surgiu na década de 1970, tem como enfoque a redução de paradas e a eliminação de perdas. Um de seus pilares tem como fim a Manutenção Planejada (MP), pretendendo desenvolver um sistema que promova a eliminação de atividades não programadas de manutenção (PEREIRA, 2009).

De acordo com Coneglian et al. (2017) e Ribeiro (2014), o pilar de Manutenção Planejada tem como objetivo minimizar as paradas e evitar a ocorrência de falhas nos equipamentos e componentes antes mesmo que essas não conformidades ocasionem a quebra ou perda total dos equipamentos e tragam consideráveis prejuízos para a empresa. Por outro lado, Dantas (2016) afirma que a manutenção planejada se baseia nas inspeções realizadas pelas manutenções preventivas e preditivas, pois elas conseguem prever a ocorrência das falhas, gerando informações necessárias para que a empresa possa realizar as manutenções nos equipamentos antes que eles parem ou programar o momento mais conveniente para realizar a manutenção não emergencial.

No contexto da gestão de fábricas de beneficiamento de couros, devido à grande variedade de equipamentos e máquinas, para que se possa atender a demanda no tempo certo, a gestão da manutenção se destaca como uma atividade essencial do seu processo produtivo, junto com o surgimento das novas técnicas de manutenção, das novas concepções das empresas e da importância da manutenção como finalidade estratégica (KARDEC; NASCIF, 2012; SANTOS; ARAÚJO; CEOLIN, 2016).

Nesse sentido, é inadmissível a existência de desperdícios resultantes de equipamentos considerados caros ou essenciais ao processo produtivo, os quais, através de paradas por quebra/falha ou fabricação de produtos não conformes originam as perdas (FERNANDES et al., 2021). De acordo com Braidotti Junior (2016), a falha pode ser definida como uma interrupção da funcionalidade requerida do equipamento. Segundo Kardec e Nascif (2012), a depender do tipo da manutenção aplicada, as paradas de produção provocadas pela quebra/falha do equipamento poderão ser minimizadas.

Diante disso, partindo da hipótese que os problemas são causados por uma má gestão da manutenção, e que a necessidade de melhoria nos processos, imposta pela competitividade cada vez maior entre as empresas, é crescente, buscou-se, para a empresa objeto, propor ações para implementação da manutenção planejada.

Assim, considerando a dimensão do impacto que poderá ser causado por problemas referentes às paradas dos equipamentos industriais, faz-se o seguinte questionamento: como diminuir as possíveis paradas não planejadas e melhorar a disponibilidade dos equipamentos de produção em uma indústria de beneficiamento de couro em Petrolina-PE, por meio da Manutenção Planejada?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITOS E HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

A norma NBR – 5462 (ABNT, 1994) define manutenção como sendo “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. Segundo Ferraz Júnior (2009), a palavra manutenção vem do termo latim, *manus tenere*, e tem como significado “manter o que se tem em mãos”. Para Slack, Chambers e Johnston (2008), as organizações utilizam o termo manutenção para referir-se a forma pela qual elas tentam evitar as falhas, mantendo as instalações em perfeitas condições de operação.

De acordo com Freire (2012), diante da procura por novas opções para aumentar a vida útil dos equipamentos produtivos, o conceito e utilização da manutenção preditiva, a preocupação com alta disponibilidade e confiabilidade, sem causar danos ao ambiente, maior qualidade do produto e custos sob controle, tornaram-se mais evidentes.

Em concordância com Siqueira (2009), o aumento da demanda por produtos industrializados tornou a sociedade mais dependente dos processos industriais, e essa demanda

fez com que os equipamentos trabalhassem no limite da necessidade dos processos, tornando mais curtas suas faixas operacionais, aumentando a importância da manutenção. Além disso, nesse mesmo período, com o avanço da informática e o desenvolvimento de softwares, o planejamento, controle e acompanhamento dos serviços de manutenção tiveram uma grande melhoria. Autores como Kardec e Nascif (2012) destacam o surgimento da quarta e quinta geração, onde nesse período ocorreu a interação das atividades da engenharia de manutenção, que tem na Confiabilidade e Manutenibilidade e Disponibilidade, sendo essa última a mais importante, as três maiores justificativas de sua existência.

Os autores ainda enfatizam que a manutenção tem como objetivo reduzir as falhas, intensificando o uso da manutenção preditiva, reduzindo as preventivas que podem causar paradas dos equipamentos e sistemas, e a corretiva, que por sua vez, se torna um indicador de falta de manutenção eficiente. Por fim, uma grande mudança que ocorreu na quarta geração foi o aperfeiçoamento da terceirização, buscando uma relação de parceria de longo prazo, e na quinta foi o enfoque nos resultados empresariais, visando obter vantagens competitiva e conseqüentemente a sobrevivência da empresa (KARDEC; NASCIF, 2012).

2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

De acordo com Costa (2013), os tipos de manutenções são caracterizados pela forma de como é realizada a intervenção nas instalações e sistemas de produção e pela maneira de administrar as atividades em função dos objetivos do método de manutenção. Neste trabalho, serão descritas as quatro práticas da manutenção, consideradas como principais por diversos autores. São elas: manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e a manutenção detectiva.

2.2.1 Manutenção corretiva

Otani e Machado (2008) afirmam que a manutenção corretiva foi uma das primeiras técnicas a ser utilizada, e era realizada por todas as empresas que possuíam itens físicos, independentemente do nível da estratégia de manutenção dela. Segundo Bloom (2006), essa manutenção é baseada principalmente na correção de falhas que podem provocar intervenções imediatas no processo, evitando graves conseqüências, ou seja, é todo trabalho efetuado em uma máquina ou equipamento em falha, visando recuperar o seu funcionamento.

De acordo com Almeida e Vidal (2008), normalmente a utilização dessa manutenção pode implicar em custos altos, devido as falhas inesperadas que podem acarretar grandes perdas

na produção ou uma queda na qualidade do produto. Além disso, as paradas na maioria das vezes demandam grande tempo, sem contar com a exigência de elevados estoques de peças de reposição. Este tipo de manutenção pode ser dividido em duas categorias: manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada.

A manutenção corretiva não planejada só era realizada após a ocorrência do problema, sem nenhuma atividade de acompanhamento realizada anteriormente. Essa técnica implica em altos custos e baixa confiabilidade de produção, pois gera perda de tempo para realizar as atividades devidas, perdas de qualidade e custos indiretos de manutenções (OTANI; MACHADO, 2008).

A manutenção corretiva planejada se diferencia do não-planejado pelo fato de ser uma decisão gerencial onde poderá ser programada para uma próxima data e por não ocorrer de forma emergencial. Do ponto de vista de Pinto e Xavier (2007), a manutenção corretiva planejada também é uma correção de falha, porém, é proveniente das informações de um acompanhamento prévio, a fim de inspecionar e detectar alguma falha, ou seja, se baseia na informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento, manutenção preditiva (KARDEC; NASCIF, 2012).

2.2.2 Manutenção preventiva

Diferentemente da manutenção corretiva, a preventiva, é realizada em intervalos de tempo pré-estabelecido e tem como objetivo evitar a ocorrência de falhas e defeitos. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2008), a manutenção preventiva, visa extinguir ou minimizar as possibilidades de falhas por manutenção das máquinas e instalações em espaços de tempo pré-definidos, evitando a deterioração dos sistemas abaixo dos níveis de segurança e confiabilidade desejados, mantendo um bom estado de desempenho.

Moraes (2014) conceitua a manutenção preventiva como uma ação realizada nos mecanismos para evitar falhas ou queda no seu funcionamento, obedecendo a uma estratégia fundamentada em datas definidas e ainda enfatiza que é conhecida como a manutenção baseada no tempo (*Time Based Maintenance* - TBM). Para Filho (2008), as ações da manutenção preventiva são executadas quando os equipamentos ainda estão ativos, ou seja, em condições operacionais, ainda que possuam defeitos. As ações são efetuadas através de atividades em intervalos de tempos iguais que incluem: serviços de operação, inspeções e verificações das

condições, atividades de calibração, ajustes, testes, reparos e substituições de componentes (DHILLON, 2006).

2.2.3 Manutenção preditiva

Conforme Otoni e Machado (2008), a manutenção preditiva, também conhecida por manutenção condicionada, é realizada por meio do monitoramento de parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, e tem como objetivo definir o momento exato da intervenção, aproveitando a capacidade máxima do ativo. Ainda complementam que essa manutenção preditiva permite assegurar a qualidade de serviço, fazendo uso de técnicas para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

Kardec e Nascif (2012) apontam algumas condições necessárias para se aplicar a manutenção preditiva, como por exemplo, a aquisição de equipamentos necessários para fazer o monitoramento/medições, as instalações precisam permitir esse tipo de monitoramento, e as falhas devem ser provenientes de causas que possam ser monitoradas, para que possa ter um avanço melhorado. Os autores ainda enfatizam a presença alguns aspectos como a segurança operacional e pessoal, e a redução de intervenções necessárias, que reduzem o custo e durabilidade de equipamento.

2.2.4 Manutenção detectiva

O objetivo dessa técnica é aumentar a confiabilidade dos equipamentos, e está voltada a identificar as falhas escondidas que o pessoal da operação não consegue perceber (MORAES, 2010; SOUZA, 2009). Essa técnica é aplicada aos dispositivos que trabalham em condições especiais, e que não são atendidos adequadamente pelas outras técnicas de manutenção. Geralmente são realizadas verificações periódicas para saber se o dispositivo ainda está funcionando adequadamente (MORENGHI, 2005).

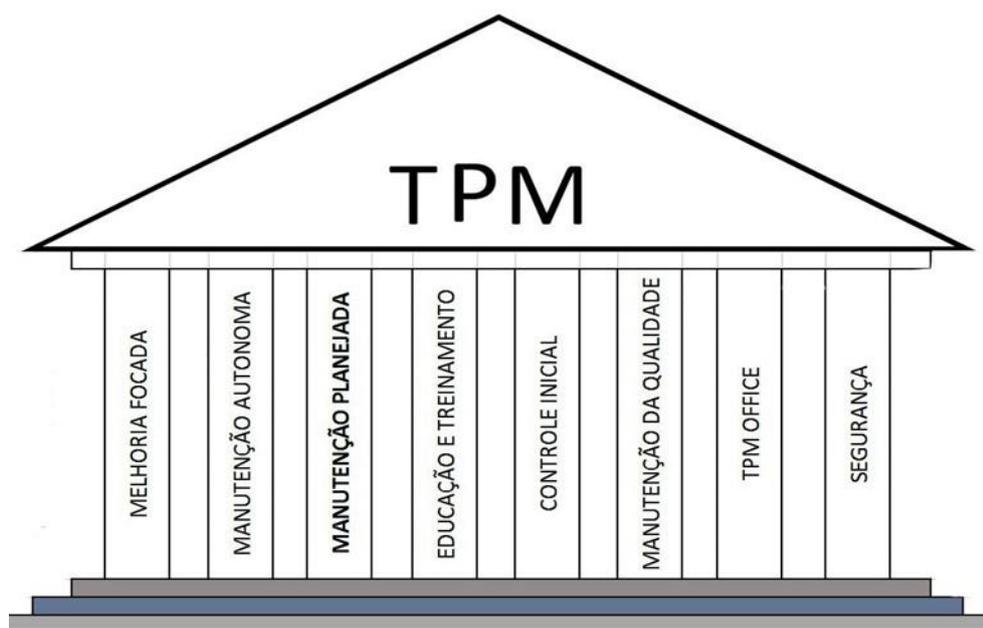
2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

A Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance - TPM*) é uma metodologia de manutenção que surgiu no Japão, usada para otimizar disponibilidade das máquinas e equipamentos, aumentando a qualidade dos processos e produtos e da administração dos recursos disponíveis da empresa (NETTO, 2008).

O objetivo principal da TPM é desenvolver melhorias contínuas tanto nos ativos da empresa (máquinas, ferramentas, instalações), atingindo a eficiência global, como também,

em todas as pessoas envolvidas, melhorando a forma de capacitação e habilidades, promovendo uma cultura, fazendo com que os operados se sintam “donos” da máquina (PEREIRA, 2009). Na TPM, para a eliminação das grandes perdas e para alcançar melhorias, implementam-se oito atividades designadas como "8 pilares de sustentação do desenvolvimento da TPM". Esses pilares são mostrados na Figura 2.

Figura I - Pilares TPM



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2012)

Podemos descrever esses oito pilares, como:

- Manutenção Planejada (MP): consiste em determinar ações para manter os ativos (máquinas, equipamentos, instalações) em condições de funcionamento por meios de inspeções, detecção, prevenção de falhas, reformas e troca de peças, interferindo nas manutenções programadas antes da data provável do surgimento de uma falha (XENOS, 2004; WIREMAN, 1998);
- Melhoria Focada: atuação nas perdas relacionadas aos equipamentos, ou seja, procura-se reduzir os problemas para aprimorar o desempenho;
- Manutenção Autônoma: relacionada, principalmente, às atividades que envolvem os operadores, dando a eles a liberdade de ação, despertando a vontade de zelar e manter seus equipamentos em boas condições de uso, conscientizando-os da filosofia da TPM e promovendo melhoria contínua e cuidado com os ativos;

- Treinamento e educação: refere-se à aplicação de treinamentos técnicos para a capacitação do pessoal da operação e manutenção, uma vez que uma mão de obra mais capacitada, implica em melhor qualidade. Por isso, educação e treinamento devem ser contínuos;
- Controle inicial: Implementar sistema de monitoramento, estabelecendo um programa de gerenciamento na fase inicial de um novo equipamento, para focar energia na criação de produtos fáceis de fazer e equipamentos fáceis de utilizar;
- Manutenção da qualidade: refere-se à combinação que existe entre qualidade dos produtos e capacidade de atendimento à demanda e confiabilidade dos equipamentos e da manutenção, estabelecendo um programa de zero defeitos;
- Melhoria dos Processos Administrativos: baseia-se em organizar e rotinas administrativas, visando o aumento da eficiência e a não interferência dentro do chão-de-fábrica;
- Segurança, Saúde e Meio Ambiente: estabelecimentos de sistemas que tem como objetivo principal a busca de “zero defeitos”, através da segurança, saúde e bem-estar do colaborador, e prevenir impactos ambientais adversos (MORAES et al., 2004).

Para auxiliar na resolução de problemas e nas tomadas de decisões de uma empresa, existem diversas ferramentas e metodologias que podem ser aplicadas, independente do foco, seja ele a TPM ou outra filosofia, provavelmente, a gestão dependerá de informações obtidas por uma das chamadas ferramentas aplicadas à manutenção, ou ainda, as ferramentas da qualidade.

3 METODOLOGIA

3.1 FASE INICIAL DA PESQUISA

A princípio, este trabalho teve como fase inicial a escolha da empresa. Logo após, houve o contato com o profissional engenheiro mecânico responsável pelo setor da manutenção, o qual se disponibilizou em ajudar na realização dessa pesquisa, revelando todas as informações necessárias que estivessem a seu alcance.

Em um segundo momento, fez-se a escolha do setor, que foi o setor de Ribeira, no qual ocorrem os processos de: depilação da pele, retirada da gordura e os restos de carnes da parte interna da pele. O setor de Ribeira foi escolhido porque os problemas ocasionados pela falta

de manutenção nos equipamentos presentes nesse setor podem gerar prejuízos consideráveis para empresa.

3.1.1 Detalhamento do processo interno de curtimento

Vale ressaltar que nesse setor ocorre também o processo de curtimento, onde as peles pré-tratadas são transformadas em materiais estáveis que não apodrece, ou seja, são transformadas em couro. No processo de curtimento as peles são processadas com produtos químicos (especialmente o cromo) com a finalidade de fazer a limpeza e a eliminação de substância indesejáveis que não compõem o produto, como apontam Santos e Araújo (2020).

Toda limpeza com produtos químicos é feita em fulões, equipamentos escolhidos para o estudo, pois são neles que ocorrem as etapas de pré-remolho, remolho, depilação, lavagens, descalcinação, lavagem e píquel, etapas significativas para a continuidade da produção. Dessa forma, problemas ocasionados nesses equipamentos, principalmente pela falta de manutenção podem gerar prejuízos consideráveis para a empresa, pois, se esses equipamentos não funcionam corretamente eles são incapazes de garantir excelência em seus processos, o que acaba ocasionando erros de produção, retrabalhos, perda significativa dos materiais em processo e conseqüentemente e um grande aumento nos custos.

3.2 FASES SUBSEQUENTES

Na sequência, foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando de vários meios como livros, monografias, artigos entre outros, para melhor fundamentação da pesquisa e, assim, contextualizar o problema, destacando suas características. Na fase seguinte, foram feitas reuniões com o engenheiro e técnicos responsáveis pelas manutenções dos equipamentos da empresa, com finalidade de explicitar os objetivos pelos quais estava sendo realizado esse estudo.

Fez-se um cronograma para realização do acompanhamento das atividades preditivas durante o período de estudo, também foi definido a quantidade de funcionários necessário para realizar as atividades preditivas. A seleção dos funcionários foi feita através dos critérios como: a experiência do funcionário, se ele já havia trabalhado com esse tipo de manutenção, entre outros definidos na reunião.

Em seguida, em contato com os técnicos durante os acompanhamentos das manutenções preditivas na parte elétrica e mecânica dos fulões, foi possível obter informações necessárias

para o desenvolvimento dessa pesquisa. Assim, utilizando um checklist para auxiliar na construção do diagrama causa e efeito foi possível levantar as causas-raízes dos principais problemas existentes nos componentes dos equipamentos em estudo.

Além disso, tendo em vista o fator chave do estudo, que é propor ações para atuar com o pilar manutenção planejada da TPM, sendo uma prática de suma importância para o departamento de manutenção. Por isso, faz-se necessário seguir algumas etapas que serão descritas a seguir.

- 1ª Etapa – De início foi feita uma análise técnica e operacional dos fulões, através de observações do funcionamento deles, e com base no manual fornecido pelo engenheiro, foi possível identificar quais são os principais cuidados a serem tomados com os equipamentos e suas prováveis falhas, bem como, quais os tipos de manutenções e o tempo necessário para a execução delas;
- 2ª Etapa – foi realizado alguns acompanhamentos das análises preditivas, a fim de detectar algumas anomalias que levam as possíveis falhas do equipamento, e através das informações colhidas, planejar a execução das atividades de manutenção necessárias;
- 3ª Etapa – Foram apresentadas por meio de reunião atividades focadas na melhoria para corrigir os pontos fracos e estender o tempo de vida do equipamento, ou seja, conscientizar os operários a cuidar da máquina, fazendo atividades básicas como, por exemplo, uma simples limpeza. Também foi reforçado a conscientização dos trabalhadores sobre a manutenção autônoma, que, segundo o engenheiro de manutenção, é um dos pilares da TPM que ele pretende implementar na gestão;
- 4ª Etapa – Foram apresentadas algumas sugestões de melhorias das atividades, focadas em corrigir os pontos fracos e estender o tempo de vida do equipamento.

O campo de atuação da presente pesquisa é em uma indústria secundária de beneficiamento de couro, localizada em Petrolina-PE. O estudo foi conduzido na aplicação da manutenção preditiva dos equipamentos da empresa, envolvidos nas atividades do setor de ribeira.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta os principais resultados encontrados a partir da aplicação da metodologia proposta.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR

O setor de ribeira é subdividido em algumas operações, que, através de procedimentos químicos e mecânicos tem por finalidade a limpeza e eliminação das diferentes partes e substâncias das peles que não irão constituir os produtos. É nesse setor que estão localizados os fulões, que são máquinas em forma de cilindros horizontais fechados, normalmente de madeira, dotados de dispositivos para rotação em torno de seu eixo horizontal, com porta na superfície lateral para carga e descarga das peles, bem como para adição dos produtos químicos.

4.2 CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS

Para o porte da empresa estudada, existe uma necessidade de possuir uma quantidade de no mínimo 8 fulões para que ela possa conseguir funcionar corretamente e atender à demanda, sendo 4 de grande porte ou tradicional, que possuem dimensões de 4 x 4 metros e suporta até 18 toneladas, 2 com dimensões 3 x 3,5 metros que suporta até 12 toneladas, sendo esses, responsáveis pelo processo de caleiro. 1 fulão para o pré – remolho, 1 para remolho e 1 para mípel, utilizado para o processo de aparação do couro.

Esses fulões são produzidos com madeiras certificadas com resistência e durabilidade comprovada, possuem portas manuais em aço que servem para o abastecimento e/ ou descargas de couros e entrada de produtos químicos, ferragens em aço, sistemas internos com tarugos em madeira, sistema de transmissão (cremalheira e pinhão), quadro elétrico completo, e dispositivos de segurança.

4.3 MANUTENÇÃO LOCAL

A empresa utiliza um sistema de gerenciamento que permite, através de planos pré-elaborados, gerenciar a manutenção de todos os tipos de ativos. Com base nesse sistema o gerente da manutenção consegue planejar e organizar as atividades da manutenção e ter um controle sobre a real situação desse setor.

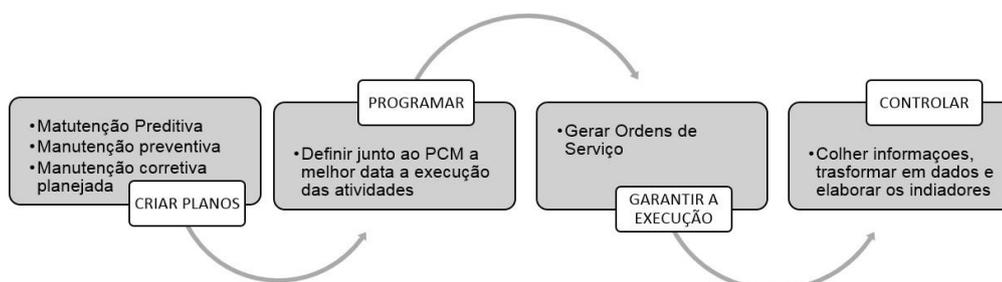
Na gestão da manutenção atual, são realizadas as manutenções preventivas e a sua periodicidade varia de acordo com as ações a serem realizadas, como por exemplo: a verificação do aperto dos parafusos, que é feita a cada 30 dias, ou a verificação do funcionamento do freio que é realizada diariamente, ou então o perfeito fechamento e encaixe da porta que é realizado sempre que é manuseada.

A empresa já realiza a manutenção corretiva nos ativos, visto que a mesma só é executada quando ocorrem falhas, ou seja, quando os equipamentos param de funcionar, podendo ocasionar perdas significativas para a empresa. Com o intuito de evitar paradas provocadas por essas falhas, a partir desse estudo é elaborado uma ação para a implementação da manutenção preditiva, visando detectar as possíveis falhas nos equipamentos em estudo antes mesmo que elas aconteçam e assim realizar as manutenções corretivas planejadas.

4.4 PROPOSTA DE ELABORAÇÃO DO CRONOGRAMA DA MANUTENÇÃO PREDITIVA

O cronograma da manutenção é uma ferramenta importante e bastante utilizada dentro de uma gestão da manutenção. Após a elaboração dos planos de manutenção, os gestores devem colocar esses planos em um cronograma para que as atividades possam ser agendadas e posteriormente executadas. É importante levantar informações fundamentais para poder elaborar essa ferramenta, dessa forma, o programador deve criar e conhecer o plano de manutenção para cada tipo de atividade, como mostradas na Figura 2.

Figura II - Plano de manutenção (fases)



Fonte: Autoria própria (2022)

A princípio as atividades da manutenção preditiva nos fulões estão sendo realizadas em 15 em 15 dias, tanto na parte mecânica, quanto na parte elétrica. Porém, é preciso que seja feita uma reformulação da programação que dará origem ao cronograma geral de manutenção, ou seja, estabelecer datas específicas para que todas as atividades sejam realizadas dentro do prazo estimado e da melhor forma possível.

Dessa forma, juntamente com o engenheiro responsável pela gestão da manutenção, foi possível fazer um breve planejamento, no qual foram destacados alguns pontos fundamentais para que essa manutenção tenha precisão, uma vez que, esses pontos influenciam diretamente no sucesso da programação das atividades e para que elas saiam conforme o planejado. Esses

pontos vão desde a produtividade da mão de obra, até o sequenciamento correto das atividades, pois tudo isso influencia na hora de programar as manutenções.

Diante disso, o primeiro ponto foi fazer o acompanhamento das manutenções preditivas tais como: inspeção termográfica, análise de vibração e inspeção visual, acompanhando cada técnico e a sua produtividade, cronometrando o tempo gasto para a realização do serviço, desde a obtenção de ferramentas até a entrega do checklist. Em seguida foi feita uma análise desse tempo gasto para poder estipular o tempo necessário para a realização dessa manutenção, bem como a verificação da quantidade necessária de funcionários para a realização das atividades. No período de 27/03 a 27/07 foram realizadas 18 inspeções preditivas, sendo 9 na parte elétrica e 9 na parte mecânica. Em ambas as partes foram executadas por 3 técnicos responsáveis (técnico 1, técnico 2 e técnico 3), sendo que cada um tinha o seu dia específico para realizar as atividades, dessa forma, foi possível identificar o tempo gasto de cada um, e determinar o tempo padrão médio para execução dessa função. Os tempos cronometrados de cada técnico por dia, são evidenciados na Tabela 1.

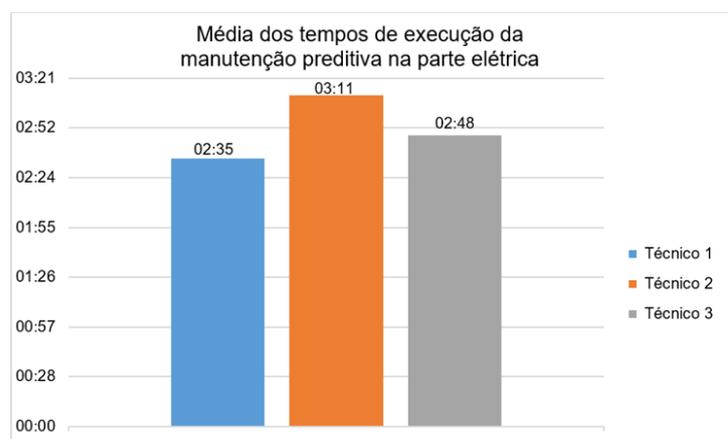
Tabela 1: Tempos de execução por técnico

Data	Elétrica	Tempo de execução em horas	Mecânica	Tempo de execução em horas
27/03/2018	Técnico 1	02:50	Técnico 1	02:50
12/04/2018	Técnico 2	03:10	Técnico 2	02:30
27/04/2018	Técnico 3	02:40	Técnico 3	03:10
12/05/2018	Técnico 1	02:35	Técnico 1	02:45
28/05/2018	Técnico 2	03:20	Técnico 2	02:25
12/06/2018	Técnico 3	02:45	Técnico 3	02:50
27/06/2018	Técnico 1	02:20	Técnico 1	02:45
12/07/2018	Técnico 2	03:05	Técnico 2	02:30
27/07/2018	Técnico 3	03:00	Técnico 3	02:50
Média do tempo de execução das atividades de cada um dos técnicos				
	Técnico 1	02:35	Técnico 1	02:46
	Técnico 2	03:11	Técnico 2	02:28
	Técnico 3	02:48	Técnico 3	02:56
	Média geral	02:51		02:43

Fonte: Autoria própria (2022)

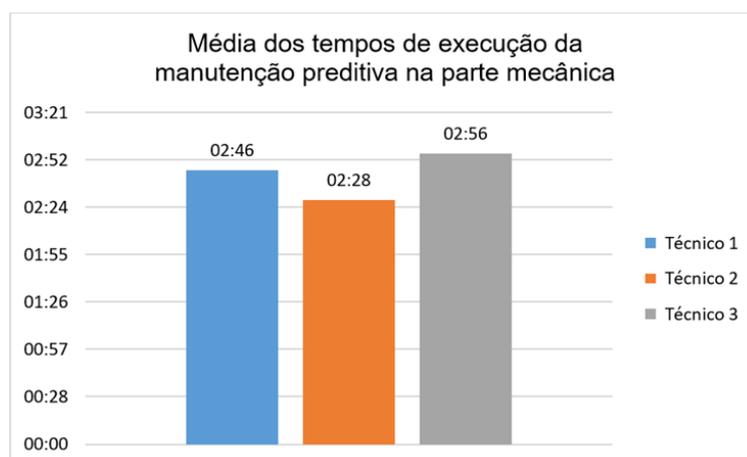
Os dados presentes na Tabela 1 são evidenciados na Figura 3 e na Figura 4, para as manutenções na parte elétrica e na mecânica, respectivamente.

Figura III - Gráfico da média dos tempos de serviços da manutenção preditiva na parte elétrica do fulões entre os meses de março a julho



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura IV - Gráfico da média dos tempos de serviços da manutenção preditiva na parte mecânica do fulões entre os meses de março a julho



Fonte: Autoria própria (2022)

Para a quantidade de equipamentos em estudo não há necessidade de vários funcionários trabalharem ao mesmo tempo, pois o excesso de mão de obra pode gerar ociosidade. Dessa forma, através do acompanhamento e da análise dos gráficos, foi possível identificar os técnicos que a princípio ficarão responsáveis pela análise diagnóstica dos equipamentos.

Pode-se perceber, que o técnico eletricista 1 executou as atividades em menos tempo, com uma média de 2h35min e o técnico mecânico 2 com uma média de 2h28min. De maneira em geral, a média entre os 3 técnicos para a execução das análises visuais e termográficas ficaram em torno de 2h51min na parte elétrica e 2h43min na parte mecânica, tempo consideravelmente necessário para a execução das atividades em ritmo normal, levando em consideração as condições e métodos estabelecidos.

4.5 GESTÃO DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO

O controle e planejamento de peças de reposição em estoque é para ser feito através do sistema de gerenciamento da empresa, mas ainda não está sendo utilizado, pois o sistema possui alguns problemas que precisam ser resolvidos, como por exemplo, o sistema falha ao tentar informar a quantidade total de peças que tem no almoxarifado, ele só informa se tem ou não em estoque.

Devido a essa falha, a administração ainda não liberou o acesso da lista de matérias para o setor de manutenção, dessa maneira, o procedimento acontece da seguinte forma: o técnico responsável por fazer algum tipo de manutenção, entrega a ordem de serviço para o estagiário, e o mesmo verifica no sistema se tem o material, cadastra a quantidade necessária, imprime a solicitação e entrega ao técnico para ele retirar a peça no almoxarifado, se não tiver a quantidade solicitada, o encarregado pela administração do almoxarifado faz uma solicitação de compra e entrega ao setor responsável.

Existe uma grande variedade de materiais em estoque, dessa forma, não é viável estocar grandes quantidades de peças, assim, a empresa estoca uma quantidade mínima de peças que podem ser encontradas na cidade, já para as peças que demoram alguns dias para chegar, eles estocam uma quantidade maior.

Observou-se que existe uma necessidade de melhorar o sistema gerenciamento de estoque, e se possível, utilizar algumas técnicas de controle, como por exemplo: elaboração de inventário para as peças que podem ser contabilizadas, cálculos de estoque mínimo, dentre outros. Uma boa gestão de estoque contribui para o equilíbrio financeiro da empresa, evitando compras desnecessárias que oneram o fluxo de caixa, atrasos nas manutenções que podem fazer com que os equipamentos falhem e conseqüentemente implicarem em prejuízos financeiros.

4.6 ATIVIDADES DA MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva é um dos passos para a implementação da manutenção planejada da empresa e, melhorar continuamente o sistema de manutenção dela, como cita Dantas (2016). Dessa forma, sendo como um objetivo específico desse estudo a aplicação dessa manutenção, fez-se necessário acompanhar a sua execução, e propor melhorias para aperfeiçoar essa atividade e colocá-la em prática, visando manter os equipamentos em bom estado de conservação e funcionamento. Para fazer à aplicação de algumas atividades da manutenção

preditiva como a inspeção visual, análise de vibração e temperatura, fez-se necessário seguir algumas etapas.

- 1ª etapa: Depois de ter aprovado o projeto, o engenheiro e sua equipe decidiram fazer algumas análises e inspeções da manutenção preditiva nos equipamentos escolhidos que farão parte do plano de manutenção, e após essa decisão, foram realizadas 3 reuniões com datas pré-estabelecidas. Na primeira reunião tratou-se sobre os motivos pelos quais estavam sendo realizado esse estudo, quando foi feita uma contextualização sobre a importância da gestão da manutenção planejada para a empresa, bem como os benefícios da aplicação da manutenção preditiva.

Na segunda reunião foi realizada a seleção dos funcionários que ficariam responsáveis pela execução das atividades. Como resultado foram selecionados 6 técnicos dos 10 que participaram da reunião, sendo que, a princípio as atividades seriam realizadas por 3 técnicos na parte elétrica e os outros 3 técnicos na parte da mecânica.

Na terceira reunião, foi elaborado um cronograma para o acompanhamento das atividades dessa manutenção, e foi solicitado ao setor responsável a compra dos aparelhos de inspeção adequados. Dessa maneira, foi decidido que de início as manutenções ocorreriam em 15 em 15 dias, tanto na parte elétrica, como na parte mecânica e em seguida o cronograma seria reajustado de acordo com os resultados e necessidades. A princípio os aparelhos solicitados para a compra foi um termômetro digital infravermelho e um medidor de vibração digital.

- 2ª etapa: Com o intuito de padronizar a rotina de inspeção e evitar divergências nos processos, foi elaborado em conjunto com o engenheiro e os técnicos responsáveis por essa manutenção, o Checklist. Esses formulários incluem inspeções em diversos componentes e conjuntos dos equipamentos mecânicos e elétricos. Os itens marcados como Não Conforme devem gerar uma Ordem de Serviço (O.S.) para ser efetuada a manutenção necessária, e nas observações devem ser identificados os falões com os seus devidos problemas.

Esses formulários foram sendo modificados durante as inspeções de acordo com as sugestões de melhorias fornecidas pelos técnicos, a fim de melhorar a forma de preenchimento e entendimento.

- 3ª etapa: Foram realizados os acompanhamentos das atividades da manutenção preditiva utilizando o checklist, a análise termográfica e a análise de vibração, com o intuito de

determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção. Os resultados estão descritos as seguir:

4.6.1 Inspeção na parte elétrica dos fulões

Os dispositivos elétricos ficam reunidos todos em uma única sala climatizada localizada no setor de ribeira, na qual, somente os técnicos de manutenção ou pessoas autorizadas pelo gerente da manutenção têm permissão para entrar. Através de análise da preditiva foi possível prever os principais fatores que gerariam problemas nos componentes da parte elétrica. Durante os acompanhamentos foram feitas análises visuais nos inversores de frequência, dispositivos eletroeletrônicos, que têm como sua principal função a variação da frequência de rotação do motor trifásico, e faz com que a velocidade com a qual o motor vai trabalhar alterne. Segundo o técnico, a velocidade de rotação do fulão é um fator muito importante, pois ela é determinante de qualidade para o produto.

Com as inspeções foi possível notar que alguns inversores não estavam fixados corretamente, devido a inexistência de alguns parafusos que se soltam em consequência das altas vibrações ocasionadas pelos motores. Dessa forma, é recomendado realizar o reaperto periódico dos parafusos. Além disso, notou-se que existem partículas de poeira e outros resíduos que podem entrar pela ventilação do inversor e alojar entre os componentes eletrônicos, proporcionando risco de curto-circuito. Portanto, é necessário fazer limpeza frequentemente para poder evitar esse tipo problemas

Utilizando o termômetro digital foi possível verificar que a temperatura nos motores estava variando entre de 35°C a 60°C, já nos cabos, inversores, disjuntores e contadores, estavam variando entre 26°C e 35°C, temperaturas consideradas ideais de acordo com as especificações recomendadas pelo fabricante. Vale ressaltar que é importante manter os aparelhos de refrigeração da sala onde esses componentes estão presentes sempre em funcionamento, pois é necessário sempre manter sala climatizada, garantindo assim, um bom funcionamento dos equipamentos.

Para uma análise mais detalhada da temperatura, o ideal seria usar uma técnica mais avançada para avaliar a distribuição dela no equipamento. Essa análise pode ser feita através de um mapa de calor, que consiste detectar o diferencial da temperatura em vários pontos, baseada na medição remota e interpretação da radiação infravermelha que é emitida por um corpo, a fim de monitorá-la através de câmeras de termovisão e sensores de temperatura.

4.6.2 Inspeção na parte mecânica dos fulões

Durante os acompanhamentos foram feitos questionamentos como: a quantidade de vezes que ocorreram falhas nos equipamentos provocadas por algum problema nesses componentes, e quais foram os principais impactos para a empresa. De acordo com os depoimentos do engenheiro e de um dos técnicos, que já tem mais de 4 anos que trabalham na empresa, os equipamentos não chegaram a falhar até o momento. Porém, algumas vezes apresentaram defeitos, e isso fez com que o tempo de processamento de uma das etapas aumentasse, ocasionando gargalo na produção.

Na parte mecânica foram verificados alguns itens como o redutor, pinhão e a cremalheira, estrutura do equipamento (corpo do fulão) e a sua alimentação. Foi possível observar que nos redutores, assim como nos demais componentes, existia uma grande quantidade de poeira acumulada.

Além disso, em alguns desses componentes estava ocorrendo vazamento de óleo, que, para tal caso deve ser feita uma limpeza imediata, realizar um controle no nível, e depois de algumas horas verificar se o vazamento continua, caso seja confirmado o vazamento, deve ser gerada uma ordem de serviço para a realização de uma manutenção imediata. É importante fazer avaliações laboratoriais sobre o lubrificante utilizado, e através dessa análise poder detectar os tantos desgastes das peças dos equipamentos como também as substâncias contaminantes.

Assim como na análise dos componentes da parte elétrica, foi utilizado o termômetro laser para verificar a temperatura dos redutores operando em condições normais e, em todas as verificações durante o estudo a temperatura estava ideal, de acordo com as especificações do fabricante, variando dentro dos limites de 18°C a 90°C. Também, nesse componente, foi analisado as situações das correias e foi possível notar que no motor de alguns fulões existia desgastes delas, e em consequência disso elas estavam folgadas.

Além disso, através da análise de vibração utilizando um medidor de vibração digital portátil foi possível detectar anomalias, como por exemplo, a existência de desbalanceamento, eixos tortos e defeitos nos rolamentos.

Na estrutura do fulão, foram realizadas algumas inspeções visuais para poder verificar a integridade e limpeza. Em todos os fulões inspecionados foi possível notar que existe uma grande quantidade de sujeira, segundo informações, essas sujeiras são ocasionadas pelo vazamento de produtos químicos, que ocorrem devido as diversas danificações na estrutura de

madeira do equipamento, bem como pelo grande acúmulo de poeiras. Tal constatação corrobora com os estudos feitos por Santos e Araújo (2020). Foi possível notar também, que os arcos de ferro estavam mal fixados e enferrujados e as portas e paletas danificadas. A princípio, assim como na parte elétrica as atividades dessa manutenção ainda não podem ser tão complexas, pois ainda existem diversos fatores que precisam ser aprimorados, como pode exemplo a aquisição de aparelhos de inspeção mais sofisticados.

4.7 UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

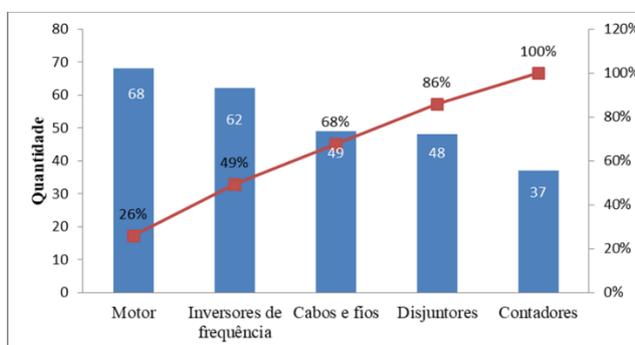
Com a finalidade de identificar as possíveis falhas e seus efeitos, distinguir os problemas que devem ser tratados com prioridade, e auxiliar nas tomadas de decisões, fez-se necessário a utilização de algumas ferramentas da qualidade. Essa indicação pauta-se também nos resultados obtidos no estudo de Oliveira (2013). Através do *checklist*, ordens de serviço e das informações passadas pelas pessoas envolvidas na manutenção, foi possível identificar os componentes que geram mais ocorrências, tanto na parte elétrica como na parte mecânica. A partir dessa identificação foi elaborado o gráfico de Pareto para determinar a ordem de priorização dos problemas a serem resolvidos (Tabela 2). O gráfico da Figuras 7 evidencia os resultados obtidos para os componentes da parte elétrica.

Tabela 2: Dados do gráfico de Pareto para os componentes elétricos

Componentes elétricos	Frequencia Abs	Frequencia Rel	Frequencia Rel Acumulada
Motor	68	26%	26%
Inversores de frequência	62	23%	49%
Cabos e fios	49	19%	68%
Disjuntores	48	18%	86%
Contadores	37	14%	100%
Frequencia Abs Acumulada	264		

Fonte: Aatoria própria (2022)

Figura VII - Gráfico de Pareto os componentes elétricos



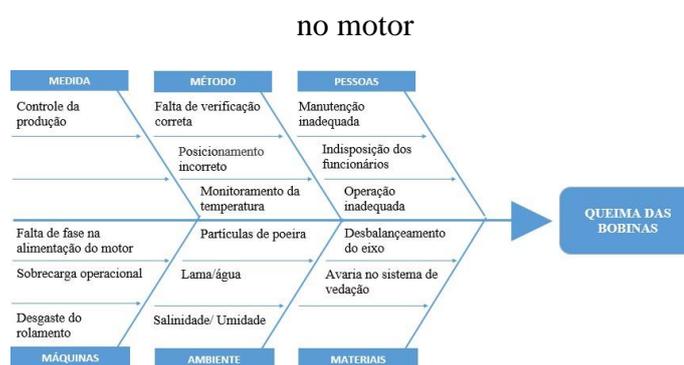
Fonte: Aatoria própria (2022)

Nestes resultados, a maior fonte de problemas é a respeito ao motor. O gráfico da figura 7 mostra 68 aberturas de Ordens de Serviço para realização de atividades de manutenção corretiva e preventiva no mesmo, que respondem por 26% de todas as ocorrências nos equipamentos estudados. Ainda a partir do gráfico da figura 7 é possível identificar com clareza a sequência dos componentes que devem ser tratados com prioridade. Desse modo, obteve-se como prioridade a seguinte sequência:

- I. Motor;
- II. Inversores de frequência;
- III. Cabos e fios.

Considerando que o motor é o que possui maior quantidade de O.S. abertas dentre componentes em análise, e através da ferramenta de qualidade – diagrama de causa e efeito – foi possível identificar a causa raiz desse problema. Na Figura 8 encontra-se um estudo específico para análise das causas.

Figura VIII - Diagrama de causa de efeito para identificar a causa raiz do problema



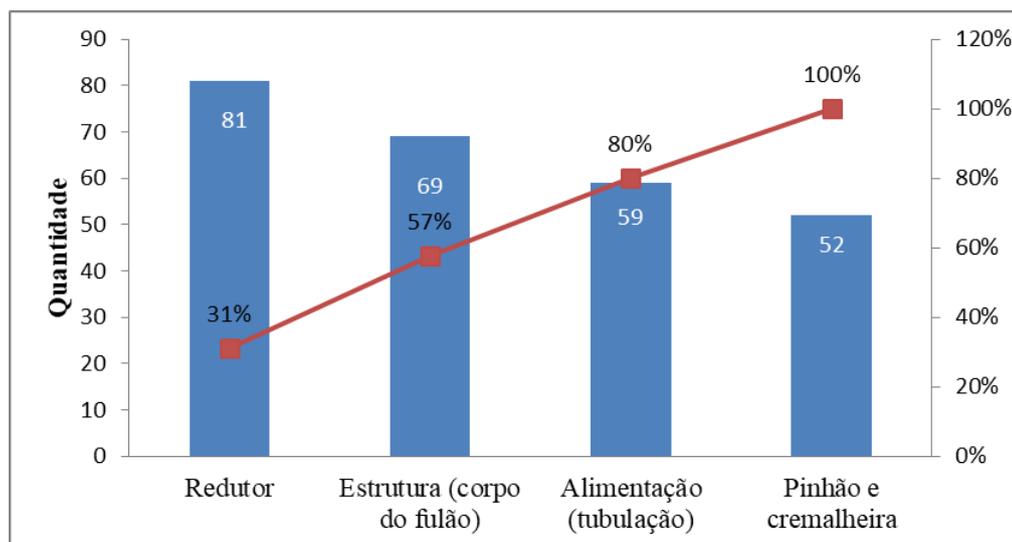
Fonte: Autoria própria (2022)

Assim como para a parte elétrica, também foi elaborado o gráfico de Pareto para os componentes mecânicos. A Figura IX mostra os resultados obtidos para os componentes da parte mecânica (Tabela 3).

Tabela 3: Dados do gráfico de Pareto para os componentes mecânicos

Componentes mecânicos	Frequencia Abs	Frequencia Rel	Frequencia Rel Acumulada
Redutor	81	31%	31%
Estrutura (corpo do fulão)	69	26%	57%
Alimentação (tubulação)	59	23%	80%
Pinhão e cremalheira	52	20%	100%
Frequencia Abs Acumulada	261		

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura IX - Gráfico de Pareto os componentes mecânicos

Fonte: Autoria própria (2022)

Em contrapartida, no gráfico da Figura 9, é possível observar que a maior fonte de problemas se diz respeito ao componente redutor. O gráfico da Figura 9 mostra 81 aberturas de Ordens de Serviço para realização de atividades de manutenção corretiva e preventiva no mesmo, que respondem por 31% de todas as ocorrências. Além disso, é possível identificar com maior entendimento a sequência dos componentes que devem ter suas anomalias resolvidas primeiro.

Desse modo, obteve-se como prioridade a seguinte sequência:

- I. Redutor;
- II. Estrutura;
- III. Alimentação (tubulação).

Considerando que o redutor é o que possui maior quantidade de O.S. dentre componentes em análise, e assim como nos problemas da parte elétrica, por meio da utilização da ferramenta de qualidade – diagrama de causa e efeito – foi possível identificar a causa raiz desse problema. Na Figura 10 encontra-se um estudo específico para análise das causas.

Figura X - Diagrama de causa de efeito para identificar a causa raiz do problema no redutor



Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa forma, diante dos levantamentos feitos acerca dos componentes identificados, é notório a importância de se voltar uma atenção maior para o motor, principalmente para o componente redutor, visto que estes foram catalogados como sendo os de maiores solicitações de O.S, e diante de suas principais causas identificadas, torna-se possível realizar um plano de ação para planejar e acompanhar as atividades de manutenção com a finalidade de atingir resultados satisfatórios. Os planos de ações 5W1H para os dois problemas encontradas estão evidenciados nos quadros 2 e 3.

Quadro 2: Plano de ação 1 - Ações para diminuir a queima das bobinas dos motores elétricos

O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Fazer a limpeza na carcaça do motor	Melhor a ventilação	Diariamente	Chão de fábrica-setor de ribeira	Retirar toda poeira ou qualquer corpo estranho	Conservador e elétricista.
Verificar se a instalação está correta	Evita mal funcionamento do equipamento	Sempre quando for substituí-lo	No setor de Manutenção	Obedecendo o manual de instrução	Mecânicos
Inspeccionar a corrente elétrica	O consumo da corrente pode está abaixo do valor normal	Sempre que possível	Chão de fábrica-setor de ribeira	Utilizando um alicate amperímetro	Técnico elétricista
Observar o excesso de ruídos/vibrações e aquecimento	Causam redução no rendimento do motor	Diariamente/ mensalmente	Chão de fábrica-setor de ribeira	Utilizando equipamentos para análises preditivas - medidor de vibração, medidor de temperatura.	Técnico elétricista
Monitorar a temperatura	Evitar superaquecimento	Duas vezes por semana	No chão de fábrica - setor da manutenção	Utilizando equipamento de medidor de temperatura	Técnico elétricista
Treinamento	Melhorar o ambiente de trabalho. Conscientizar os funcionários em relação a utilização, ordenação, limpeza	Mensalmente	No setor de manutenção	Realizar campanhas de lançamento e conscientização, palestras e treinamentos.	Instrutor externo e o gerente da manutenção

Fonte: Autoria própria (2022)

Quadro 3: Plano de ação 2 - Ações para minimizar o vazamento de óleo dos redutores

O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Verificar se a instalação está correta	O rolamento pode ser danificado	Sempre que substituir o componente	No chão de fábrica-setor de ribeira	obedecendo o manual de instrução	Mecânicos
Respeitar o intervalo de lubrificação	Pode exceder a quantidade necessária	Periodicamente	No setor de manutenção	Obedecendo os valores recomendados	Mecânicos
Disponibilizar e melhorar o acesso à manuais, especificações técnicas.	Facilita o acesso a informações importantes que contribuirão para melhorar desempenho do serviço	Durante todo o ano	No setor de manutenção	Disponibilizar os manuais, especificações técnicas, catálogos em uma sala reservada para leitura	Gerente da manutenção
Programa de Qualificação interna	Aumenta o nível de qualificação dos funcionários	Dois finais de semana por mês.	No setor de manutenção	Exposição de conteúdos em slides e materiais impressos. Aulas explicativas e práticas	Instrutor externo, com o suporte do gerente de manutenção
Fazer a limpeza do motor	Evita depósitos de poeiras nas caixas de rolamento	Diariamente	No chão de fábrica-setor de ribeira	Retirar toda poeira ou qualquer corpo estranho	Conservador e mecânico

Fonte: Autoria própria (2022)

Diante dos resultados obtidos com a aplicação das atividades preditivas nos equipamentos avaliados, percebeu-se que a metodologia se mostrou eficaz e muito importante, visto que, a partir das análises e inspeções preditivas será possível planejar as atividades da manutenção, evitando as paradas não planejadas e suas conseqüentes perdas para a organização. Esses resultados corroboram com as indicações feitas nos estudos de Almeida e Vidal (2008) e Pinto e Xavier (2017). Com isso, vale ressaltar a extrema importância da sua aplicação para os demais equipamentos da empresa em estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a uma possível implementação da manutenção planejada, primeiramente foi necessário entender e priorizar os equipamentos mais críticos do processo de ribeira, no qual foram selecionados 8 equipamentos denominados como fulões, eles são considerados críticos,

pois pertencem a uma das etapas do processo que não podem ter paradas não planejadas, pois elas podem ocasionar perdas significativas para a empresa.

Tendo como foco a redução de paradas não planejadas, ocasionada na maioria das vezes pelas falhas nos equipamentos, fez-se necessário aplicar algumas técnicas da manutenção preditiva, que através de análises foram capazes de prever a ocorrência de possíveis falhas, e através dos resultados dela, fazer um planejamento para realizar as atividades das manutenções necessárias. Dessa maneira, foram realizados 18 acompanhamentos dessas inspeções preditivas, tanto na parte elétrica como na parte mecânica, e a partir disso foi possível, através de alguns diagnósticos identificar vários problemas, nos quais, foram programados para serem resolvidos, e assim evitar as possíveis falhas.

Diante desse cenário pode-se afirmar que o objetivo deste trabalho foi alcançado, dado que a aplicação da manutenção preditiva trará melhorias significativas na gestão da manutenção da empresa objeto, principalmente na redução de custos gerados pela manutenção não planejada. Como indicação para trabalhos futuros, sugere-se um estudo para a elaboração dos cálculos dos indicadores da manutenção, como o Backlog, MTBF, MTTR, disponibilidade, visando medir a eficiência da manutenção sobre as situações atuais versus situações anteriores.

Além disso, é possível fazer uma gestão de estoque das peças de reposição dos equipamentos, fazer análise dos custos envolvidos nos diferentes programas e ferramentas de manutenção. Por fim, há a possibilidade de elaborar uma proposta de implementação da Manutenção Autônoma envolvendo todos os equipamentos da empresa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. S.; VIDAL, M. C. R. Gestão da Manutenção Predial. 3. Ed. Rio de Janeiro: Fábrica de Livros, 2008.

BLOOM, N. Reliability Centered Maintenance (RCM): implementation made simple. 1ª. ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2006.

BRAIDOTTI JUNIOR, J.W. A Governança da Manutenção na Obtenção de Resultados Sustentáveis. Rio de Janeiro: Editora Ciências Moderna Ltda, 2016.

CONEGLIAN, B. O.; SOUZA, D. A. R.; SIQUEIRA NETO, M.; SANTOS, S. N. TPM - "Total Productive Maintenance": estruturação da manutenção planejada para o "Zero Quebra". Ling. Acadêmica, v. 7, n. 2, p. 107-124, Batatais, 2017.

COSTA, Mariana de Almeida. Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. 2013. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

DANTAS, J. C. Aplicação da manutenção produtiva total (TPM) em linhas de envase de cosméticos. (Dissertação de Mestrado) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2016.

DHILLON, B. S. Maintainability, maintenance and reliability for Engineers. 1. ed. New York: CRC Press, 2006.

FERNANDES, C. H. A.; SILVA, A. C. G. C.; FERRAZ, A. V.; SANTOS, P. V. S. Aplicação da metodologia DMAIC para redução dos desperdícios em uma indústria de gesso do interior de Pernambuco, Brasil. NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia, v. 11, p. 01-19, 2021.

FERRAZ JUNIOR, J. E. Mapeamento das percepções de desempenho da gestão da manutenção de sistemas de climatização prediais – O caso do INMETRO. Dissertação apresentada ao programa de mestrado da Universidade Federal Fluminense (UFF), 2009.

FREIRE, P. S. D. A manutenção centrada na confiabilidade (MCC) aplicada em um ambiente organizacional gerenciado pela manutenção produtiva total (MPT). 2012. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: Função Estratégica. 4ª ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2012.

MACHADO, W. R. B.; SANTOS, P. V. S. Mensuração da capacidade do processo de beneficiamento de uva de mesa em um packing house: estudo de caso em uma empresa no Vale do São Francisco. NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia, v. 10, p. 01-15, 2020.

MORAES, G. Sistema de gestão de risco: princípios e diretrizes ISO 31000/2009 comentada e ilustrada. Rio de Janeiro: livraria virtual, 2010. 235p.

MORAES, P. H. A. Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté: UNITAU, 2004.

MORENGHI, L. C. R. Proposta de um sistema integrado de monitoramento para a manutenção. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, Campus São Carlos.

NETTO, W. A. C. A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias. 2008. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

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

PEREIRA, Mário Jorge. Engenharia de Manutenção – Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2009.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed. 2007.

PORTER, M. E. Estratégia Competitiva. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

RIBEIRO, H. A Bíblia do TPM: como maximizar a produtividade na empresa. Santa Cruz do Rio Pardo: Viena, 2014.

SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. A. A metodologia de Produção Mais Limpa (P+L): um estudo de caso em uma indústria de Curtume. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 9, p. 524-547, 2020.

SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. A.; CEOLIN, A. C. Identificação de oportunidades em Produção Mais Limpa (P+L) na indústria de couro: um estudo de caso. In: IV Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP, 2016, Recife - PE. Anais do IV Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP, 2016. v. 1.

SANTOS, P. V. S.; SANTOS, L. di P. G. Avaliação da eficiência geral de equipamento como suporte para gestão da qualidade. FORSCIENCE, v. 9, p. e00914, 2021.

SIQUEIRA, Y. P. D. S. Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação. 1ª (Reimpressão). ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SOUZA, V. C. Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, programação e controle de manutenção. 3. Ed. São Paulo: All Print Editora, 2009.

VANZELLA, J. E. M. Implantação da Manutenção Autônoma em uma Indústria de Autopeças –Um estudo de Caso. (Dissertação de Mestrado, UNITAU). Taubaté, 2007.

WIREMAN, T. Developing performance indicators for managing maintenance. New York: Industrial Press Inc., 1998.

XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte. Nova Lima: IDNG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.