



RAFAEL DOS SANTOS CRUZ

GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Pitágoras, como
requisito parcial para a obtenção do título de
graduado em Engenharia Mecânica.

Orientador: Paola Silva

RAFAEL DOS SANTOS CRUZ

GESTÃO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Pitágoras, como
requisito parcial para a obtenção do título de
graduado em Engenharia Mecânica.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Imperatriz, dia de mês de 2021

CRUZ, Rafael dos Santos. **Gestão da Manutenção Industrial**: 2021. 28 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade Pitágoras, Imperatriz, 2021.

RESUMO

O presente artigo busca uma proposta de desenvolvimento de um sistema de gestão da manutenção industrial, que permite um comando eficiente e de qualidade na aplicação dos recursos de manutenção, evitando falhas e assegurando o funcionamento em boas condições de todos os equipamentos na área de trabalho, garantindo o bem-estar das equipes e a lucratividade da empresa com coleta de dados para melhoria de futuras organizações. Após o levantamento bibliográfico de análise em revistas, pesquisas, sites, artigos periódicos, dissertações, livros e relatórios técnicos, a classificação e interpretação dos dados coletados das necessidades apresentadas, procura-se uma visão estruturada das manutenções realizadas e, com isso, é possível afirmar que a implementação de uma estratégia de manutenção preditiva, preventiva ou corretiva podem fazer com que o setor trabalhe de forma mais efetiva na aplicação de um plano de gestão em ação estratégica, estabelecendo condições para o uso da confiabilidade na formulação na manutenção, principalmente quanto ao sistema de informações, critérios e práticas necessárias. Assim com melhor preparo para lidar com os constantes desafios de um mercado altamente competitivo e na eminente busca da mais alta excelência.

Palavras-chave: Gestão; Manutenção; Preventiva; Corretiva; Preditiva.

CRUZ, Rafael dos Santos. **Industrial Maintenance Management**: 2021. 28 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade Pitágoras, Imperatriz, 2021.

ABSTRACT

This article seeks a proposal for the development of an industrial maintenance management system, which allows an efficient and quality command in the application of maintenance resources, avoiding failures and ensuring the operation in good conditions of all equipment in the work area, ensuring the well-being of the teams and the profitability of the company with data collection for improvement of future organizations. After the bibliographic survey of analysis in magazines, research, websites, periodical articles, dissertations, books and technical reports, the classification and interpretation of the data collected from the needs presented, a structured view of the maintenance performed is sought, and therewith, it is possible to state that the implementation of a predictive, preventive or corrective maintenance strategy can make the sector work more effectively in the application of a management plan in strategic action, establishing conditions for the use of reliability in the formulation in maintenance, especially regarding the information system, criteria and necessary practices. Thus with better preparation to deal with the constant challenges of a highly competitive market and the eminent search for the highest excellence.

Key-words: Management; Maintenance; Preventive; Corrective; Predictive.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FMEA	Análise de Modos e Efeitos de Falhas
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
TBM	Manutenção Baseada no Tempo
TMEF	Tempo Médio Entre falhas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	7
3. MANUTENÇÃO BASEADA NO TEMPO	13
4. PRINCIPAIS FALHAS NA APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

No cenário atual as empresas estão inseridas num ambiente extremamente competitivo onde buscam atingir maior qualidade possível de seus produtos e serviços com um bom posicionamento econômico para manter lucro, produtividade e a redução dos seus custos buscando cada vez mais qualidade nos processos de produção industrial. A qualidade e a produtividade estão diretamente ligadas a gestão da manutenção, que traz um conjunto técnicas de planejamento para maior obtenção de resultados, solucionando problemas com visibilidade e controle dentro da indústria.

O gerenciamento e planejamento correto das técnicas visam conhecer as condições reais dos equipamentos baseando-se em dados sobre falhas ou sobre o processo de desgaste dos equipamentos, tentando reduzir os números de falhas, acelerando o processo de atendimento a chamados e realizar paradas de manutenção dentro de um planejamento eficiente, assim aliando-se com a produção e potencializando o tempo de vida útil das máquinas e equipamentos dentro da indústria. Pois todo o processo organizacional de cada setor da indústria precisa um de um gerenciamento estruturado com base na gestão da manutenção focada na parte da indústria.

Levando em conta a fragilidade do cenário atual em todos os setores, grande parte das indústrias no Brasil passam por eventuais déficits de conhecimento na área da gestão de manutenção, pois avanço do conhecimento no setor ajuda a enriquecer o aprendizado de todos, visando assim o esclarecimento dos conceitos básicos de todas as formas de manutenções para maior eficiência e eficácia gerando saúde e longevidade no setor industrial. O projeto tem como foco apresentar as melhores formas de gestão, assim apontando os impactos de falhas para a construção direta de estudos futuros na área da gestão da manutenção das indústrias, gerando mudanças estratégicas para melhor fixação de conhecimento dos métodos apresentados de gestão da manutenção no trabalho com a intenção de promover o desenvolvimento do pensamento em relação as falhas e danos dentro das empresas.

A manutenção dentro da indústria é essencial para o ciclo operacional de toda e quaisquer empresa junto com uso de tecnologia em formas de aparatos tecnológicos é indispensável para efetuar manutenções seguras, no entanto não significa que não podem haver erros na manutenção industrial. A falta de capacidade para concluir uma

operação de manutenção dentre as exigências adequadas é uma das principais causas de uma falta de planejamento e controle da manutenção. Dessa forma, pode-se questionar, a padronização dos processos operacionais pode aumentar a eficiência, qualidade e os custos da manutenção?

Neste caso, o objetivo geral do trabalho seria apresentar os métodos incorporados para formulação de uma estratégia adequada para manutenção de equipamentos indústrias. Com base nisso, os objetivos específicos são:

- Compreender a isenção de PCM (Planejamento e Controle de Manutenção).
- Pesquisar a manutenção Baseada no Tempo (TBM).
- Compreender as principais falhas na aplicação da manutenção.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho se utiliza de uma abordagem de pesquisa bibliográfica e documental empregando-se a literatura disponível sobre o tema, reunindo informações com base para construção da análise proposta a partir do tema. Após a delimitação do tema específico, a pesquisa deve-se restringir ao tema a qual foi escolhido, servindo para focar no aprofundamento no assunto. Para sua fundamentação utilizou-se investigação em livros, revistas, artigos científicos, biblioteca virtual do aluno, monografias, teses e redes eletrônicas dos principais conceitos e práticas associados ao tema proposto, após a seleção dos devidos materiais e fontes, deverá ser lido e interpretado de forma claro. O período dos artigos pesquisados nos últimos 28 anos, contém as palavras chaves: “Gestão”, “Manutenção”, “Indústria”, “Preventiva”, “Corretiva”, “Preditiva”, “PCM”, “TPM”.

2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

O Planejamento e Controle da Manutenção é o polo estratégico da esfera de manutenção que consciente em traçar ferramentas que possam preservar a disponibilidade e confiabilidade dos ativos, fazendo com que os sistemas de produção sejam cada vez mais produtivos e benéficos. A missão no campo de Planejamento e Controle da Manutenção é planejar atividade de manutenção, pensar a sua execução, regular tudo o que foi feito e estudar se o que foi feito foi consumado da forma mais produtiva possível para preencher possíveis lacunas. (TELES, 2017)

O PCM (planejamento e Controle de Manutenção) existe justamente para otimizar a gestão da manutenção garantindo e elevando a confiabilidade e disponibilidade dos ativos, garantindo a produtividade de todos os recursos de manutenção. Kardec e Nascif (2009, p.9) apontam como deve ser a postura da gerência moderna:

A condução moderna dos negócios requer uma mudança profunda de mentalidade e de posturas. A gerência moderna deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por processos de gestão onde a satisfação plena de seus clientes seja resultante da qualidade intrínseca dos seus produtos e serviços e a qualidade total dos seus processos produtivos seja o balizador fundamental.

De acordo com Kardec e Nascif (2019) o PCM trabalha com processos para realizar o planejamento e controle da manutenção. Em resumo, ele prevê a execução da manutenção do início ao fim, fazendo a gestão estratégica de todos os processos e recursos. Segundo Souza (2008) os principais tipos de manutenção essenciais para indústria são: manutenção corretiva, preventiva e preditiva. A segunda e terceira são as mais desejadas e, portanto, são indispensáveis ao seu plano de manutenção.

A manutenção corretiva só entre em ação a partir do momento que os equipamentos ou ativos falharem, tornando-se a mais cara entre elas. Para Tavares (1996) a manutenção tem todas as ações necessárias para que um item (equipamento, obra ou instalação) seja conservado ou restaurado, de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.

À medida que uma organização é bem sucedida, isto é, em que consegue atingir seus objetivos, ela tende a ampliá-los e, portanto, tende a crescer. Esse crescimento leva a aumentar o número de pessoas (e o volume dos

demais recursos necessários) cuja atividade cooperativa permite o alcance dos novos objetivos. Com o aumento do número de pessoas, aumenta também o número de relações entre elas, a fim de garantir o intercâmbio necessário. (CHIAVENATO, 1994, p. 44).

O setor de PCM (Planejamento e Controle de Manutenção) é o campo responsável por todas as atividades relacionados ao planejamento e controle de manutenção da empresa, sendo sua principal meta garantir a confiabilidade e disponibilidade dos ativos, otimizando a produtividade do time de manutenção. (SANTOS, 2019).

Sobre o PCM Souza (2008) define:

Um conjunto estratégico de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades da função manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correções de desvios para a consecução das metas e objetivos da produção, consequentemente da missão da empresa (SOUZA, 2008, p. 141).

Na indústria o Planejamento e Controle de Manutenção é abastecido com máximo de informações para melhor avaliação de ações futuras visando um rendimento na análise de falhas sobre cada equipamento do sistema durante a performasse da manutenção, pois sem planejamento e orçamento adequados, há maior chance de ocorrerem falhas de manutenção que podem gerar impactos negativos dentro do setor. (CHERUBIN, 2016).

Segundo Teles (2018) o Planejamento e Controle de Manutenção utiliza-se de três pontos chaves para determina o sucesso do setor de manutenção dentro da indústria, baseando-se em um ciclo contínuo de melhorias, que são: pessoas, processos e ativos.

- As pessoas são de extremo valor para o feito de um sistema, são elas que gerenciam e comandam a empresa, controlando processos e tarefas e ainda consomem os produtos de uma dada empresa. São elas regulam tudo aquilo da organização, sendo que é exatamente por meio das ações que é possível formular e atingir metas organizacionais.
- Os processos buscam o desenvolvimento das atividades, como no sistema de programação que mira gerar roteiros com um menor

deslocamento das equipes de execução para minimizar o tempo, crescendo a produtividade e restringindo um prazo de atendimento, com a confiabilidade maior no processo com qualidade e agilidade, assim mantendo uma melhor performance organizacional.

- O Planejamento e Controle de Manutenção foca na gestão da saúde dos ativos da empresa, onde é estabelecido planos de manutenção e de inspeção para maior confiabilidade e disponibilidade.

O setor de Planejamento e Controle de Manutenção é responsável por gerenciar e controlar todas as interações de manutenção de uma determinada empresa, como custos, tempos de manutenção, índices de disponibilidade, estado de conservação de todos os equipamentos, além do tempo médio entre falhas nas operações. De acordo com Mendonça (2020) cerca de um quarto das empresas no Brasil não implantam um setor de PCM por falta de maturidade da engenharia de Manutenção no Brasil, que tem como principal objetivo propor soluções através de sistemas de melhoria contínua, no sentido de subir no status de Manutenção de Classe Mundial.

Segundo Branco Filho (2008, p.5) o PCM é o:

conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, usando os meios disponíveis.

De acordo com Neto (2017) os tipos de manutenção são caracterizados conforme é feita as ligações no sistema e seus principais são: Manutenção Corretiva Planejada; Manutenção Corretiva Não Planejada; Manutenção Preventiva; Manutenção Preditiva; Manutenção Detectiva e Engenharia de Manutenção.

Segundo Freitas (2020) o setor de manutenção industrial garante o funcionamento de todos os equipamentos como também e auxilia na prevenção e riscos de perdas dentro da indústria, abrangendo diversas atividades, tais como:

- Minimizando perdas com conserto ágil de quaisquer defeitos que possa surgir do processo no dia-a-dia da indústria.

- Prevenção no funcionamento de maquinários.
- Monitoramento dos equipamentos.
- Diagnósticos de problemas efetivos.

A palavra manutenção pode ser empregada em ramos de execução distintos, pertinente ao seu conceito inclusivo, que de forma mais simplificada, indica o processo desempenhado para que um determinado elemento permaneça em perfeito estado (HÜNEMEYER, 2017).

O planejamento e controle da manutenção é de extremo interesse para a gestão da manutenção dentro dos setores da indústria, dado que o gerenciamento da manutenção deve ser feito de acordo com todas as máquinas e dispositivos relacionados à linha produtiva. Dessa forma, deve-se haver uma inter-relação entre os setores, para melhorar a interação deles no momento de: solicitar, planejar, controlar, executar e confirmar serviços, tendo sempre em conta às necessidades dos ramos de produção e manutenção (ASSIS; SANTOS JÚNIOR; FEITOZA, 2016).

Um dos maiores aliados no sistema de gestão atuais é o planejamento e controle de manutenção, pois hoje tem um papel de destaque importante na produção e manutenção dos departamentos das empresas, que consequentemente ajuda a difundir as atribuições a resultados importantes quanto ao planejamento das manutenções (CYRINO, 2015).

Segundo Rex (2019), os principais benefícios/objetivos do planejamento e controle da manutenção dentro da indústria são:

- Aumento da confiabilidade, disponibilidade e manutenção;
- Melhorar a produtividade da planta;
- Maior eficiência operacional em todos os equipamentos;

- Diminuir o número de falhas internas e aumentar o tempo de produtividade;
- Maior segurança devido à inspeção regular na manutenção;
- Redução de custos;
- Alocação dos principais recursos da manutenção: mão de obra, tempo e lucro;
- Encontrar soluções com maior tomada de decisões;

Segundo Viana (2002), o profissional de planejamento e controle de manutenção deve ser proveniente no campo de aplicação de manutenção no setor industrial, logo esta experiência trará um importante know-how de conhecimento dos sistemas e equipamentos implicados no mesmo, assim abrindo um leque de opções dos índices de manutenção que devem descrever aspectos determinantes no processo da planta.

De acordo com Teles (2017) são responsabilidades de um núcleo de planejamento de controle e manutenção:

- Coordenar o programa de análise de falhas;
- Gerenciar o programa sistemático de capacitação;
- Resolução de metas e dos indicadores de desempenho;
- Detalhamento de planos de ação para obtenção de metas;
- Controlar os padrões e procedimentos de trabalho da manutenção;
- Implementação de novas tecnologias;

- Manutenções preventivas com implementação de gerenciamento;
- Planos de inspeção, manutenção preventiva, preditiva e lubrificação;
- Manutenção na interface com a engenharia de novos projetos;

3. MANUTENÇÃO BASEADA NO TEMPO

Segundo Silveira (2016) a manutenção baseada no tempo consiste no exame visual do processo de lubrificação, limpeza dos equipamentos e na substituição de peças para evitar falhas repetidas e problemas grave ao logo do processo nos sistemas, pois esse tipo de manutenção pode ser realizado pelos próprios operadores, pois precisa-se de um treinamento básico. Na manutenção produtiva total, ela faz parte das funções de manutenção autônoma e da manutenção especializada.

A manutenção planejada é subdividida em partes para melhor esquema organizacional na aplicação do processo: manutenção preventiva, manutenção de parada e manutenção corretiva. A manutenção baseada no tempo encontra-se dentro da manutenção preventiva, que aplica as possíveis falhas técnicas tanto na fase do projeto quando no operacional do sistema, isso inclui verificações, inspeções e serviços diárias e periódicas (SILVEIRA, 2016).

Conforme Teles (2019) a manutenção preventiva efetuada em intervalos predeterminados de forma sistemática, reduz a probabilidade de falha ou desgaste do funcionamento dos equipamentos, elevando e garantindo os índices de disponibilidade e confiabilidade do mesmo, que também está atrelada a uma frequência, que pode ser atingida ao tempo, quilometragem e produtividade:

- O equipamento da frequência atrelada ao tempo passará por manutenção somente se atingir o tempo específico.
- A frequência da quilometragem acontece na quilometragem específica, não levando em consideração o tempo levado para o processo.
- A frequência atrelada a produtividade o que se leva em consideração é a quantidade de peças que o equipamento produziu ou o seu número de ciclos durante o processo.

O foco da manutenção baseada no tempo é a prevenção com a finalidade de eliminar erros de manutenção corretiva, pois seu objetivo principal é identificar um futuro problema e extinguir suas causas antes que ocorra, paralisando todo um

processo da indústria e assim evitando possíveis prejuízo, pois o objetivo almejado do serviço é fazer parâmetros por meio de indicadores para a criação de um calendário para realização de vistorias e manutenções em peças, equipamentos, troca de peças e componentes antes de um possível defeito (SALES, 2021).

Segundo Almeida (2021) o ponto mais importante da manutenção preventiva é o planejamento do processo de todo o sistema, pois estabelecendo paradas programadas para realização de reparos junto com inspeções periódicas fazem parte de um sistema no dia a dia de uma manutenção industrial que são:

- Examinar desgaste em correias;
- Apertar parafusos;
- Medir compreensão de ar;
- Limpar;
- Verificar vazamentos;
- Regular motores;
- Verificar drenos;
- Entre outros.

De acordo com Silveira (2016) manutenção preventiva é a forma de atuação realizada para reduzir ou evitar falhas no processo ou queda no desempenho dos equipamentos, obedecendo todo um planejamento baseado em intervalos definidos pelo processo, evitando prejuízo, acidentes de trabalho e criar um ambiente organizacional de mais qualidade.

Na manutenção preventiva a definição dos períodos de atuação pode ser colocado o TMEF (Tempo Médio Entre Falhas), mas nem sempre é possível alcançar grandes efeitos com este processo pois muitos elementos apresentam falhas

elevatórias. A utilização desse processo pode suceder em custos excessivos com peças e riscos de danos no aparato devido à instalação incorreta (SIQUEIRA, 2009).

De acordo com Leão (2019) tem uma série de vantagens em fazer a manutenção preventiva baseada no tempo dos equipamentos, pois são elas que podem salvar sua empresa de vários riscos ao longo do tempo:

- Melhora na segurança e ambiente produtivo;
- Redução de custos na produção;
- Aumento da vida e disponibilidade operacional do ativo e suas partes;
- Redução de custos de peças e mão de obra;
- Maximização da produtividade dos equipamentos.

De acordo com Teles (2019) a elaboração de um plano de manutenção passa por diversos fatores, sendo assim tem algumas desvantagens:

- Risco de danificar peças na execução de manutenção desnecessária;
- Dificuldade em determinar os intervalos de tempo para a manutenção;
- Pode provocar erros na provisão ou na gestão de estoques;
- Só se pode dimensionar a economia gerada em médio e longo prazo.

Para Sales (2021) na manutenção baseada no tempo os procedimentos na maioria das vezes são simples e podem ser executados pelos próprios colaboradores responsáveis, esses procedimentos são:

- Lubrificação de peças e componentes do sistema;

- Verificação de todos dos aparatos e componentes do sistema;
- Limpeza das peças e componentes.

Conforme Sales (2021) a manutenção feita sem critérios de análises de estudos aprofundados, bem como falta de atividades preditivas, pode gerar custos elevados; sendo assim, implementar substituições antecipadas de elementos sem análise de desempenho e fontes é um meio inadequado ao plano de manutenção do sistema.

A manutenção feita antes do acontecimento de falhas e quebras. “(...) Visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de pré planejados” (SLACK, 2002, p.645).

A manutenção desses equipamentos também é de suma importância para continuar a operacionalidade da montagem, com destaque para manutenção que tem como finalidades de baixar o tempo de retenção e aumentar a economia, manuseando monitoramento da produção por meio de vários recursos anexados com um sistema de informação coletando dados de todo sistema produtivo, a fim de constatar uma virtual falha antes mesmo que ela aconteça (FERREIRA, 2018).

Segundo Martins (2021) a manutenção baseada no tempo é bastante planejada, sendo assim tem vários pontos positivos:

- Aumenta a confiabilidade de um equipamento e assim reduz suas falhas em operação: reduz os custos de falha e melhora a disponibilidade;
- Reduz "surpresas", melhorando o clima das relações humanas (uma pane no processo sempre gera tensões);
- Facilita a gerência dos estoques dentro do processo (consumos previstos);
- Melhora o planejamento dos trabalhos, e assim, as relações com a produção na empresa;

- Aumenta a segurança no sistema do processo (menos improvisações perigosas);
- Aumenta a duração da vida eficaz de um equipamento;
- Reduz e regulariza a carga de trabalho da manutenção.

Segundo Teles (2019) a execução de tarefas de manutenção não-planejadas, é empregada para manter um item em condições satisfatórias de operação para o sistema, através da detecção e prevenção de falhas e inspeções sistemáticas, pois será baseada no tempo quando as atividades para reter as capacidades funcionais dos equipamentos ou sistemas forem planejadas de acordo quando forem empregadas em pontos específicos no tempo.

De acordo com Martins (2021) as vantagens da manutenção baseada no tempo são:

- Minimização dos efeitos negativos da indisponibilidade dos equipamentos (manutenção planejada);
- Aumento da segurança de operação dos ativos;
- Redução de custos fortuitos;
- Previsão dos custos de manutenção;
- Regulação da carga de trabalho e melhor aproveitamento da mão-de-obra disponível;
- Aumento da fiabilidade dos ativos, devido ao aumento de disponibilidade;
- Facilidade na gestão de stocks;
- Prevenção da falha dos equipamentos.

Os intervalos de manutenção do sistema são determinados mediante o comportamento das avarias dos equipamentos em função do tempo que se aplica a cada manutenção programada, pois ver-se os padrões atualmente conhecidos da probabilidade de ocorrência de falha do tempo de funcionamento do equipamento (LEÃO, 2019).

4. PRINCIPAIS FALHAS NA APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO

Para Sales (2020) alguns dos erros de manutenção podem ser definidos como a falta de capacidade de executar operações conforme as exigências dessa operação, pois os erros costumam ser involuntários e podem ser eles:

- Não contar com mão de obra qualificada e nem fazer investimentos de treinamentos para funcionários;
- A ausência de um registro de manutenção do sistema;
- A falta de um histórico sólido para o planejamento, baseado no cálculo de todos os custos e de vida útil dos equipamentos e dos componentes do sistema;
- A falta de um PCM (Planejamento e Controle de Manutenção);
- Ferramentas usadas de forma inadequadas no gerenciamento de manutenção;
- O desconhecimento do histórico dos ativos.

O papel da manutenção dentro da indústria deixou de ser exclusivamente de "apagar incêndios", já que esse mercado é altamente competitivo e o desempenho na análise dos setores é de pura estratégia para o crescimento saudável da empresa, dessa maneira a análise de falhas na manutenção ganha ainda mais importância já que ela reduz custos e aumenta a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos no setor (SANTOS, 2019).

Segundo Stevenson (2001) a manutenção deve ser exercida rapidamente antes de uma quebra ou falha, porque isso viria no uso mais extenso possível, sem falhas das instalações ou dos equipamentos, pois todo equipamento apresentando desgaste, invariavelmente ao rompimento ou quebra de um ou mais componentes,

quando isso acontece aparece a necessidade de realizar um conserto no equipamento. Com uma manutenção planejada e bem organizada através de métodos e processos usuais de organização na manutenção dos componentes que se rompem, fica mais difícil ocorrer erros, embora é sempre bom fazer um cronograma de manutenção dos equipamentos para a vida útil e perdas iminentes de lucro.

Para Siqueira (2009) uma das principais funções da manutenção é evitar e corrigir falhas, pois as mesmas devem ser classificadas, analisadas e catalogadas de acordo com a forma que os sistemas falham. As falhas podem ser classificadas basicamente como Falhas Funcionais, quando um equipamento deixa de executar sua função primária, e Falhas Potenciais, quando o maquinário apresenta algum defeito identificável e que resultará em falha funcional (SIQUEIRA, 2009).

De acordo com Teles (2019) Falha Funcional é a inoperatividade de um sistema no nível de desempenho que foi especificado como satisfatório, pois para definir tais falhas de quaisquer componentes ou sistema é necessário o conhecimento claro de suas funções.

Teles (2019) complementa que a principal origem das falhas funcionais são:

- Erros de projeto;
- Erros de fabricação do equipamento;
- Erros de instalação e comissionamento;
- Erros na operação e manutenção do sistema.

Falha Potencial é a disfunção em estágio inicial que indica que há algo errado no equipamento ao ponto que apresenta uma queda no desempenho da função requerida, onde o equipamento sofre um nível de degradação de algum componente (CYRINO, 2017).

Algumas falhas ocorrem de tal modo que não é possível identificá-las no determinado momento, a menos que uma falha ocorra. Esse tipo de falha não se torna evidente ao operador do sistema antes que apareça, por isso são denominadas de

Falhas Oculta ou Falhas Invisíveis, pois esse tipo de falha pode ou não ter impacto no processo direto do sistema ao longo do tempo (CYRINO, 2017).

O modo de análise das falhas industriais cobre melhor o uso da lógica dedutiva para alcançar as causas, e a definição do defeito causado pode ser por falha mecânica ou falha humana, visto que se ignoradas as medidas corretivas ocorrerá a Falha Total ou quebra do sistema (SILVEIRA, 2016).

A manutenção preventiva segue um cronograma para várias avaliações periódicas dos equipamentos e das peças, pois desta forma é pontual essa avaliação antes que ocorra as falhas eminentes no sistema (MARTINS, 2021).

Segundo Silveira (2016) há consequências da falha humana na manutenção do sistema que geram impactos menores que não prejudicam gravemente, porém existem erros que ocasionam grandes prejuízos e podem vir até a paralisar uma linha de produção. Esses erros podem gerar:

- Acidentes com os operadores dos equipamentos que receberam manutenções inadequadas;
- Desgaste prematura de uma máquina ou peça fazendo com que sua vida útil seja menor;
- Parada completa da linha de produção, acarretando em perdas financeiras e atrasos nas entregas de mercadorias. Se uma linha de produção for interrompida, dependendo do porte da empresa e do tipo de paralisação, é possível ter milhões em prejuízos em algumas horas de paralisação;
- Fabricação dos produtos de baixa qualidade ou defeituosos, devido a falhas nos equipamentos ou configurações erradas do sistema;
- Quebra de componentes ou de todo o equipamento, gerando gastos elevados na hora de reparações urgente;

- Retrabalho decorrente de perdas, parciais ou integrais de atividades que estão em desenvolvimento durante as interrupções geradas por problemas no maquinário de produção.

Para Mattos (2019) é essencial um programa de manutenção para assegurar que ocorrências de quebras e falhas em equipamentos sejam menos frequentes, já que a finalidade é sanar os defeitos antes que eles se agravem na transformação para falhas funcionais. Mattos (2019) também conclui que esse exame de previsão passa por dois processos para melhor solução das irregularidades detectadas no sistema, visto que são dadas em duas etapas: diagnóstico e análise de tendências a falhas.

A falha consiste na paralisação ou alteração da capacidade de realizar um trabalho requerida no sistema, e para evitar e corrigir falhas entra a manutenção, pois nela caem todos os elementos fundamentais para execução das técnicas de gestão da manutenção no processo produtivo (TELES, 2017).

De acordo com Filho (2008) a análise de modos de falhas e feitos são etapas na identificação de todas as funções e seus modos de falha de um sistema de diagnóstico que foi desenvolvido para ser empregada sobretudo a componentes, cujo meta primordial é especificar cada um dos elementos de um sistema a fim de alcançar todas as maneiras pelas quais o componente possa vir a falhar e avaliar quais os resultados que estas acarretam sobre os demais componentes e sobre sistema.

Segundo Vilar (2018) quanto mais prematuramente for identificado uma falha em um ativo, maiores são as chances de garantir o cumprimento de todas as funções originais do sistema, visto que estas falhas potenciais se apresentam nas formas de:

- Alteração nos níveis de vazão;
- Alteração nos níveis de pressão do sistema;
- Elevação dos níveis de vibração;
- Elevação dos níveis de ruído;
- Elevação dos níveis de temperatura.

Segundo Silveira (2016) uma das principais falhas na manutenção é a falta de investimentos em equipamentos e treinamentos dos operadores com os ativos, pois a falta de mão de obra qualificada através de treinamentos voltados para a atualização constante para evitar problemas devido às desatualizações em relação aos equipamentos mais novos e modernos, é necessário investir em capacitação.

Segundo Siqueira (2009) as falhas funcionais são classificadas em três categorias de acordo com a sua visibilidade:

- **Falha evidente** – falha visualmente detectada pela equipe de operação durante o trabalho;
- **Falha Oculta** – uma falha que passa despercebido pela equipe de operação e não se torna evidente no processo;
- **Falha Múltipla** – uma combinação de uma falha oculta e uma falha em sequência ou um evento que a torne evidente.

De acordo com Sander (2020) é preciso por meio de análise de falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto ou processo, a utilização de uma metodologia chamada FMEA (do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*) que significa Análise de Modos e Efeitos da Falha que é aplicada em dos tipos:

- **FMEA DO PRODUTO:** é um método capaz de analisar e identificar os possíveis modos de efeitos de falhas de um produto dentro das especificações do projeto, evitando falhas no processo e no produto desde a sua fabricação até a entrega ao cliente.
- **FMEA DO PROCESSO:** são falhas no planejamento onde pode-se analisar possíveis falhas e o que sua ocorrência poderia causar dentro de uma indústria, criando classificações de gravidade, ocorrência e detecção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito deste trabalho foi inserir um modelo de gestão onde a otimização estabelecida garanta e eleve a confiabilidade e disponibilidade de todos os ativos, garantindo maior produtividade em todos os setores, pois através de um planejamento estruturado de controle de manutenção, os processos de execução passam a se torna o ponto chave de um gerenciamento moderno com uma visão futura onde o índice de satisfação plena dos clientes seja uma resultante da qualidade adquirida nos processos produtivos de um sistema e o modelo de gestão aplicado.

Através do que foi visto no contexto em que a pesquisa se desenvolveu, percebeu-se que na gestão da manutenção industrial há várias áreas de atuações que são interligadas para melhor desenvolvimento das aplicações, visto que no plano de manutenção preventiva requer um estudo mais complexo para efetuar intervalos predeterminados de forma sistemática, reduzindo a probabilidade de falhas ou desgastes do funcionamento dos equipamentos, que também estão atrelados a frequências de tempo. Contudo é possível reforça que os métodos utilizados são uma junção dos conceitos que visam ampliar de modo geral a visão do plano de ação dos processos de todo o sistema.

Diante dos muitos desafios enfrentados para execução dos processos estabelecidos, um dos principais é a falta de capacitação na execução de operações e as falhas apresentadas por um sistema que pode ser classificado de acordo com o tempo de vida do processo, gerando a necessidade de ações imediatas para o restabelecimento do sistema. De maneira geral, se destaca que os objetivos foram atingidos por meio de estudos e informações no processo de aplicação que contribuem para gestão de atividades de manutenção, pois é preciso minimizar as falhas com monitoramento na execução do trabalho automatizando as tarefas, investindo em inovações tecnologias e um conjunto de ações na área de gestão de pessoas na equipe. A gestão da manutenção contribui num papel central para o desenvolvimento e uma série de ações para otimizar sua estratégia e garantir com que os objetivos sejam alcançados, pois recomenda-se que sejam realizados estudos futuros, objetivando o desenvolvimento e uso de uma gestão por indicadores e abordando com maior profundidade os impactos no processo de desempenho geral das indústrias.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marina. **Saiba tudo sobre manutenção industrial, seus benefícios e exemplos**. 2021. Checklistfácil. Disponível em: <https://blog-pt.checklistfacil.com/manutencao-industrial/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

ASSIS, R. B de; SANTOS JÚNIOR, B. F. dos; FEITOZA, J. dos S. **Planejamento e controle da manutenção**. In: VIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 2016, São Cristovão.

CHERUBIN, Natália. **A importância do PCM para indústria**. 2016. RPAnews. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/a-importancia-do-pcm-para-a-industria/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

CYRINO, Luis. **Falhas, evolução até a quebra**. 2017. Manutenção em Foco. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/falhas-evolucao-ate-quebra/>. Acesso em: 26 abr. 2021.

CYRINO, Luis. **PCM e as fases do Planejamento**. 2015. Manutenção em Foco. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/pcm-e-fases-planejamento/>. Acesso em: 31 mar. 2021.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração de Empresas: Uma Abordagem Contingencial**. 3. Ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

FERREIRA, J.V.S. **Inspeção e Monitoramento de Obras de Arte Especiais com vista a Manutenção Preditiva**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2018.

FILHO, G. B. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna Ltda.; 2008.

FREITAS, Lorrana. **Faça uma boa gestão da manutenção industrial e otimize seus custos**. 2020. SITEWARE. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/blog/produtividade/gestao-da-manutencao-industrial/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

HÜNEMEYER, F. J. **Proposta de implantação das funções de planejamento e controle da manutenção (PCM) em uma linha de produção**. 2017. 123 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2017.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

LEÃO, Thiago. **Você sabe o que é manutenção preventiva? Entenda como funciona.** 2019. NOMUS. Disponível em: <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/manutencao-preventiva/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MARTINS, Estefânia. **Quais as vantagens da manutenção preventiva? Veja como implementar.** 2021. Checklistfácil. Disponível em: <https://blog-pt.checklistfacil.com/manutencao-preventiva/>. Acesso em: 21 abr. 2021.

MATTOS, Janaína. **Manutenção Preditiva: conceitos e aplicações.** 2019. Rabbot. Disponível em: <https://rabbot.co/blog/manutencao-preditiva-conceitos-e-aplicacoes/>. Acesso em: 27 abr. 2021.

MENDONÇA, Fauzi. **Um quarto das empresas não possuem um setor de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM).** 2020. REVISTA MANUTENÇÃO. Disponível em: <https://www.revistamanutencao.com.br/noticias/manutencao/um-quarto-das-empresas-nao-possuem-um-setor-de-planejamento-e-controle-de-manutencao-pcm.html>. Acesso em: 10 mar. 2021.

NETO, T. C. M. **A história da evolução da gestão do sistema de manutenção.** 2017. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistemade-gestao-de-manutencao/75650>. Acesso em: 28 fev. 2020.

REX, C. F. **PCM: Como planejar o controle da manutenção na indústria?** 2019. TECNICON. Disponível em: https://www.tecnicon.com.br/blog/428-PCM_como_planejar_o_controle_da_manutencao_na_industria_. Acesso em: 31 mar. 2021.

SALES, Raquel. **Manutenção Industrial: entenda todos os seus tipos e suas características.** 2021. Acoplast. Disponível em: <https://blog.acoplastbrasil.com.br/manutencao/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SALES, Raquel. **O que é manutenção preventiva? Tudo o que você precisa saber!** 2020. Acoplast. Disponível em: <https://blog.acoplastbrasil.com.br/manutencao-preventiva/>. Acesso em: 24 abr. 2021.

SANDER, Carlos. **FMEA de produção: como fazer e aumenta a confiabilidade.** 2020. CAE. Disponível em: <https://caetreinamentos.com.br/blog/qualidade/fmea-produto/#:~:text=A%20sigla%20FMEA%20vem%20do,at%C3%A9%20a%20chegada%20ao%20cliente>. Acesso em 20 mai. 2021.

SANTOS, Natália Souza dos. **Planejamento e Controle da Manutenção na indústria 4.0.** 2019. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade IDAAM, Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: <http://repositorio.idaam.edu.br/jspui/handle/prefix/89>. Acesso em: 17 jan. 2021.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **6 medidas para zerar falhas de máquinas e equipamentos.** 2016. Citisystems. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/medidas-zerar-falhas-equipamentos/>. Acesso em 25 abr. 2021.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Os 6 tipos de Manutenção na Indústria**. 2016. Citisystems. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/tipos-manutencao-industria/#:~:text=A%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20baseada%20no%20tempo,e%20os%20problemas%20de%20processo>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SIQUEIRA, I. P. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SLACK, N. **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.

STEVENSON, J. **Planejamento de Manutenção**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

TAVARES, L.A. **Excelência na Manutenção – Estratégias**. Otimização e Gerenciamento, Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996.

TELES, Jhonata. **Como Implantar o PCM – Planejamento e Controle de Manutenção**. 2017. ENGETELES. Disponível em: <https://engeteles.com.br/como-implantar-o-pcm/>. Acesso em: 31 mar. 2021.

TELES, Jhonata. **Curva PF: Como é e como usar**. 2019. ENGETELES. Disponível em: <https://engeteles.com.br/curva-pf/>. Acesso em: 28 abr. 2021.

TELES, Jhonata. **PCM Descomplicado – Planejamento e Controle de Manutenção**. 2018. ENGETELES. Disponível em: <https://engeteles.com.br/pcm-descomplicado/>. Acesso em: 10 mar. 2021.

TELES, Jhonata. **PCM (Planejamento e controle na Manutenção): Melhores práticas**. 2017. ENGETELES. Disponível em: <https://engeteles.com.br/pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

TELES, Jhonata. **Tipos de Manutenção de acordo com a NBR 5462**. 2019. ENGETELES. Disponível em: <https://engeteles.com.br/tipos-de-manutencao/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

VIANA, H. R. G. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

VILAR, Ricardo. **Curva P-F: Entenda como funciona e prevenir falhas funcionais dos ativos através das técnicas de manutenção preditiva**. 2018. LinkedIn. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/curva-p-f-entenda-como-funciona-e-previna-falhas-funcionais->

vilar#:~:text=Falha%20funcional%3A%20Uma%20falha%20funcional,projetado%20%C3%A9%20uma%20falha%20funcional. Acesso em: 27 abr. 2021.