

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS - APMA

KEILLA CARVALHO DOS SANTOS PINTO

GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UMA QUESTÃO DE NEGÓCIO

RIO DE JANEIRO

2017

KEILLA CARVALHO DOS SANTOS PINTO

GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UMA QUESTÃO DE NEGÓCIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: Nélio Fernandes Pereira

RIO DE JANEIRO

2017

KEILLA CARVALHO DOS SANTOS PINTO

GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UMA QUESTÃO DE NEGÓCIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Professor Nélio Fernandes Pereira.

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico este trabalho de monografia ao meu esposo Raphael por sempre me incentivar, apoiar e me ajudar em todos os momentos durante a realização deste curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente á Deus, á minha família, meus pais Walfredo e Eliana e ao meu irmão Paulo Wayner, e em especial ao meu esposo Raphael, que sempre me apoiaram em tudo, ao meu orientador Nélio pela dedicação e conhecimentos compartilhados, aos meus colegas da turma de APMA 01/2017, e à todos os professores do curso.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar de maneira explicativa a importância da gestão da manutenção, seu propósito em garantir o estado original de um equipamento, com o menor custo, sem afetar a produtividade, avaliando corretamente o nível de desgaste para que não ultrapasse o limite de deterioração; prolongar a vida da máquina; evitar desperdícios. O escopo desta monografia inicia-se com conceitos e um breve relato do surgimento e dos registros iniciais de manutenção ao longo da história. Também aborda os diferentes tipos de manutenção e suas peculiaridades; as vantagens e desvantagens de se utilizar cada uma delas e a visão que mais se aproxima da utilizada atualmente. Ainda salienta e discorre sobre algumas das ferramentas de gestão utilizadas na manutenção como TPM, RCM e FMEA; os benefícios de sua utilização e aplicabilidade nos diversos setores. Por fim, procura-se relacionar todo compêndio de conceitos e ferramentas correlacionando-os diretamente com a qualidade e os padrões internacionais de certificação como propósito e alvo a ser alcançado no advento de uma boa gestão.

Palavras-chave: Gestão. Manutenção. Qualidade. Custo.

ABSTRACT

The objective of this work is to explain the importance of maintenance management, its purpose in guaranteeing the original condition of an equipment, with the lowest cost, without affecting productivity, correctly evaluating the level of wear so that it does not exceed the limit of deterioration; Prolong the life of the machinery; Avoid waste. The scope of this monograph begins with concepts and a brief story of the emergence and initial records of maintenance throughout history. It also lists the different types of maintenance and their peculiarities; The advantages and disadvantages of using each one of them and the vision that is closest to the one that is currently in use. It also highlights and discusses some of the management tools used in maintenance such as TPM, RCM and FMEA; The benefits of its use and applicability in the various sectors. Finally, it intends to relate every compendium of concepts and tools directly correlating them with quality and international standards of quality certification as a purpose and aim to be achieved in the advent of a good management.

Keywords: Management. Maintenance. Quality. Cost.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1: | Conceito de manutenção | 14 |
| Figura 2: | Tipos de manutenção | 28 |
| Figura 3: | Visão da TPM | 32 |
| Figura 4: | Objetivo da RCM | 36 |
| Figura 5: | FMEA – Análises dos modos de falha e seus efeitos | 43 |
| Figura 6: | Ciclo PDCA | 50 |
| Figura 7: | Família ISO 9000 | 50 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | CONCEITOS DE MANUTENÇÃO | 12 |
| 2.1 | Paradigmas da manutenção | 13 |
| 3 | HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO | 15 |
| 4 | TIPOS DE MANUTENÇÃO | 17 |
| 4.1 | Manutenção corretiva | 17 |
| 4.1.1 | Manutenção corretiva não planejada | 18 |
| 4.1.2 | Manutenção corretiva planejada | 18 |
| 4.1.3 | Vantagens da manutenção corretiva | 18 |
| 4.1.4 | Desvantagens da manutenção corretiva | 18 |
| 4.2 | Manutenção preventiva | 19 |
| 4.2.1 | Objetivos da manutenção preventiva | 20 |
| 4.2.2 | Vantagens da manutenção preventiva | 21 |
| 4.2.3 | Desvantagens da manutenção preventiva | 21 |
| 4.3 | Manutenção preditiva | 22 |
| 4.3.1 | Objetivos da manutenção preditiva | 23 |
| 4.3.2 | Procedimentos e monitoramento | 24 |
| 4.3.2.1 | Diagnósticos | 24 |
| 4.3.2.2 | Análises de tendência da falha | 24 |
| 4.3.2.3 | Periodicidade dos controles | 24 |
| 4.3.3 | Vantagens da manutenção preditiva | 25 |
| 4.3.4 | Desvantagens da manutenção preditiva | 26 |
| 4.4 | Manutenção detectiva | 26 |
| 4.5 | Engenharia da manutenção | 27 |
| 5 | GESTÃO DA MANUTENÇÃO | 29 |
| 5.1 | Manutenção produtiva total – TPM | 30 |
| 5.1.1 | A Origem da TPM | 32 |
| 5.1.2 | Objetivos da TPM | 33 |
| 5.2 | Manutenção centrada em confiabilidade – RCM | 35 |
| 5.3 | Análise dos modos de falha e seus efeitos – FMEA | 37 |
| 5.3.1 | Tipos de FMEA | 37 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 5.3.2 | Mecanismos | 38 |
| 5.3.3 | Quando utilizar a FMEA | 38 |
| 5.3.4 | Benefícios e informações geradas pela FMEA | 39 |
| 5.3.5 | Limitações e abusos da análise FMEA | 40 |
| 5.3.6 | Como elaborar uma análise FMEA | 41 |
| 5.3.7 | Benefícios da análise FMEA | 43 |
| 6 | A QUALIDADE NA MANUTENÇÃO | 44 |
| 6.1 | Fator humano na manutenção | 44 |
| 6.2 | Instrumentos de trabalho | 45 |
| 6.3 | Benefícios da qualidade na mão de obra | 45 |
| 6.4 | Consequências de uma mão de obra desqualificada | 45 |
| 7 | ISO 9000 NA MANUTENÇÃO | 47 |
| 7.1 | Objetivos das normas ISO série 9000 | 47 |
| 7.2 | Manutenção em relação a ISO 9000 | 49 |
| 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 51 |
| | REFERÊNCIAS | 52 |

1 INTRODUÇÃO

Diante de uma economia globalizada, a competitividade nunca foi tão marcante entre as empresas, em nível nacional e internacional, fato que tem posto em ameaça a continuidade de suas atividades. Promover o desenvolvimento contínuo de estratégias se torna ação fundamental para que as organizações obtenham vantagens competitivas.

Em decorrência desse quadro pode-se afirmar que a alta produtividade da empresa está intimamente ligada ao seu sucesso. Perdas de tempo devido a paradas de equipamentos no processo produtivo e a falhas gerenciais e/ou técnicas são ameaças à produção com qualidade, podendo ser causa de insatisfação por parte dos clientes. Essas perdas podem e devem ser minimizadas quando o setor de manutenção de uma empresa se imbuí de focar nessa realidade para solucioná-la. Dessa forma, a Manutenção deixa de ser vista apenas como fator gerador de custos e passa a assumir papel de aliada do sistema produtivo.

A atividade de manutenção se integra de maneira eficaz ao processo produtivo, corroborando para que a empresa caminhe em direção as suas metas. A grande interseção do setor de manutenção com o de produção faz com que o mesmo desempenhe um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros de uma instituição.

Para isso, a gestão da empresa deve ser sustentada por uma visão de futuro e os processos gerenciais devem focar na entrega do serviço e na satisfação plena dos clientes, através da qualidade intrínseca de seus produtos e atividades, tendo como balizadores os padrões de qualidade internacionais que regem e lideram no setor.

É de extrema importância analisar como será gerenciado o sistema de planejamento de manutenção, utilizando-se de todas as ferramentas disponíveis e conhecidas, controlando e organizando de maneira eficaz os estoques de sobressalentes e atendendo também as normas e regulamentos relacionados à manutenção de máquinas, equipamentos e sistemas marítimos.

2 CONCEITO DE MANUTENÇÃO

Manutenção é o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção.

Por exemplo, quando mantemos as engrenagens lubrificadas, estamos conservando-as. Se estivermos retificando uma mesa de desempenho, estaremos restaurando-a. Se estivermos trocando o plugue de um cabo elétrico, estaremos substituindo-o.

De modo geral, a manutenção em uma empresa tem como objetivos:

- Manter equipamentos e máquinas em condições de pleno funcionamento para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos;
- Prevenir prováveis falhas ou quebras dos elementos das máquinas e equipamentos.

Alcançar esses objetivos requer manutenção diária em serviços de rotina e de reparos periódicos programados.

A manutenção ideal de uma máquina ou equipamento é a que permite alta disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela (ele) estiver em serviço e a um custo adequado.

De acordo com Monchy (1987, p. 3), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. Kardec & Nascif (2009, p. 23) definem o ato de manter ou a manutenção industrial como “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”.

Em 1975, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela norma TB-116, definiu o termo manutenção como sendo o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição desejada. Anos mais tarde, em 1994, a NBR-5462 trazia uma revisão do termo como sendo a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinada a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT, 1994).

Existem diversas definições e conceitos apresentados para a manutenção, a maioria com enfoque nos aspectos preventivos, conservativos e corretivos da atividade; mas é interessante observar a mudança, mais recente, que incluiu nas definições os aspectos

humanos, de custos e de confiabilidade da função manutenção, como consequência do aumento da importância e responsabilidades do setor dentro das organizações.

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

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

E com Tavares (2005, p. 20):

Os gestores de manutenção devem ter ampla visão e atuação sistêmica dentro de suas organizações, de tal forma que a diversidade de modelos e fundamentações do planejamento e controle da manutenção, plenamente consolidados, sejam úteis à maximização dos equipamentos, assim como os lucros da organização.

A manutenção, vista como função estratégica, responde diretamente pela disponibilidade e confiabilidade dos ativos físicos e qualidade dos produtos finais, representando, portanto, importância capital nos resultados da empresa. Entender o tipo de manutenção adequada para a organização é garantir a otimização dos processos, possibilitando expansão da empresa.

Dados da Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) do ano de 2009 mostram que, em geral, o investimento das indústrias com a manutenção representa cerca de 4,14% do PIB brasileiro. É um valor significativo e realmente impactante dentro das indústrias, seja em terra ou no ambiente marítimo, o que comprova que a manutenção não deve ser tratada como uma simples atividade de reparo, mas nem sempre é isso o que acontece.

2.1 Paradigmas da Manutenção

Com o passar dos anos, os conceitos de manutenção foram se modificando, e gerando identidades específicas às quais deram origem a modelos que simbolizam a ação dos reparos ao longo da história. Esses modelos são chamados paradigmas em relação ao tempo:

- 1) Paradigma do passado: o homem da manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo;
- 2) Paradigma do presente: o homem da manutenção sente-se bem quando também evita a necessidade do trabalho, a falha.

3) Paradigma do futuro: o homem da manutenção sente-se bem quando ele consegue evitar todas as falhas não planejadas.

Infelizmente boa parte das empresas brasileiras ainda atuam dentro do paradigma do passado, algumas poucas já conseguiram caminhar para o paradigma moderno e, apenas, uma pequena minoria já trabalha, hoje, dentro do paradigma do futuro e estão dando grandes saltos nos resultados empresariais.

É de extrema importância fazer com que haja um planejamento da manutenção, de maneira a administrar corretamente as mais diversas variáveis envolvidas em sua gestão: desde o planejamento de compras e dimensionamento de estoques de materiais até a interferência na produção, com planos de paradas. Sem um estudo minucioso da cada área e cada ativo físico, destacando a criticidade para o processo e os impactos de uma possível falha, dificilmente será estabelecido um plano de manutenção que beneficie amplamente a empresa, reduzindo custos, aumentando disponibilidade e vida útil de equipamentos e melhorando a segurança do ambiente de trabalho.

Fig. 1: Conceito de manutenção



Fonte: http://images.slideplayer.com.br/46/11662416/slides/slide_6.jpg

3 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

Formas simples de manutenção, como conservação de objetos e ferramentas de trabalho, assim como pequenas atividades de reparo, podiam ser observadas desde a origem das civilizações. No entanto, foi apenas com a Revolução Industrial do século XVIII, aliada a um grande avanço tecnológico, que a função manutenção manifestou-se na indústria, como forma de garantir a continuidade do trabalho. Neste caso, o próprio operador da máquina era responsável pela sua manutenção, sendo treinado para realizar reparos.

Esse cenário, com manutenção e produção realizadas pelo próprio operador, predominou até a I Guerra Mundial, onde as linhas de montagem iniciaram a demanda por sistemas de manutenção mais ágeis e eficazes, predominantemente direcionados para o que hoje se denomina manutenção corretiva.

Apesar de existirem na indústria pessoas responsáveis pela manutenção, estes ainda eram subordinados à função operação e executavam manutenção corretiva emergencial, o que implicava em conserto após a falha e eventual indisponibilidade de máquina. Apenas com a II Guerra Mundial, no final da década de 30, e com a necessidade de produções cada vez maiores e mais enxutas, é que se começou a praticar o monitoramento de máquinas e equipamentos com base no tempo, caracterizando o que hoje se conhece por manutenção preventiva. Assim, a função manutenção, corretiva e preventiva, viria a assumir dentro da indústria posição hierárquica igual à da função produção.

O aumento dos registros de ocorrências de manutenção, bem como os altos gastos com peças de reposição, que ficaram ainda mais evidentes com a prática da manutenção preventiva, impulsionaram as empresas a desenvolverem o setor, entre as décadas de 40 e 50, aprimorando o planejamento e a gestão da manutenção, com o advento da Engenharia de Manutenção em nível departamental, subordinada a uma gerência de manutenção.

O foco no controle e prevenção de falhas passou a fazer parte do cotidiano da equipe de manutenção e trouxe bons resultados em termos de aumento da confiabilidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos, diminuição dos riscos de segurança e saúde do trabalhador, entre outros. Ainda assim, as interrupções frequentes e os custos gerados pela manutenção preventiva tiveram repercussões negativas na produtividade, afetando o custo dos produtos. Aliado a tal fato, o avanço tecnológico, com difusão dos computadores a partir de meados da década de 60, trouxe inovações para controle, medição e análise de falhas, tanto em termos de tratamento de dados quanto em termos de disponibilidade de novos instrumentos e equipamentos. Assim, foram desenvolvidos critérios de previsão de falhas,

com equipes focadas no melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, através de controles estatísticos, estudos das avarias e uso de sistemas informatizados. Neste contexto, surge a Manutenção Preditiva.

A partir de 1980, com desenvolvimento dos microcomputadores a custos mais acessíveis e controles mais simples, as equipes de manutenção adquiriram maior independência para criar e aplicar seus programas, sem necessidade de analista externo à área. Isso possibilitou enorme avanço no manejo de informações e análise de dados que envolviam manutenção e produção. Houve grande aproximação dessas duas áreas, que buscaram trabalhar com cooperação para otimizar qualidade e produtividade. Observou-se aumento da confiabilidade dos processos industriais e da disponibilidade de equipamentos e máquinas; intervenções mais curtas, conscientes e precisas com análises dos riscos envolvidos; melhoria da segurança e condições ambientais em geral; sistematização dos programas de manutenção, favorecendo a interseção com a própria produção.

Outro aspecto importante dos avanços na manutenção foi a dependência cada vez maior das organizações na capacidade de criação e resposta deste setor, já que as novas exigências do mercado tornaram visíveis as limitações dos sistemas de gestão. Em muitos casos, a necessidade de inovação e otimização demandava criação de equipes multidisciplinares para interações nas fases de projeto, fabricação e manutenção de equipamentos e máquinas, proporcionando resultados ainda melhores em termos de produtividade e eficiência em custos. Além disso, com a crescente exigência de qualidade dos produtos por parte dos consumidores, a manutenção foi obrigada a responder por suas intervenções com maior rigor e confiabilidade, diminuindo retrabalhos e falhas na produção. Neste contexto, a Manutenção assumiu papel não apenas importante, mas estratégico dentro de todos os tipos de empresas e indústrias.

4 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Os tipos de manutenção são caracterizados pela maneira como é feita a intervenção no sistema. Neste trabalho serão apresentados os seguintes tipos de manutenção: manutenção corretiva planejada e não-planejada, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva e engenharia de manutenção.

4.1 Manutenção Corretiva

É a forma mais simples e mais primitiva de manutenção. De acordo com SLACK et al. (2002, p. 625) “significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido [...]”.

A manutenção corretiva é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma “pane”, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. Resumindo, é toda manutenção com a intenção de corrigir falhas em equipamentos, componentes, módulos ou sistemas, visando restabelecer sua função. Este tipo de manutenção, normalmente implica em custos altos, pois a falha inesperada pode acarretar perdas de produção e queda de qualidade do produto. Não existe plano para esse tipo de manutenção e as paralisações são quase sempre mais demoradas e a insegurança exige estoques elevados de peças de reposição, com acréscimos nos custos de manutenção.

Quando a manutenção corretiva é realizada, o equipamento deve ser inspecionado para identificar o motivo da falha e permitir a ação a ser tomada para eliminar ou reduzir a frequência de futuras falhas semelhantes. Estas inspeções devem ser incluídas no planejamento de trabalho de manutenção, por equipes especializadas e supervisionadas pela gestão de manutenção. Esse tipo de manutenção tem como objetivo diminuição do tempo ocioso das máquinas seja por falhas na operação, por falta de peças, avarias ou substituição de ferramentas. Observa-se que qualquer intervenção que não conste do Plano de Manutenção da estrutura flutuante pode ser classificada como uma Manutenção Corretiva, mas não necessariamente a mesma envolve reparos em equipamentos. Por vezes, ajustes operacionais ou o adiantamento da próxima manutenção preventiva prevista no plano podem constituir uma intervenção dita corretiva. Caso um reparo seja inevitável, é responsabilidade da empresa que forneceu o equipamento garantir que o mesmo seja feito quando o problema ainda não se configurou em uma perda significativa de capacidades/segurança da embarcação ou plataforma.

A manutenção corretiva se subdivide em duas categorias: planejada e não planejada.

4.1.1 Manutenção corretiva não planejada

A correção da falha ou do desempenho abaixo do esperado é realizada sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planejamento anterior, aleatoriamente. Implica em altos custos e baixa confiabilidade de produção, já que gera ociosidade e danos maiores aos equipamentos, muitas vezes irreversíveis.

4.1.2 Manutenção corretiva planejada

Quando a manutenção é preparada. Ocorre, por exemplo, pela decisão gerencial de operar até a falha ou em função de um acompanhamento preditivo.

Esse tipo de gerência de manutenção, apesar de simples, pode requerer custos altíssimos, associados a: estoque de peças sobressalentes, trabalho extra, custo com ociosidade do equipamento e baixa disponibilidade de produção. E os custos tendem a aumentar ainda mais caso o tempo de reação se prolongue, seja por falha da equipe de manutenção, seja por falta de peça de reposição. Geralmente um reparo realizado no modo corretivo-reativo terá em média um custo, cerca de três vezes maior, do que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo.

4.1.3 Vantagens da Manutenção Corretiva

Esta manutenção pode ser considerado o tipo de manutenção de custo mais baixo. No que diz respeito ao trabalho e partes substituídas, porque os recursos são desembolsados somente quando o problema ocorre; porém, em termos do custo total da operação do equipamento, um programa de manutenção puramente corretivo é normalmente mais caro.

4.1.4 Desvantagens da Manutenção Corretiva

A reparação de falhas após a quebra é inaceitável para a maioria dos equipamentos utilizados na construção, comércio, fabricação, indústria do petróleo, geração de energia elétrica, gás, transportes e etc. Os processos mecânicos existentes nestas indústrias são caros e envolvem níveis de segurança elevados, para que possam falhar sem uma parada ordenada.

Além disto, o custo da produção seria muito elevado, caso a manutenção fosse executada de forma unicamente corretiva.

4.2 Manutenção Preventiva

É a manutenção voltada para evitar que a falha ocorra, através de manutenções em intervalos de tempo pré-definidos. Segundo Nigel SLACK ela, “visa eliminar ou reduzir as probabilidade de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados”.

Com o tempo, as indústrias foram se conscientizando de que a máquina que funcionava ininterruptamente até quebrar acarretava vários problemas que poderiam ser evitados com simples paradas preventivas para lubrificação, troca de peças gastas e ajustes.

Com o auxílio dos relatórios escritos sobre os trabalhos realizados, são suprimidas as inconveniências das quebras inesperadas. Isso evita a difícil tarefa de trocas rápidas de máquinas e improvisações que causam o desespero dos colaboradores da manutenção corretiva.

A manutenção preventiva é um método aprovado e adotado atualmente em todos os setores industriais, pois abrange desde uma simples revisão – com paradas que não obedecem a uma rotina – até a utilização de sistemas de alto índice técnico.

Esta manutenção abrange cronogramas nos quais são traçados planos e revisões periódicas completas para todos os tipos de materiais utilizados nas oficinas. Ela inclui também, levantamentos que visam facilitar sua própria introdução em futuras ampliações do corpo da empresa.

Os programas mais constantes da manutenção preventiva são: reparos, lubrificação, ajustes, recondiçionamentos de máquinas, etc. Os métodos comuns para determinar quando uma política de controle de falhas deve ser aplicada incluem: especificações do fabricante, regras de sociedades normativas e legislação aplicável, opinião de especialistas ou o tipo de manutenção que já é aplicado em equipamento similar.

A manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças gastas por novas, de maneira a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento e assegurando assim o seu funcionamento perfeito por um período predeterminado.

O método preventivo proporciona um determinado ritmo de trabalho, assegurando o equilíbrio necessário ao bom andamento das atividades. Esta manutenção é considerada como

o ponto de apoio das atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, substituição de peças e reformas.

O controle das peças de reposição é um problema que atinge todos os tipos de indústria. Uma das metas a que se propõe a manutenção preventiva é a diminuição sensível dos estoques. Isso se consegue com a organização dos prazos para reposição de peças. Assim, ajustam-se os investimentos para o setor.

Em qualquer sistema industrial, a improvisação é um dos focos de prejuízo. É sabido que quando se improvisa pode-se evitar a paralisação da produção, mas perde-se em eficiência. A improvisação pode e deve ser evitada por meio de métodos preventivos estabelecidos pelos técnicos de manutenção preventiva. A aplicação de métodos preventivos assegura um trabalho uniforme e seguro.

A manutenção preventiva, por ter um alcance extenso e profundo, deve ser organizada. Se a organização da manutenção preventiva carecer da devida solidez, ela pode provocar desordens e confusões. Por outro lado, a capacidade e o espírito de cooperação dos técnicos são fatores importantes para a manutenção preventiva. Ela deve, também, ser sistematizada para que o fluxo dos trabalhos se processe de modo correto e rápido. Sob esse aspecto, é necessário estabelecer qual deve ser o sistema de informações a ser empregado e os procedimentos adotados.

O desenvolvimento de um sistema de informações deve apresentar definições claras e objetivas e conter a delegação das responsabilidades de todos os elementos participantes. O fluxo das informações deverá fluir rapidamente entre todos os envolvidos na manutenção preventiva.

Esta manutenção exige, também, um plano para sua própria melhoria. Este é conseguido por meio do planejamento, execução e verificação das atividades que são indicadores para se buscar a melhoria dos métodos de manutenção, das técnicas de manutenção e da elevação dos níveis de controle.

4.2.1 Objetivos da Manutenção Preventiva:

Os principais objetivos da manutenção preventiva são:

a) Redução de custos - Em sua grande maioria, as empresas buscam reduzir os custos incidentes nos produtos que fabricam. A manutenção preventiva pode colaborar atuando nas peças sobressalentes, nas paradas de emergência, etc., aplicando o mínimo necessário.

- b) Qualidade do produto - A concorrência no mercado nem sempre ganha com o menor custo. Muitas vezes ela ganha com um produto de melhor qualidade. Para atingir a meta qualidade do produto, a manutenção preventiva deverá ser aplicada com maior rigor.
- c) Aumento de produção - O aumento de produção de uma empresa se resume em atender a demanda crescente do mercado. É preciso manter a fidelidade dos clientes já cadastrados e conquistar outros, mantendo os prazos de entrega dos produtos e serviços, em dia.
- d) Efeitos no meio ambiente - Em determinadas empresas, o ponto mais crítico é a poluição causada pela atividade que ela executa. Se a meta da empresa for a diminuição ou eliminação da poluição, a manutenção preventiva, como primeiro passo, deverá estar voltada para os equipamentos antipoluição.
- e) Aumento da vida útil dos equipamentos – É um fator que, na maioria das vezes, não pode ser considerado de forma isolada. Esse fator, geralmente, é consequência da redução de custos; da qualidade do produto; do aumento de produção; dos efeitos do meio ambiente. A manutenção preventiva, atuando nesses itens, contribui para o aumento da vida útil dos equipamentos.
- f) Redução de acidentes do trabalho - Não são raros os casos de empresas cujo maior problema é a grande quantidade de acidentes. A manutenção preventiva pode colaborar para a melhoria dos programas de segurança e prevenção de acidentes.

4.2.2 Vantagens da manutenção preventiva

Algumas das vantagens obtidas quando se realiza a manutenção preventiva de maneira eficiente e eficaz, são: o aumento da disponibilidade do equipamento; aumento da segurança operacional; redução de paradas imprevistas; melhor distribuição das tarefas da manutenção, facilitando o seu gerenciamento.

4.2.3 Desvantagens da manutenção preventiva

O que falta na manutenção preventiva é um método para determinar quando a condição do equipamento está para afetar o planejamento da manutenção.

Um programa de manutenção baseado puramente no tempo pode ser prejudicado pelos seguintes problemas: as paradas imprevistas não são completamente eliminadas; recursos suficientes devem ser mantidos a disposição para qualquer eventualidade; muitos programas de manutenção preventiva não incluem um acompanhamento da configuração do

equipamento o que pode levar a uma substituição prematura de componentes quase novos; muitos destes programas também não incluem um acompanhamento do uso do equipamento, o que pode resultar numa alta possibilidade de que algumas partes substituídas estejam menos recuperáveis do que esperado; além disso, muitos programas deste tipo também não incluem um acompanhamento da vida dos componentes. Este procedimento poderia qualificar e tornar disponíveis componentes usados com uma parte da vida útil ainda restante para uso futuro em manutenções imprevistas.

De acordo com ALMEIDA (2000, p.3) “todos os programas de gerência de manutenção preventiva assumem que as máquinas degradarão com um quadro típico de sua classificação em particular”. Ou seja, os reparos e recondiçõamentos de máquinas e equipamentos, na maioria das empresas, são planejados a partir de estatísticas, sendo a mais largamente usada a curva do tempo médio para falha – CTMF. O grande problema deste tipo de abordagem, no entanto, é basear-se em estatísticas para programação de paradas sem, no entanto, avaliar as variáveis específicas do sistema que afetam diretamente a vida operacional normal do equipamento. ALMEIDA (2000, p.3) cita como exemplo que “o tempo médio entre as falhas (TMF) não será o mesmo para uma bomba que esteja trabalhando com água e bombeando polpas abrasivas de minério”. Tais generalizações são as principais responsáveis pelos dois problemas mais comuns ao se adotar a manutenção preventiva, que são os reparos desnecessários ou bastante antecipados e as falhas inesperadas. No primeiro caso, adota-se o reparo realizado muito antes do necessário, o que gera desperdício de peças e trabalho. Já no segundo caso, o mais crítico, apesar dos esforços para prevenir a falha, esta acabou acontecendo, associando gastos preventivos aos corretivos que, conforme mostrado anteriormente, são bem maiores.

4.3 Manutenção Preditiva

É a manutenção que realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, visando definir o instante correto da intervenção, com o máximo de aproveitamento do ativo.

Segundo ALMEIDA (2000, p. 4): “(...) trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade do produto, o lucro, e a efetividade global de nossas plantas industriais de manufatura e de produção”. Isso porque tal abordagem se utiliza de ferramentas mais efetivas para obter a condição operativa real dos sistemas produtivos, ou seja, consegue fornecer dados sobre a condição mecânica de cada máquina, determinando o tempo médio

real para falha. Portanto, todas as atividades de manutenção são programadas em uma base “conforme necessário”.

ALMEIDA (2000, p. 4) ainda destaca a diferença mais substancial entre a manutenção corretiva e a preditiva:

“(...) Talvez a diferença mais importante entre manutenção reativa e preditiva seja a capacidade de se programar o reparo quando ele terá o menor impacto sobre a produção. O tempo de produção perdido como resultado de manutenção reativa é substancial e raramente pode ser recuperado. A maioria das plantas industriais, durante períodos de produção de pico, operam 24 horas por dia. Portanto, o tempo perdido de produção não pode ser recuperado.”

Manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. Trata-se da manutenção que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado.

Esta manutenção se baseia na análise da evolução supervisionada de parâmetros significantes da deterioração do componente ou equipamento, permitindo alongar e planejar intervenções.

4.3.1 Objetivos da manutenção preditiva

A proposta da manutenção preditiva é fazer o monitoramento regular das condições mecânicas e elétricas dos equipamentos e instalações e, ainda, monitorar o rendimento operacional de equipamentos e instalações quanto a seus processos. Como resultado desse monitoramento, tem-se a maximização dos intervalos entre reparos por quebras (manutenção corretiva) e reparos programados (manutenção preventiva), bem como maximização de rendimento no processo produtivo, visto que equipamentos e instalações estarão disponíveis o maior tempo possível para operação.

Alguns dos objetivos desse tipo de manutenção são:

- a) determinar, antecipadamente, a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento;
- b) eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
- c) aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- d) reduzir o trabalho de emergência não planejado;
- e) impedir o aumento dos danos;
- f) aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;

- g) aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento ou linha de produção;
- h) determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos que precisam de manutenção.

Por meio desses objetivos, pode-se deduzir que eles estão direcionados a uma finalidade maior e importante: redução de custos de manutenção e aumento da produtividade.

4.3.2 Procedimentos e monitoramento

Para ser executada, a manutenção preditiva exige a utilização de aparelhos adequados, capazes de registrar vários fenômenos, tais como: vibrações das máquinas; pressão; temperatura; desempenho e aceleração.

Com base no conhecimento e análise dos fenômenos, torna-se possível indicar, com antecedência, eventuais defeitos ou falhas nas máquinas e equipamentos. A manutenção preditiva, geralmente, adota vários métodos de investigação para poder intervir nas máquinas e equipamentos. Entre os vários métodos destacam-se os seguintes: estudo das vibrações; análise dos óleos; análise do estado das superfícies e análises estruturais de peças. E após a análise dos fenômenos, adota dois procedimentos para atacar os problemas detectados: estabelece um diagnóstico e efetua uma análise de tendências.

4.3.2.1 Diagnóstico

Detectada a irregularidade, o responsável terá o encargo de estabelecer, na medida do possível, um diagnóstico referente a origem e a gravidade do defeito constatado . Este diagnóstico deve ser feito antes de se programar o reparo.

4.3.2.2 Análise da tendência da falha

A análise consiste em prever com antecedência a avaria ou a quebra, por meio de aparelhos que exercem vigilância constante predizendo a necessidade do reparo.

4.3.2.3 Periodicidade dos controles

A coleta de dados deve ser efetuada periodicamente por um técnico utilizando sistemas portáteis de monitoramento. As informações recolhidas deverão ser registradas numa

ficha, possibilitando ao responsável pela manutenção preditiva tê-las em mãos para as providências cabíveis.

A periodicidade dos controles é determinada de acordo com os seguintes fatores:

- número de máquinas a serem controladas;
- número de pontos de medição estabelecidos;
- duração da utilização da instalação;
- caráter “estratégico” das máquinas instaladas;
- meios materiais colocados a disposição para a execução dos serviços.

4.3.3 Vantagens da manutenção preditiva

A manutenção preditiva fornece sofisticadas ferramentas para o operador monitorar seu equipamento e procedimentos de manutenção. Seus dados são continuamente analisados apresentando:

- Uma estimativa da condição da máquina em funcionamento;
- Uma estimativa da confiabilidade do equipamento.

Além disso, fornece um meio de gerenciar continuamente e melhorar o processo, incluindo tarefas como:

- Estabelecer limites de avaliação da mediação confiáveis;
- Estabelecer limites confiáveis para o uso dos componentes;
- Estabelecer indicadores de falha confiáveis;
- Formar e manter uma biblioteca de relações causa-efeito;
- Avaliar os procedimentos de manutenção e solução dos problemas.

Quando efetivo, um programa de manutenção preditiva traz os seguintes benefícios:

- Aumento da vida útil do equipamento;
- Controle dos materiais (peças, componentes, partes etc.) e melhor gerenciamento;
- Diminuição dos custos nos reparos;
- Melhoria da produtividade da empresa;
- Diminuição dos estoques de produção;
- Limitação da quantidade de peças de reposição;
- Melhoria da segurança;
- Credibilidade do serviço oferecido;
- Aumento da disponibilidade do equipamento;
- Extensão dos intervalos periódicos da manutenção preventiva;

- Redução na retirada de componentes falsos (quando não se conhece a origem da falha os componentes vão sendo substituídos até sanar o problema).
- Redução no número de horas de execução de manutenção;
- Redução na requisição de peças sobressalentes.
- Motivação do pessoal de manutenção;

4.3.4 Desvantagens da manutenção preditiva

Um sistema de manutenção baseada na condição requer a implementação de um sistema de monitoramento para avaliar continuamente a condição do equipamento. O custo do sistema de monitoração é adicionado ao custo da manutenção do equipamento.

Limites técnicos da manutenção preditiva:

A eficácia da manutenção preditiva está subordinada a eficácia e a confiabilidade dos parâmetros de medida que a caracterizam.

4.4 Manutenção Detectiva

Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Na medida em que aumenta a utilização de instrumentação de comando, controle e automação, maior a necessidade da manutenção detectiva para garantir a confiabilidade dos sistemas. Ela é fundamental na garantia da viabilidade das máquinas em longo prazo. Com máquinas e sistemas industriais se tornando cada dia mais complexos, a manutenção detectiva está se mostrando extremamente importante no planejamento de manutenção de uma empresa.

Gerenciar uma companhia de maneira eficiente inclui também ações que permitam aos gestores administrar os riscos também. Algumas falhas têm um efeito imediato e direto sobre o desempenho de máquinas e equipamentos. Outras falhas não apresentam o mesmo efeito imediato em sistemas de comando e proteção, entretanto, podem gerar consequências mais desastrosas no decorrer do funcionamento das máquinas. E, para detectá-los antes que incidentes aconteçam, ou até mesmo antes que a produção paralise por completo, é preciso que a manutenção detectiva entre em ação.

A manutenção detectiva por vezes pode até ser confundida com a manutenção corretiva planejada, porém a detectiva visa à atuação e detecção de falhas ocultas ou imperceptíveis em equipamentos e sistemas de proteção e de comandos, durante os períodos

de inspeção realizados por pessoal qualificado e por operadores do setor, terceirizados ou não. Esse tipo de manutenção é específico para sistemas automatizados, onde o controle de atividades e tarefas é feito com base em comandos de sistemas e circuitos. Um exemplo bem prático refere-se ao funcionamento dos geradores. Ao faltar luz, os geradores devem entrar em ação. Porém, se houver alguma falha no sistema de transmissão de dados, o gerador não funciona. Ou seja, quanto maior o emprego da automação e de instrumentos de comando, maior a necessidade de planejar ações específicas de manutenção detectiva.

A principal diferença entre esse tipo de sistema e o sistema de manutenção preditiva é que o nível de permissão de atuação automatizado deve ser elevado, permitindo ao usuário leituras constante e em tempo real da situação dos sistemas.

Com isso temos que na manutenção preditiva os dados são colhidos e analisados após o acontecimento, já na manutenção detectiva, são lidos em tempo real, apresentando o comportamento do sistema no momento em que ele ocorre, possibilitando corrigir o problema assim que ele é detectado.

Esses sistemas de monitoramento são independentes e ambos têm por finalidade garantir que o sistema não venha a apresentar falhas durante o processo.

4.5 Engenharia de Manutenção

É o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida.

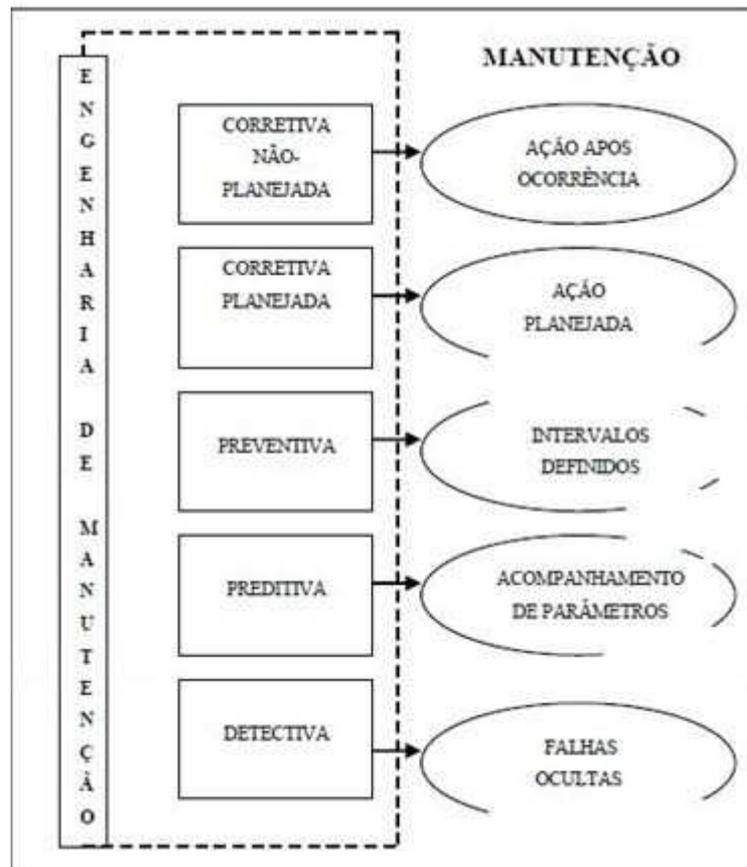
É o nível mais elevado de investimento em manutenção. Consiste em buscar as causas da manutenção já no projeto do equipamento, modificando situações permanentes de mau desempenho, problemas crônicos, e desenvolvendo a manutenabilidade.

Após o surgimento da manutenção preditiva, a prática da Engenharia de Manutenção pode ser considerada como uma quebra de paradigma, principalmente em virtude das mudanças na rotina da atividade e da consolidação de uma política de melhoria contínua para a área de manutenção.

Ela visa, dentre outros fatores, aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e conservação; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar gestão de pessoal, materiais e sobressalentes; participar de novos projetos e dar suporte à execução; fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção, fazer análise crítica e acompanhar indicadores, zelando sempre pela documentação técnica.

A empresa que pratica a Engenharia de Manutenção não está apenas realizando acompanhamento preditivo de seus equipamentos e máquinas, ela está alimentando sua estrutura de dados e informações sobre manutenção que irão lhe permitir realizar análises e estudos para proposição de melhorias no futuro. A figura 1 abaixo ilustra melhor as diferenças entre os diversos tipos de manutenção e a posição da Engenharia de Manutenção neste cenário:

Fig. 2: Tipos de manutenção



Fonte: Adaptado de Kardec & Nascif. 2009

5 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Gestão é a ciência social que estuda e sistematiza as práticas usadas para administrar. O termo "administração" significa *direção, gerência*. Ou seja, é o ato de administrar ou gerenciar negócios, pessoas ou recursos, com o objetivo de alcançar metas definidas. É uma área do conhecimento fundamentada em um conjunto de princípios, normas e funções, elaboradas para disciplinar os fatores de produção, tendo em vista o alcance de determinados fins como maximização de lucros ou adequada prestação de serviços públicos.

Em face das grandes mudanças ocorridas nos setores tecnológicos e de produção nos últimos anos, com complexidade cada vez maior dos equipamentos e, ao mesmo tempo, grande exigência de produtividade e qualidade, a função manutenção tem assumido grandes responsabilidades no sentido de garantir confiabilidade e disponibilidade, fatores refletidos diretamente no desempenho operacional da organização.

Nunes & Valladares (2008, p. 4) enfatizam a importância desempenhada pela função manutenção nos dias atuais:

Em linhas gerais, pode-se afirmar que toda evolução tecnológica dos equipamentos, processos e técnicas de manutenção, a necessidade de controles cada vez mais eficientes e de ferramentas de apoio à decisão, o desenvolvimento de estudos relativos ao desgaste e controle das falhas e suas consequências, a dependência de equipes treinadas e motivadas para enfrentar estes desafios, o desenvolvimento de novas técnicas, e, conseqüentemente, os custos de manutenção em termos absolutos e proporcionalmente às despesas globais, transformaram a gestão da manutenção em um segmento estratégico para o sucesso empresarial.

A gestão deve estar relacionada a todo conjunto de ações, decisões e definições sobre tudo o que se necessita realizar, possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os serviços que são aguardados pela função manutenção.

Nenhuma modalidade de manutenção substitui a outra, mas elas devem ser associadas para trazer melhorias em termos de desempenho de gestão. Logo, mais importante do que restringir a política de manutenção a uma abordagem ou outra, é necessário utilizar uma metodologia adequada de gestão do sistema de manutenção. Assim, a função manutenção deixará de ser um gasto adicional para a empresa e poderá ser encarada como fator estratégico para redução dos custos totais de produção.

Com objetivo de agilizar o atendimento à operação, otimizar a utilização de recursos humanos e materiais, além de disseminar conhecimento técnico, teórico e prático é importante

se adotar sistemas de gestão, para medir, capacitar e melhorar continuamente o nível de conhecimento das equipes de uma empresa. A seguir serão apresentadas algumas importantes ferramentas de gestão da manutenção: o TPM (Total Productive Maintenance) ou Manutenção Produtiva Total, o RCM (Reliability-Centered Maintenance) ou Manutenção Centrada em Confiabilidade e o FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ou Análise dos Modos de Falha e Efeitos.

5.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Durante muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção corretiva. Com isso, ocorriam desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e esforços humanos, além de prejuízos financeiros.

A partir de uma análise desse problema, passou-se a dar ênfase na manutenção preventiva. Com enfoque nesse tipo de manutenção, foi desenvolvido o conceito de manutenção produtiva total, conhecido pela sigla TPM (total productive maintenance), que inclui programa de manutenção preventiva e preditiva.

A TPM tem como objetivo principal melhorar a confiabilidade dos equipamentos e aumentar a qualidade dos processos, viabilizando assim o sistema “Just in Time”. Ela exige compromisso voltado para o resultado. Antes de uma política de manutenção, é uma filosofia de trabalho, com forte dependência de envolvimento dos mais diferentes níveis da organização. Abaixo estão três características importantes do TPM:

- Reconhecimento da manutenção como atividade geradora de lucros para a organização;
- Integração e otimização das políticas de manutenção existentes e utilizadas na organização, melhorando a eficiência global dos equipamentos;
- Promoção e incentivo à cultura do envolvimento dos operadores com a manutenção (manutenção espontânea), adquirindo novas capacidades e se dedicando aos projetos de aperfeiçoamento de diagnóstico e do equipamento.

Existem ainda os cinco pilares da TPM que são as bases sobre as quais se constrói um programa de TPM, envolvendo toda a empresa e habilitando-a para encontrar metas, tais como defeito zero, falha zero, aumento da disponibilidade de equipamento e lucratividade.

Os cinco pilares são representados por:

- Eficiência;
- Auto reparo;

- Planejamento;
- Treinamento;
- Ciclo de vida.

E os cinco pilares são baseados nos seguintes princípios:

- Atividades que aumentam a eficiência do equipamento;
- Estabelecimento de um sistema de manutenção autônomo pelos operadores;
- Estabelecimento de um sistema planejado de manutenção;
- Estabelecimento de um sistema de treinamento objetivando aumentar as habilidades técnicas dos colaboradores;
- Estabelecimento de um sistema de gerenciamento do equipamento.

Apesar de cada empresa possuir suas peculiaridades, a metodologia do TPM também fornece alguns conceitos que deveriam ser considerados para sua implementação: “Melhoria Focada ou Específica”, “Manutenção Autônoma”, “Manutenção Planejada”, “Treinamento e educação”, “Gestão antecipada”, “Manutenção da Qualidade”, “Segurança, saúde e meio ambiente”, “Melhoria dos processos”.

- Melhoria Focada ou Específica: atuação nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos (foco corretivo);

- Manutenção Autônoma: relacionada, principalmente, às atividades que envolvem os operadores e seus equipamentos, despertando neles a vontade de cuidar e manter seus instrumentos de trabalho em boas condições de uso. Baseia-se também no espírito de trabalho em equipe para melhoria contínua das rotinas de manutenção e produção;

- Manutenção Planejada: foco preventivo, com rotinas de inspeção baseadas no tempo ou na condição do equipamento, visando aumento de confiabilidade e disponibilidade e redução dos custos;

- Treinamento e educação: refere-se à aplicação de treinamentos técnicos e comportamentais para desenvolvimento das equipes, principalmente nos quesitos liderança, flexibilidade e autonomia;

- Gestão Antecipada: todos os históricos anteriores de equipamentos e seus similares são analisados quando do projeto de um novo equipamento, a fim de que se construam equipamentos mais adequados aos índices de confiabilidade desejados;

- Manutenção da qualidade: refere-se à interação existente entre qualidade dos produtos e capacidade de atendimento à demanda e confiabilidade dos equipamentos e da manutenção;

- Segurança, Saúde e Meio Ambiente: como sugere o próprio nome, tem foco na melhoria contínua das condições citadas, reduzindo os riscos acerca de falhas;

- **Melhoria dos Processos Administrativos:** baseia-se em organizar e eliminar desperdícios nas rotinas administrativas, evitando que as mesmas interfiram na eficiência dentro do chão-de-fábrica.

Esses oito conceitos definem e norteiam a filosofia do TPM, cujo foco é a “Falha Zero”.

Fig. 3: Visão da TPM



Fonte: <http://qplancursos.com.br/wp-content/uploads/2017/04/TPM-1.jpg>

5.1.1 A origem da TPM

A manutenção preventiva teve sua origem nos Estados Unidos e foi introduzida no Japão em 1950. Até então, a indústria japonesa trabalhava apenas com o conceito de manutenção corretiva, após a falha da máquina ou equipamento. Isso representava um custo e um obstáculo para a melhoria da qualidade.

As primeiras discussões a respeito da importância da manutenibilidade e suas consequências para o trabalho de manutenção, já surgiram nessa época.

Em 1960, ocorre o reconhecimento da importância da manutenibilidade e da confiabilidade como sendo ponto chave para a melhoria da eficiência das empresas. Surgiu, assim, a manutenção preventiva, ou seja, o enfoque da manutenção passou a ser o de confiança no setor produtivo quanto à qualidade do serviço de manutenção realizado.

Na busca por maior eficiência da manutenção produtiva, por meio de um sistema compreensivo, baseado no respeito individual e na total participação dos empregados, surgiu a TPM, em 1970, no Japão.

Nessa época ocorria o avanço na automação industrial, a busca em termos de melhoria da qualidade, o aumento da concorrência empresarial, o emprego do sistema “just-in-time”,

uma maior consciência de preservação ambiental e conservação de energia, dificuldades de recrutamento de mão de obra para trabalhos considerados sujos, pesados ou perigosos, e o aumento da gestão participativa e surgimento do operário polivalente. Todas essas ocorrências contribuíram para o aparecimento da TPM.

A empresa usuária da máquina se preocupava em valorizar e manter o seu patrimônio, pensando em termos de custo do ciclo de vida da máquina ou equipamento. No mesmo período, surgiram outras teorias com os mesmos objetivos.

5.1.2 Objetivos da TPM

O objetivo global da TPM é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos, etc.) e em termos humanos (aprimoramento das capacitações pessoais envolvendo conhecimentos, habilidades e atitudes), a meta a ser alcançada e o rendimento operacional global.

Para tanto, a metodologia também sugere objetivos específicos a serem alcançados. Sendo esses os quatro objetivos principais:

- Eliminação das Grandes Perdas;
- Manutenção Autônoma;
- Manutenção Planejada;
- Educação e Treinamento.

Em relação à Eliminação das Grandes Perdas, originalmente, classificou-se as seis principais perdas de equipamentos em:

a) Perda por parada devido à quebra/falha: é a mais significativa, sendo originada da não manutenção ou intervenção incorreta no equipamento. Esta deve ser eliminada;

b) Perda por mudança de linha e regulagens: causa a parada de produção, deve ser minimizada ao máximo;

c) Perda por operação em vazio e pequenas paradas: motivada por pequenas inatividades de produção (o equipamento pára porque houve um pequeno problema durante sua utilização);

d) Perda por queda de velocidade: quando há uma diminuição da velocidade de produção, por queda no bom funcionamento e/ou confiabilidade do equipamento;

e) Perda por defeitos gerados no processo de produção: perda gerada por repetições de processos defeituosos e/ou retrabalho;

f) Perda no início da operação e por queda de rendimento: perda gasta para estabilização do processo, demandando tempo e estudo.

Independente da abordagem de perdas, as organizações que adotam o TPM devem procurar concentrar seus esforços em eliminar as principais causas relacionadas a elas, de maneira a atingir a eficiência global do equipamento. Assim, é simples entender o foco da metodologia em capacitar os operadores para que conduzam a manutenção de forma espontânea, e trabalhem de maneira proativa para a melhoria das condições dos equipamentos, aliando a isso, a capacitação da equipe de manutenção para que seja multifuncional, atuando na busca permanente de economias, seja através de reprojeto, seja através da eliminação dos obstáculos à produção.

As melhorias devem ser conseguidas por meio dos seguintes passos:

- Capacitar os operadores para conduzir a manutenção de forma voluntária;
- Capacitar os mantenedores a serem polivalentes;
- Capacitar os engenheiros para projetarem equipamentos que dispensem ao máximo, a manutenção;
- Incentivar estudos e sugestões para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento.
- Aplicar o programa dos oito S:
 1. Seiri = organização; implica eliminar o supérfluo.
 2. Seiton = arrumação; implica identificar e colocar tudo em ordem.
 3. Seiso = limpeza; implica limpar sempre e não sujar.
 4. Seiketsu = padronização; implica manter a arrumação, limpeza e ordem em tudo.
 5. Shitsuke = disciplina; implica a autodisciplina para fazer tudo espontaneamente.
 6. Shido = treinar; implica a busca constante de capacitação pessoal.
 7. Seison = eliminar as perdas.
 8. Shikari yaro = realizar com determinação e união.
- Eliminar as perdas:
- Aplicar as cinco medidas para obtenção da “quebra zero”:
 1. Estruturação das condições básicas.
 2. Obediência às condições de uso.
 3. Regeneração do envelhecimento.
 4. Sanar as falhas do projeto (terotecnologia).
 5. Incrementar a capacitação técnica.

5.2 Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM)

A Manutenção Centrada em Confiabilidade foi documentada na publicação de Stan Nowlan e Howard Heap em 1978, a partir da análise da política de manutenção no setor de transporte aéreo, e demonstrou, dentre outros aspectos, que não havia forte correlação entre idade de equipamento e taxa de falhas.

O RCM é uma metodologia que identifica quais as práticas mais indicadas, dentro de uma operação, para a preservação das funções nela existentes. Ou seja, identifica e mensura a confiabilidade de um sistema (equipamentos, máquinas e processos) e, de maneira científica, propõe meios para aumentar essa confiabilidade.

Diferentemente de outras metodologias, busca direcionar e replanejar a manutenção de uma área ou equipamento específicos, ou da empresa como um todo, e é a própria empresa que vai dizer qual o nível de serviço que deseja ou que considera aceitável para seus equipamentos, de acordo com especificações de projeto, custo x benefício, custo e impacto de falhas, entre outros.

A seguir serão descritos sete passos para implantação da metodologia RCM:

Passo 1 - Seleção de equipamento/área onde será realizada a manutenção: onde os investimentos forem justificáveis, devem-se planejar os detalhes da manutenção, como análises (quando e onde), auditorias e treinamento;

Passo 2 - Determinação do desempenho desejado e capacidade real tecnológica do ativo: conciliar a manutenção de maneira que o equipamento tenha sempre condições de executar o que ele foi projetado para executar (“capacidade intrínseca”) e também o que se deseja que ele execute (“desempenho desejado”), da maneira correta;

Passo 3 - Análise das falhas do ativo: realizar registro e análise de falhas funcionais (perda de função) de acordo com as consequências para o desempenho operacional do ativo, classificando-as em falhas parciais e totais, falhas limites inferiores e superiores, e falhas contexto operacional. Isso permitirá à função manutenção, maior conhecimento e controle sob seus equipamentos;

Passo 4 – Estudar as causas das falhas, seus efeitos e possíveis consequências: usualmente, é utilizado o FMEA - Análise de Modos de Falha e seus Efeitos – para conduzir as investigações sobre as falhas, gerando informações que justifiquem a tomada de decisão para eliminar ou amenizar a causa/efeito da falha;

Passo 5 – Selecionar o tipo de manutenção mais adequada, de acordo com a seguinte classificação: tempo (preventiva), condição (preditiva) e teste (detectiva). Isso permitirá uma

alta confiabilidade operacional do equipamento e, onde for aplicável, alta durabilidade do mesmo com a manutenção preditiva, baixando os custos de manutenção;

Passo 6 – Formular e implementar o plano de manutenção: é importante que as recomendações no novo plano de manutenção sejam comparadas às já existentes, de maneira a decidir se devem ser propostas novas atividades, mudar as já existentes ou, até mesmo, eliminar algumas.

Passo 7 – Melhoria Contínua: através de constantes revisões, para adaptação às novas tecnologias, aos novos problemas e às novas condições do ambiente. Destaca-se ainda, a importância do envolvimento de todos os setores e colaboradores, para que as novas melhorias atinjam a empresa como um todo e apresentem, de fato, resultados significativos.

O RCM visa à utilização máxima dos recursos disponíveis, desde que viáveis, para garantir a confiabilidade de operação. Além disso, pelo alto nível de informações que gera, permite a empresa melhorar seu desempenho operacional, aumentar a vida útil dos equipamentos, melhorar a tomada de decisão a respeito das manutenções (quando, onde, o que e por que fazer). Depois de levantados os riscos de falhas, a empresa poderá dirigir seus esforços para as máquinas que, caso falhem, possam vir a gerar algum agravante para o ambiente e/ou seus próprios colaboradores, portanto, melhorando a segurança.

Fig. 4: Objetivo da RCM



Fonte: <http://www.manutencaoemfoco.com.br/metodologia-rcm-reliability-centered-maintenance/>

5.3 Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA)

É uma ferramenta da ciência da melhoria útil na análise de causa-e-efeito e para garantir que as causas de falha de um produto desapareçam.

Esta ferramenta é usada para aumentar a confiabilidade de certo produto ou equipamento, durante a fase de projeto ou processo. A ferramenta consiste basicamente em sistematizar um grupo de atividades para detectar possíveis falhas e avaliar os efeitos das

mesmas para o projeto/processo. A partir dessas possíveis falhas, identificam-se ações a serem tomadas para eliminar ou reduzir a probabilidade de que as mesmas ocorram.

Deste modo é obtida uma lista de possíveis falhas, organizada por ordem do risco que elas representam e com respectivas ações a serem tomadas para mitigá-las. Essa lista auxilia na escolha de projetos alternativos com alta confiabilidade durante as etapas iniciais da fase de projeto. Assim garante-se que todas as possíveis falhas de um projeto/processo sejam consideradas e suas probabilidades de ocorrência minimizadas, quando se fizer necessário.

Portanto a análise FMEA tem como objetivo identificar potenciais modos de falha de um produto ou processo de forma a avaliar o risco associado a estes modos de falhas, para que sejam classificados em termos de importância e então receber ações corretivas com o intuito de diminuir a incidência de falhas. É um método importante que pode ser utilizado em diferentes áreas de uma organização como: projetos de produtos, análise de processos, área industrial e/ou administrativa, manutenção de ativos e confiabilidade com o intuito de trazer importantes benefícios para o negócio.

A aplicação da FMEA impacta diretamente no retorno financeiro da empresa que é decorrente da minimização e eliminação de falhas potenciais nos processos produtivos. Os resultados podem abranger todas as áreas industriais aumentando a confiabilidade do serviço prestado e proporcionando mais segurança e maior satisfação do usuário dos serviços.

5.3.1 Tipos de FMEA

Existem vários tipos de FMEA utilizados no mundo todo. Dentre eles, alguns podem ser mais utilizados do que outros, diferindo em alguns aspectos como forma de classificar os riscos e nomes dados aos elementos. Entretanto, todos possuem o mesmo objetivo: identificar falhas que podem causar danos em potencial ou prejuízo para o usuário do produto ou serviço oferecido. Os tipos mais comuns de FMEA são os de produto e o de processo, mas existem outros, como descritos abaixo:

a) FMEA de design: são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrente do projeto. É comumente denominada também de FMEA de projeto ou produto;

b) FMEA de processos: são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto;

c) FMEA de sistemas: são considerados sistemas e subsistemas nas fases conceituais e de projeto. O objetivo desta análise é focar nos modos de falhas entre funções do sistema. São adicionadas as interações entre sistemas e elementos dos sistemas.

d) FMEA de serviços: os serviços são analisados antes de atingirem o consumidor. É usado para identificar tarefas críticas ou significantes, para auxiliar a elaboração de planos de controle. Ajudam a eliminar obstáculos nos processos e tarefas.

Apesar das etapas e a maneira de realização da análise serem as mesmas, existem pequenas variações entre cada tipo de análise.

As análises FMEA podem precisar de dados históricos e informações importantes como: de que forma ocorreram as falhas? Como outros elementos similares falharam? E se ocorreu mudanças nas falhas após melhorias nos processos. Isto é fundamental para garantir a qualidade das análises em um processo de melhoria contínua.

5.3.2 Mecanismos

Os mecanismos utilizados na FMEA são relativamente simples. O método consiste basicamente em identificar e dispor todos os modos de falha em potencial em uma tabela que facilitará a sua interpretação.

Os modos de falha deverão ser dispostos na tabela, e após isso, eles serão analisados e classificados em relação a três aspectos: severidade, detectabilidade e probabilidade. Pela multiplicação desses três índices, tem-se à disposição, os modos de falha ordenados de acordo com a sua importância. Desta maneira, obtêm-se uma tabela que auxilia na tomada de decisões de mudanças (relacionadas com o aumento de confiabilidade) no projeto.

5.3.3 Quando utilizar a FMEA

Inicialmente a FMEA foi desenvolvido para ser usado na fase de projetos para evitar, através de análise de falhas em potencial e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas nos projetos de produtos/processos. Porém ela pode ser usada ao longo do ciclo de vida do equipamento para detectar possíveis falhas à medida que o sistema envelhece.

É importante ressaltar que a FMEA deve ser constantemente revisado e atualizado. Durante a fase de projeto do produto, recomenda-se que se aplique ou atualize a FMEA durante os seguintes estágios: Formulação do conceito; Projeto preliminar; Conclusão do projeto detalhado; e dos Programas de melhoria do projeto.

Possivelmente, nas fases iniciais de projeto, as informações sobre o produto estarão limitadas. Ainda assim, é possível desenvolver a FMEA respondendo a perguntas básicas como, por exemplo: Como cada parte do produto poderia falhar? Quais mecanismos poderiam produzir estes modos de falha? Quais seriam os efeitos se essas falhas ocorressem? Essas falhas poderiam acarretar em algum perigo? Como essa falha é detectada? O que será planejado durante a fase de projeto para compensar a falha?

A FMEA também é utilizada em produtos que já estão em operação. Neste caso busca-se achar a causa raiz das falhas do sistema para propor soluções de melhoria. Assim, diferentemente da FMEA realizado na fase de projetos, não é necessário prever possíveis falhas, pois neste caso trabalha-se com falhas que já estão ocorrendo no sistema.

5.3.4 Benefícios e informações geradas pela FMEA

A FMEA traz à empresa um melhor conhecimento dos problemas nos produtos, equipamento e processos. O método gera uma forma sistemática de se hierarquizar informações sobre as falhas deles, estabelecendo-se, portanto, um sistema de prioridades de melhorias, investimento, desenvolvimento, análises, testes e validação.

A aplicação da ferramenta gera arquivos que servem como uma referência para o futuro, ao nível das evoluções possíveis, da documentação de erros do passado, do desenvolvimento de técnicas avançadas de projeto e do incentivo para a necessidade constante de desenvolvimento. Desta maneira são geradas ações de melhoria no projeto do produto, equipamento ou processo, que devem ser devidamente monitoradas , para que ocorra a melhoria contínua.

Devido a essa documentação de riscos e prevenção de ocorrência de falhas, o tempo e o custo de desenvolvimento diminuem. Ao mesmo tempo a confiabilidade, qualidade e segurança do produto, equipamento ou processo, aumentam.

Esse método ajuda a empresa a manter sempre o foco no cliente, garantindo sua satisfação e segurança. Assim, facilita a empresa a identificar características críticas para a qualidade.

A análise FMEA pode ser um ponto inicial para vários outros tipos de análise, por exemplo:

- Análise de sistema de segurança

- Análise de planejamento de manutenção
- Planejamento da produção
- Análise de nível de reparos
- Planejamento de testes
- Análise de apoio à logística

Pode-se observar então, que a FMEA pode ser um método iterativo, pois à medida que são feitas análises adicionais, novas informações, que podem aumentar a precisão do método, surgem.

Há também o benefício de incorporar dentro da organização a atitude de prevenção de falhas, a atitude de cooperação e trabalho em equipe. Este último é importante para capturar o conhecimento coletivo de uma equipe, entre outros aspectos.

5.3.5 Limitações e abusos da análise FMEA

O FMEA é uma ferramenta extremamente eficiente se aplicada de maneira correta. Porém observam-se na prática muitas FMEA's que não apresentam resultados satisfatórios devido ao abuso de seus limites pelos projetistas.

A eficácia da ferramenta está muito ligada à perícia do projetista, devido ao fato de que os modos de falha precisam ser previstos por ele. Algumas limitações da FMEA estão listadas abaixo:

- O FMEA não pode ser feito até que o projeto tenha progredido a certo ponto em que os elementos do sistema tenham sido selecionados até o nível que a análise deseja explorar;
- Se o FMEA for executado muito tarde, ele pode não impactar o projeto de modo eficaz e pode não garantir a confiabilidade do dispositivo;
- Frequentemente erros humanos e ambientes hostis são negligenciados;
- Os efeitos combinados de falhas coexistentes não são considerados;
- Se o sistema for muito complexo e a análise se estender até o nível de subsistema, ou seja, mais detalhado, o processo pode ser extremamente tedioso e consumir muito tempo;
- Probabilidades de falhas podem ser difíceis de obter. Obter, aplicar e interpretar esses dados a sistemas únicos, introduz incertezas que são difíceis de avaliar. Além disso, a maioria dos sistemas se degrada ao decorrer do tempo, portanto possuem status múltiplos;
- FMEA não analisa perigos ou problemas quando o sistema está operando devidamente;

- É causado um impacto inicial no cronograma do produto e de manufatura;
- Há uma necessidade de se compor uma equipe com uma característica interdisciplinar elevada e posteriormente treiná-la devidamente, gerando custos.

Deve-se tomar muito cuidado também para não se negligenciar alguns itens importantes, dentre eles;

- Utilitários, como exemplo: eletricidade, ar comprimido, água de arrefecimento, óleo lubrificante pressurizado, vapor, etc.;
- Atividades humanas de suporte, como por exemplo: processo de controle;
- Elementos de interface.

5.3.6 Como elaborar uma análise FMEA

O documento FMEA consiste de uma lista de componentes, funções ou serviços que podem falhar. Para cada um destes itens, são determinadas a ocorrência, os efeitos e os modos de falha para que então o risco inerente à falha possa ser calculado. O valor do risco (RPN - Risk priority number, é o risco calculado que fica associado ao modo de falha) é um múltiplo de três variáveis (Ocorrência, Severidade e Detecção), sendo estas três variáveis tabeladas conforme o tipo de FMEA que está sendo utilizado.

A análise FMEA funciona da seguinte forma: um grupo identifica as funções do produto e processo, as possíveis falhas, as causas e os efeitos derivados desta. Em seguida, é analisado o risco (RPN) que cada falha pode fornecer e então são avaliadas quais medidas de melhoria e ações corretivas podem ser aplicadas de forma a diminuir os riscos analisados.

Uma planilha ou documento para a análise FMEA de processo inclui os seguintes campos:

- Nome: Nome do componente, subcomponente ou sistema que está sendo analisado;
- Função: é a função que o componente ou sistema desempenha;
- Falha: é o evento que faz com o que o componente ou sistema perca sua função;
- Efeitos: Aspecto aparente que o cliente irá notar, é o que a falha provoca;
- Classificação da Severidade: Pode variar de Zero a Dez, sendo Zero igual a uma gravidade mínima e Dez uma gravidade máxima;
- Causa: Apresentação das possíveis causas para a falha ocorrer;
- Classificação e Frequência da Ocorrência: Pode variar de Zero a Dez, sendo Zero igual a uma frequência mínima e Dez uma frequência constante;
- Classificação da detecção: Pode variar de Zero a Dez, sendo Zero igual a uma detecção máxima e Dez uma detecção nula;

- Ações e procedimentos atuais;
- Ações Recomendadas;
- Responsabilidade;
- Data Prevista;
- Ação Tomada;

Posteriormente a esta primeira rodada, são levantadas as ações necessárias para poder diminuir os maiores riscos que foram calculados. Estas ações podem ser levantadas através do conhecimento e criatividade da equipe, sessões de “brainstorm”, etc. Após agrupar todas as alternativas, será avaliada a viabilidade das mesmas e as tarefas serão distribuídas entre os envolvidos da equipe.

O documento gerado deverá ser analisado e revisado periodicamente, a fim de verificar se houveram alterações no produto e processo, ou mesmo se surgiram falhas não previstas durante o processo anterior.

Como foi apresentado, com a FMEA existe sim a possibilidade de correr riscos calculados, desde que estes riscos sejam conhecidos e que se dê prioridade a riscos mais importantes. Deve-se atentar sempre ao fato de que um risco baixo pode se tornar alto e um alto, que esteja sendo tratado pode vir a ser menos prioritário com o passar do tempo. Por este motivo é importante que todos os modos de falha sejam listados e monitorados constantemente, e o formulário deve sofrer atualizações constantes e as ações revisadas com o tempo.

5.3.7 Benefícios da análise FMEA

Ao trabalhar com a análise FMEA a empresa tende a realizar um processo produtivo com maior qualidade, trabalhar com maior confiabilidade e segurança, trabalhar com menor custo e menores avarias, e diminuir a probabilidade de falhas nos processos e produtos.

Como detalhado, FMEA é uma técnica analítica utilizada por uma equipe, como uma maneira de garantir que, até a extensão possível, os modos potenciais de falha e suas causas ou mecanismos associados, tenham sido considerados e localizados. Na sua forma mais rigorosa, a FMEA é um sumário do conhecimento de pessoas (incluindo uma análise de itens que poderiam falhar baseado na experiência e em assuntos passados) de como um produto, equipamento ou processo é desenvolvido. Assim, é fundamental que a equipe seja qualificada e a mais diversificada possível.

Fig. 5: FMEA – Análises dos modos de falha e seus efeitos



Fonte: <http://www.cepcursos.com/cursos-presenciais>

Como resultado, a FMEA impacta diretamente no retorno financeiro da empresa que reduz ou elimina falhas e desenvolve ações e procedimentos para lidar com os riscos. Do ponto de vista dos colaboradores que trabalham na empresa, como a FMEA é uma ferramenta que estimula o trabalho em equipe, ela possibilita ganhos motivacionais obtidos a partir da colaboração e o comprometimento das pessoas, que, juntas podem desenvolver uma atividade em prol do futuro da organização e de si mesmas.

6 A QUALIDADE NA MANUTENÇÃO:

6.1 Fator humano na manutenção

Um profissional de manutenção qualificado e bem equipado é fundamental para que uma empresa consiga atingir seus objetivos, obter qualidade nos seus produtos e ter prestígio no mercado. Além disso, o sucesso ou fracasso de uma empresa depende do trabalho de equipe de seus colaboradores em qualquer atividade. Na manutenção este fator é mais do que crítico, tanto internamente entre seus membros, quanto entre o seu relacionamento com a área de operação.

Conseguir que a manutenção e a operação formem uma verdadeira equipe na busca de soluções constitui um desafio para as empresas que procuram a excelência empresarial.

A fim de obter uma vantagem competitiva, é de importância fundamental o comprometimento do fator humano na organização. Esse engajamento é caracterizado por sua iniciativa, colaboração, empenho, vontade, motivação, disciplina, comprometimento e por sua satisfação em executar um trabalho que o realize e que realize também sua equipe. A manutenção depende cada vez mais da disposição de seus colaboradores em quebrar paradigmas e encarar novos desafios dentro da atividade.

É importante que o profissional de manutenção, além de otimizar o custo da manutenção tenha uma visão de quanto representa de ganho ou perda para a empresa, a maior ou menor disponibilidade dos equipamentos produtivos.

Ainda tratando de suas características, entende-se que um profissional em manutenção deve possuir competências gerais e específicas, como por exemplo, as detalhadas a seguir:

a) Competências gerais: Desenvolver características preponderantes, senso crítico, autonomia intelectual e sociabilidade; Desenvolver espírito empreendedor; Contribuir com a iniciativa do gerenciamento do seu próprio percurso no mercado de trabalho de modo flexível, interdisciplinar e contextualizado; Ter sólidas bases de conhecimentos tecnológicos e científicos; Ter boa comunicação oral e escrita; Desempenhar suas atividades buscando qualidade, controle do custo e segurança; Ter postura profissional e ética.

b) Competências específicas da área: Elaborar planos de manutenção; Fazer orçamentos de materiais, serviços e equipamentos; Executar, interpretar e fiscalizar ensaios mecânicos e tecnológicos; Fiscalizar, acompanhar e controlar serviços de manutenção industrial; Interpretar e executar projetos de instalação de equipamentos e acessórios; Conhecer e aplicar adequadamente procedimentos, normas e técnicas de manutenção;

Planejar, programar e executar manutenção industrial rotineira e em paradas; Avaliar, qualificar e quantificar equipes para realização de serviços de manutenção industrial; Especificar e identificar corretamente materiais de construção mecânica.

6.2 Instrumentos de trabalho

Em se tratando de manutenção, geralmente se tem custos com mão de obra, instrumentos e ferramentas, material para reparos, entre outros. Um instrumento de qualidade é um grande aliado do profissional da manutenção, facilitando e agilizando o trabalho do mesmo.

Um erro grande e comum cometido pelas empresas é que elas buscam o melhor preço ao invés do melhor custo. Uma ferramenta ou material de reparo de menor preço pode dificultar o trabalho do profissional de manutenção, causando assim uma parada na produção. Como o custo do instrumento é infinitamente menor que a hora da produção, é preferível investimentos direcionados a ferramentas de qualidade.

6.3 Benefícios da qualidade na mão de obra

Uma empresa que trabalha com sua linha de produção ou máquinas funcionando corretamente consegue fornecer produtos ou serviços de melhor qualidade. Por isso os profissionais da manutenção têm que ser qualificados para manter esses equipamentos em ordem e assim proporcionando benefícios para a mesma.

Alguns benefícios trazidos pela qualidade da mão de obra são: Qualidade final do produto ou serviço fornecido ao cliente; Credibilidade; Garantia; Certificados de especialização; Competitividade no mercado.

6.4 Consequências de uma mão de obra desqualificada

A frequência de problemas com equipamentos pode decorrer não só da qualidade inferior deles, mas também da qualificação da mão de obra utilizada na manutenção. Quanto maior o grau de mecanização das linhas de produção e maior o grau de complexidade das máquinas, mais qualificadas devem ser as pessoas.

A utilização de mão de obra inferior pode trazer consequências danosas:

- a) Uma frequente repetição de serviços: em função de má realização;

b) Inevitáveis interrupções da produção: decorrentes da parada de equipamentos. O que eleva custos e compromete o prazo de entrega dos pedidos;

c) Danos e diminuição da vida útil dos equipamentos: decorrente do mal funcionamento devido à má realização da manutenção dos mesmos;

d) Acidentes.

Além disso, colaboradores desqualificados são um sério inconveniente à boa manutenção. Um setor competente dispõe de técnicos treinados. Nesse caso, o salário pago é maior e a compra de instrumentos e material de melhor qualidade retorna no melhor aproveitamento da mão de obra e na velocidade do trabalho realizado, especialmente quando se faz necessária a manutenção emergencial. Para isso o treinamento é fundamental.

7 ISO 9000 NA MANUTENÇÃO

A ISO (International Organization for Standardization) é uma federação mundial de organismos de normalização, com mais de 100 países, sediada na Suíça, e que em 1987, hegemonizou e reuniu os requisitos dispersos em diversas normas sobre qualidade em uma única série. E a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é a representante oficial da ISO no Brasil.

A norma internacional ISO 9000 trata de um grupo de normas técnicas que estabelecem um modelo de gestão da qualidade para as organizações em geral, qualquer que seja o seu tipo ou dimensão.

Esse conjunto de normas estabelece requisitos que auxiliam a melhoria dos processos internos, a maior capacitação dos colaboradores, o monitoramento do ambiente de trabalho, a verificação da satisfação dos clientes, colaboradores e fornecedores, num processo contínuo de melhoria do sistema de gestão da qualidade. Aplicam-se a campos distintos, como o de materiais, produtos, processos e serviços.

O certificado ISO 9000 é uma garantia adicional que uma organização fornece aos seus clientes, demonstrando, através de um organismo certificador credenciado, que ela possui um sistema de gestão, com mecanismos e procedimentos para solucionar eventuais problemas relacionados à qualidade.

Portanto ao obter a certificação pela ISO 9000 não significa, necessariamente, que os produtos ou serviços da empresa atingiram um padrão de qualidade superior, ou que não vão apresentar falhas ou defeitos. A implantação da ISO 9000 é apenas o primeiro passo rumo à qualidade total.

7.1 Objetivos das normas ISO série 9000

As normas ISO objetivam descrever os elementos básicos através dos quais os sistemas da qualidade podem ser implementados. São normas de referência, não tendo caráter obrigatório ou legal, a não ser quando assim exige uma determinada relação de compra e venda.

A ISO 9000 apresenta a diretriz para a seleção e uso das normas sobre a gestão e garantia da qualidade. As normas ISO 9001, 9002 e 9003 especificam os requisitos de sistemas de qualidade para uso em situações contratuais, onde a relação entre as duas partes exige a demonstração de capacidade do fornecedor para fornecer o produto/serviço. Estas

normas visam promover confiança para o comprador/contratante, de que o sistema de qualidade do fornecedor garantirá um produto ou serviço que atenda ao nível de qualidade por ele requerida (garantia da qualidade externa).

A seguir serão apresentados os componentes principais do grupo de normas ISO 9000:

a) ISO 9000 - “Sistemas de gestão da qualidade – Princípios essenciais e vocabulário”.

A norma ISO 9000 descreve os princípios de um sistema de gestão da qualidade e define a terminologia;

b) ISO 9001 - “Sistemas de gestão da qualidade – Exigências”. A norma ISO 9001 descreve as exigências relativas a um sistema de gestão da qualidade para uma utilização seja interna, ou com fins contratuais ou de certificação. Trata-se assim de um conjunto de obrigações que a empresa deve seguir;

c) ISO 9002 - para fabricação e montagem;

d) ISO 9003 - quando a comprovação da qualidade for exigida apenas em testes e inspeções finais;

e) ISO 9004 - “Sistemas de gestão da qualidade – Linhas diretrizes para a melhoria dos desempenhos”. Apresenta as diretrizes para a estruturação de um sistema de qualidade numa determinada empresa fabricante de bens, não podendo ser usada para fins contratuais. Esta norma apresenta as atividades que visam prover confiança para a administração de que, na organização, a qualidade pretendida está sendo obtida ou seja, garantia da qualidade interna. Descreve principalmente sobre a melhoria contínua dos desempenhos.

A adoção das normas ISO é vantajosa para as organizações uma vez que lhes confere maior organização, produtividade e credibilidade, aumentando a sua competitividade no atual mercado globalizado. Para conseguir esta certificação as empresas devem passar por auditorias externas que comprovem o padrão de qualidade organizacional. Estas auditorias seguem critérios pré-definidos pela ISO. Dentre estes critérios está presente a padronização, monitoramento, revisões e rotinas dos processos da manutenção além de diversos outros processos em todas as áreas.

Para ser certificado pela norma não é necessário apenas realizar planos de manutenções preventivos, preditivos e corretivos. É preciso comprovar os resultados obtidos e também a capacidade de melhoria contínua, através de relatórios, cronogramas e previsões das manutenções, ferramentas para análises de falhas, históricos, gráficos e demais informações gerenciais.

As empresas normalmente adotam também uma auditoria interna qualificando alguns profissionais para fazer isso como preparação para receber a auditoria externa.

Para a obtenção da certificação pelas normas ISO 9000 são avaliados os seguintes requisitos básicos de um sistema de qualidade: controle de documentos, compras, fornecedores, identificação e rastreabilidade, inspeções e testes, controle das não conformidades, ações corretivas, manuseio e armazenagem, registros da qualidade, auditorias, treinamentos e técnicas estatísticas.

7.2 Manutenção em Relação a ISO 9000

Até 1994, as normas da ISO série 9000 consideravam que a manutenção não constituía como atividade-fim das empresas, desde que estas não sejam exclusivamente voltadas para este segmento do mercado.

A partir da revisão, em 1994, a atividade manutenção passou a ser considerada como um requisito de controle de processo.

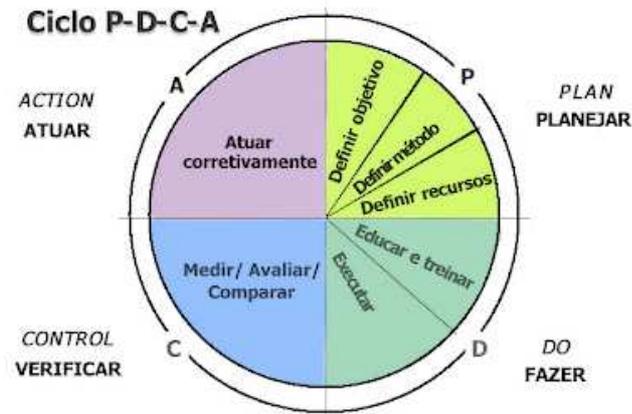
A manutenção vem ganhando cada dia mais confiabilidade e respeito nas empresas, afinal é o setor que garante que os equipamentos estejam sempre disponíveis para produção e realização dos serviços. Mesmo com o processo da manutenção funcionando perfeitamente melhorias sempre são bem vindas e exigidas.

A adoção das normas de qualidade é uma maneira de comprovar que o processo de manutenção está no caminho certo. A ISO 9001 é uma norma técnica que modela gestão de qualidade que deve ser seguida pelas empresas. A função é estabelecer um padrão de produtos e serviços, que seja permanente ou que seja aperfeiçoado, mas nunca abaixo do que a norma diz.

Estas certificações estão presentes em diversos ramos de atividades. Na manutenção a ISO 9001 é cada vez mais desejada pelas organizações. Uma vez certificada, a empresa comprova que seu processo é extremamente eficiente. Isso significa satisfação de trabalho dos colaboradores, garantia de segurança e principalmente o que rege a certificação, que a empresa estabeleça uma gestão de qualidade. Os benefícios são bastante significativos, tais como:

- O aumento da competitividade: No mercado nacional e internacional, visto que a ISO está presente em cerca de 160 países;
- Satisfação do cliente: o PCDA (planejar, fazer, checar, agir) da norma ISO 9001 garante que as necessidades dos clientes estão sempre sendo atendidas;

Fig. 6: Ciclo PDCA



Fonte: <http://blog.qualidadesimples.com.br/tag/software-para-gestao-da-qualidade/>

- Aumento da produtividade: a certificação demonstra que a entidade é íntegra, isso traz novos investidores para empresa, aumento do número de clientes e acaba com as barreiras comerciais;
- Redução de custos: O aumento de investimentos e a estrutura organizacional evita desperdícios e melhora a eficiência da manutenção.

Fig. 7: Família ISO 9000



Fonte: http://www.qsp.org.br/da_reparacao.shtml

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste trabalho nota-se que é indiscutível a necessidade de implantação de sistemas de gestão da manutenção nas organizações e empresas que querem gerir seus negócios com uma visão centrada na qualidade e produtividade de seus serviços. O gerenciamento da manutenção toma lugar no cenário empresarial como responsável pela redução de falhas e gastos desnecessários e queda de desempenho nos mais variados processos. Neste contexto, a visão da manutenção de forma estratégica e otimizada torna-se um diferencial para qualquer instituição rendendo-lhe lucros e evitando o desperdício. A utilização das ferramentas de manutenção e suas nuances posiciona-se como de extrema importância para a efetividade e eficácia do processo e, diante disso, o aprimoramento das técnicas e estudos relativos à manutenção faz com que se obtenha um prolongamento da vida útil dos equipamentos, a garantia da qualidade dos serviços e o enquadramento e alcance das metas e requisitos dos sistemas de padronização internacional da qualidade.

REFERÊNCIAS

ABRAMAN. Página eletrônica: <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em 13 jun. 2017.

ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>>. Acesso em 14 jun. 2017.

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

MONCHY, F. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.

MORO, Norberto; AURAS, André Paegle. **Introdução à Gestão da Manutenção**. Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://docente.ifb.edu.br/paulobaltazar/lib/exe/fetch.php?media=apostila_manutencao.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2017.

NUNES, E. N; VALLADARES, A. **Gestão da Manutenção com Estratégia na Instalação de unidades Geradoras de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://docplayer.com.br/7805434-Gestao-da-manutencao-e-do-conhecimento-como-estrategia-na-instalacao-de-unidades-geradoras-de-energia-eletrica.html>.> Acesso em: 17 mai. 2017.

RODRIGUES, M. **Apostila FMEA**. Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – DAELT. 2001. Disponível em:< http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/profs_detalhes.php?ID=157>. Acesso em: 31 mai. 2017.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2000.