

**TPM/MPT**

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL**

# Índice

Introdução.....	03
TPM – Manutenção Produtiva Total.....	04
Objetivos Da TPM.....	05
Diagrama Espinha de Peixe.....	06
Diagrama de Gantt.....	07
Métodos PERT-CPM.....	08
O Papel das Atividades da MPT.....	10
Exigências para MPT.....	10
A espera de atividades para a melhoria do rendimento global dos Equipamentos.....	10
Relação entre a manutenção produtiva e os métodos de gerenciamento da fábrica.....	11
Desenvolvimento de metas de MP intimamente associados as metas Anuais de redução de custos da fábrica.....	12
Métodos para definição de metas específicas.....	13
O papel da empresa na promoção da MPT.....	13
Considerações importantes ao se projetar o sistema de manutenção.....	14
Fatores da criação de um sistema prático e útil.....	14
Tipos de manutenção.....	16
Conclusão.....	19
Bibliografia.....	20

## **Introdução**

TPM (Manutenção Produtiva Total), o que é?; como implanta-la?; principais benefícios e prováveis implicações!; neste trabalho teremos uma breve discussão sobre esses assuntos respondendo essas perguntas e indagações, a TPM assusta mas não é um bicho de sete cabeças.

## TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Durante muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção corretiva. Com isso, ocorriam desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e de 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 programas de manutenção preventiva e preditiva.

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 de qualidade.

Na busca de 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 era comum:

- a) Avanço na automação industrial;
- b) Busca em termos de melhoria da qualidade;
- c) Aumento da concorrência empresarial;
- d) Emprego do sistema 'just-in-time';
- e) Maior consciência de preservação ambiental e conservação de energia;
- f) Dificuldades de recrutamento de mão-de-obra para trabalhos considerados sujos, pesados ou perigosos;
- g) Aumento da gestão participativa e surgimento do operário polivalente.

Todas essas ocorrências contribuíram para o aparecimento da TPM. A empresa usuária da máquina se preocupa 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.

Os cinco pilares da TPM são as bases sobre as quais construímos um programa de TPM, envolvendo toda a empresa e habilitando-a para encontrar metas, tais como defeito zero, falhas zero, aumento da disponibilidade de equipamento e lucratividade.

Os cinco pilares são representados por:

- a) eficiência;
- b) auto-reparo;
- c) planejamento;
- d) treinamento;
- e) ciclo de vida.

Os cinco pilares são baseados nos seguintes princípios:

- a) Atividades que aumentam a eficiência do equipamento.
- b) Estabelecimento de um sistema de manutenção autônomo pelos operadores.
- c) Estabelecimento de um sistema planejado de manutenção.

- d) Estabelecimento de um sistema de treinamento objetivando aumentar as habilidades técnicas da pessoa.
- e) Estabelecimento de um sistema de gerenciamento do equipamento.

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 conhecimento, habilidades e atitudes). A meta ser alcançada é o rendimento operacional global. As melhorias devem ser conseguidas por meio dos seguintes passos:

- a) Capacitar os operadores para conduzir a manutenção de forma voluntária.
- b) Capacitar os mantenedores a serem polivalentes.
- c) Capacitar os engenheiros a projetarem equipamentos que dispensem manutenção, isto é; o “ideal” da máquina descartável.
- d) 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-Shitsuki= disciplina; implica a autodisciplina para fazer tudo espontaneamente.
- 6.Shido= treinar; implica a busca constante de capacitação pessoal.
- 7.Seison= eliminar as perdas.
- 8.Shikaro yaro= realizar coma determinação e união.

Eliminar as seis grandes perdas:

- 1. Perdas por quebra.
- 2. Perdas por demora na troca de ferramentas e regulagem.
- 3. Perdas por operação em vazio (espera).
- 4. Perdas por redução da velocidade em relação ao padrão normal.
- 5. Perdas por defeitos de produção.
- 6. Perdas por queda de rendimento.

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.

A ideia da “quebra zero” baseia-se no conceito de que a quebra é a falha visível. A falha visível é causada por uma coleção de falhas invisíveis como um iceberg.



Logo, se os operadores e mantenedores estiverem conscientes de que devem evitar as falhas invisíveis, a quebra deixará de ocorrer.

As falhas invisíveis normalmente deixam de ser detectadas por motivos físicos ou psicológicos.

Motivos físicos:

As falhas não são visíveis por estarem em local de difícil acesso ou encobertas por detritos e sujeiras.

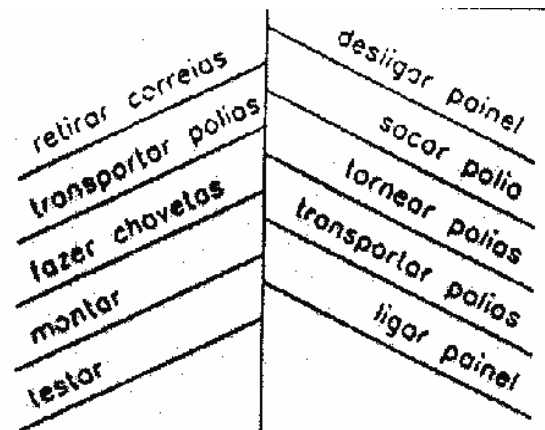
Motivos psicológicos:

As falhas deixam de ser detectadas devido à falta de interesse ou de capacitação dos operadores ou mantenedores.

Diagrama espinha de peixe:

É uma construção gráfica simples que permite construir e visualizar rapidamente a seqüência lógica das operações.

Exemplo:



Em planejamento simples e para um único grupo de trabalho, pode-se passar da espinha de peixe ao diagrama de barras ou diagrama de Gantt.

Diagrama de Gantt:

É um cronograma que permite fazer a programação das tarefas mostrando a dependência entre elas. Usado desde o início do século, consiste em um diagrama onde cada barra tem um comprimento diretamente proporcional ao tempo de execução real da tarefa. O começo gráfico de cada tarefa ocorre somente após o término das atividades das quais depende,

As atividades para elaboração do diagrama são a determinação das tarefas, das dependências, dos tempos e a construção gráfica.

Vamos exemplificar considerando a fabricação de uma polia e um eixo. A primeira providência é listar as tarefas, dependências e tempo envolvidos.

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO / DIAS
A	Preparar desenhos e listas de matérias	-	1
B	Obter matérias para o eixo	A	2
C	Tornear o eixo	B	2
D	Fresar o eixo	C	2
E	Obter materiais para a polia	A	3
F	Tornear a polia	E	4
G	Manter o conjunto	D e F	1
H	Balancear o conjunto	G	0.5

De posse da lista, constrói-se o diagrama de Gantt.

Tarefas	tempo												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
A													
B													
C													
D													
E													
F													
G													
H													

O diagrama de Gantt é um auxiliar importante do planejador e do programador, pois apresenta facilidade em controlar o tempo e em reprogramá-lo. Apesar desta facilidade, o diagrama de Gantt não resolve todas as questões, tais como:

- a) Quais tarefas atrasariam se a terceira tarefa (C) se atrasar um dia?
- b) Como colocar de forma clara os custos no diagrama?
- e) Quais tarefas são críticas para a realização de todo o trabalho?

Métodos PERT –CPM:

Para resolver as questões que o diagrama de Gantt não consegue solucionar, foram criados os métodos PERT CPM.

Os métodos PERT (Programa de Avaliação e Técnica de Revisão) e CPM (Método do Caminho Crítico) foram criados em 1958. O PERT foi desenvolvido pela NASA com o fim de controlar o tempo e a execução de tarefas realizadas pela primeira vez.

O CPM foi criado na empresa norte-americana Dupont com o objetivo de realizar as paradas de manutenção no menor prazo possível e com o nível constante de utilização dos recursos.

Os dois métodos são quase idênticos; porém, as empresas, em termos de manutenção, adotam basicamente o CPM.

Método CPM

O CPM se utiliza de construções gráficas simples como flechas, círculos numerados e linhas tracejadas, que constituem, respectivamente:

- a) o diagrama de flechas;
- b) a atividade fantasma;
- e) o nó ou evento,

Construção do diagrama CPM:

Para construir o diagrama é preciso ter em mãos a lista das atividades, os tempos e a seqüência lógica. Em seguida, vai-se posicionando as flechas e os nós obedecendo a seqüência lógica e as relações de dependência. Abaixo de cada flecha, coloca-se tempo da operação e acima, a identificação da operação.

Exemplo:

Um torno apresenta defeitos na árvore e na bomba de lubrificação e é preciso corrigir tais defeitos.

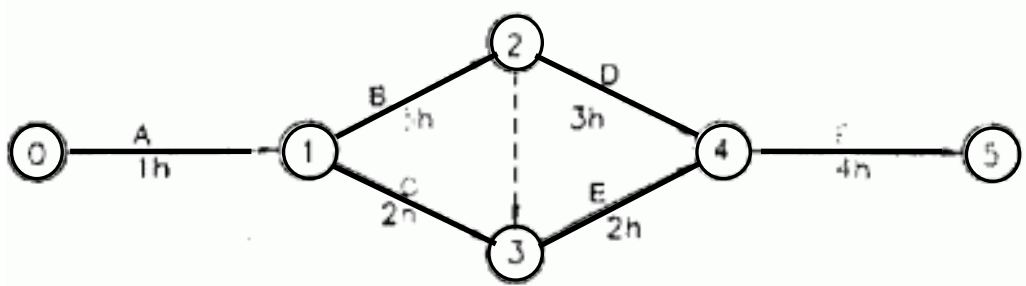
O que fazer?

Primeiramente, listam-se as tarefas, dependências e tempos, numa seqüência lógica:

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO
A	Retirar placa, proteções e esgota óleo	-	1h
B	Retirar árvore e transportá-la	A	3h
C	Lavar cabeçote	A	2h
D	Trocar rolamento	B	3h
E	Trocar reparo da bomba	B e C	2h
F	De lubrificação montar< abastecer e testar o conjunto	D e E	4h



A seguir constrói-se o diagrama:



O caminho crítico:

É um caminho percorrido através dos eventos (nós) cujo somatório dos tempos condiciona a duração do trabalho. Por meio do caminho crítico obtém-se a duração total do trabalho e a folga das tarefas que não controlam o término do trabalho.

No diagrama anterior há três caminhos de atividades levando o trabalho do evento 0 (zero) ao evento 5:

- A — B — D — F, com duração de 11 horas;
- A — C — E — F, com duração de 9 horas;
- A — B — imaginária — E — F, com duração de 10 horas.

Há, pois, um caminho com duração superior aos demais, que condiciona a duração do projeto. É este o caminho crítico. A importância de se identificar o caminho crítico fundamenta-se nos seguintes parâmetros:

- permitir saber, de imediato, se será possível ou não cumprir o prazo anteriormente estabelecido para a conclusão do plano;
- identificar as atividades críticas que não podem sofrer atrasos, permitindo um controle mais eficaz das tarefas prioritárias;
- permitir priorizar as atividades cuja redução terá menor impacto, antecipação da data final de término dos trabalhos, no caso de ser necessária uma redução desta data final;
- permitir o estabelecimento da primeira data do término da atividade;
- permitir o estabelecimento da última data do término da atividade,

Freqüentemente, o caminho crítico é tão maior que os demais que basta acelerá-lo para acelerar todo o trabalho.

Tendo em vista o conceito do caminho crítico, pode-se afirmar que as tarefas C e E do diagrama anterior podem atrasar até duas horas sem comprometer a duração total.

## PAPEL DAS ATIVIDADES DA MPT

### A NECESSIDADE E O VALOR DA DIVISÃO DO TRABALHO

A necessidade de diversificação de talentos e especialização e o valor dessa especialização foram defendidos pela primeira vez há aproximadamente quinze anos, na literatura e nos seminários sobre negócios. Mesmo antes disso, logo depois da Segunda guerra Mundial, o conceito de divisão do trabalho e especialização dominava as indústrias japonesas, destacando-se por seu escopo e diversidade.

### EXIGÊNCIAS PARA A MPT

Estamos trabalhando ativamente para divulgar e promover as atividades de MPT na comunidade industrial japonesa. Essas atividades de MP não significam apenas a manutenção preventiva, mas uma MP mais ampla, baseada na aplicabilidade econômica vitalícia de equipamentos, matrizes e gabaritos que desempenham os papéis mais importantes na produção. Os requisitos para esse tipo de MP são: (1) criar equipamentos com o maior rendimento global possível; (2) definir uma MP total que leve em conta todo o tempo de vida do equipamento; (3) manter a motivação através de atividades de pequenos grupos independentes; (4) abordar o planejamento, a utilização e a manutenção do equipamento e (5) contar com a participação de toda a empresa, dos altos executivos aos operários.

A defesa dessas exigências deve-se à importância dos seguintes procedimentos:

1. Tornar o investimento na fábrica e nos equipamentos o mais eficaz possível em termos de custos.
2. Promover os engenheiros com habilidade para o trabalho com as inovações técnicas das linhas de montagem contínuas e dos processos baseados no equipamento, e promover e manter os engenheiros com domínio da eficiência do ciclo de vida e sua aplicabilidade econômica orientados para o sistema e com habilidade para aprimorá-lo.
3. Desenvolver uma grande base de operários capazes de compreender e lidar com os procedimentos básicos de manutenção da fábrica e com as operações de produção.

### A ESPERA DE ATIVIDADES PARA MELHORIA DO RENDIMENTO GLOBAL DO EQUIPAMENTO

Diversas atividades podem melhorar o rendimento global do equipamento durante seu ciclo de vida, mas, em termos simples, é uma questão de aumentar a margem de lucros resultantes do equipamento vis-à-vis seu custo global. O custo global do equipamento pode ser demonstrado pela soma do capital inicial investido mais os custos de operação e manutenção da produção. Em outras palavras, o custo do ciclo de vida. Além disso, o cálculo dos lucros resultantes do equipamento é extremamente difícil. Seria um cálculo simples se a fábrica mantivesse o mesmo nível de operação durante todo seu ciclo de vida, mas o nível de operação muda segundo as flutuações do negócio. No caso de investimentos em necessidades correntes, a base para o cálculo é relativamente clara, mas no caso de investimentos estratégicos (tais como a expansão e melhoria do equipamento e os novos investimentos que acompanham o aumento da produção), sempre surge o problema de se estimar a demanda, e o controle exercido pela gerência

sobre o processo de tomada de decisões oportunas é, freqüentemente, o fator mais importante.

O cálculo do custo do ciclo de vida usado pelo Departamento de Defesa Norte-americano se aplica principalmente aos armamentos e, nesse caso, não há lucro direto derivado dos produtos. Para estimar a despesa total, ou seja, o custo do ciclo de vida, basta que os produtos atendam aos requisitos de uso. Na avaliação do rendimento global pela MPT, o problema da produção, que acompanha as projeções, é levado em conta no cálculo do número total anual de horas de operação. Se essa produção for pequena, o departamento de vendas deve fornecer feedback quanto à fabricação de produtos alternativos através da modificação do equipamento. Sem considerar os problemas de estimativa, os lucros gerados pelo equipamento podem ser expressos pela relação entre o ganho e as taxas de operação e carga. O ganho corresponde à receita resultante da subtração do custo de materiais e do processamento sub contratado à receita gerada pelo produto.

## RELAÇÃO ENTRE A MANUTENÇÃO PRODUTIVA E OS MÉTODOS DE GERENCIAMENTO DA FÁBRICA

Após a Segunda Guerra Mundial, vários métodos de gerenciamento de fábrica foram introduzidos no Japão, vindos tanto da Europa quanto dos Estados Unidos. Escreveu-se muito sobre esses métodos, que influenciaram significativamente muitos aspectos do gerenciamento da fábrica. Atualmente, à medida que o pessoal mais jovem busca aprender mais sobre eles, os gerentes são, freqüentemente, desviados pelos aspectos técnicos desses sistemas, perdendo de vista o caminho mais direto para a solução dos problemas imediatos. Às vezes, pessoas de departamentos diferentes da fábrica não têm consciência do caráter intrinsecamente interdependente de alguns desses métodos de gerenciamento altamente técnicos, tais como o controle da qualidade, a Engenharia Industrial (EI), o Controle da Produção (CP), a MP e o Controle de Custos (CC). O resultado é uma confusão em relação às áreas que se sobrepõem, a inconsistência dos níveis de eficiência e os resultados marginais subseqüentes.

Por exemplo, considere uma situação na qual um grupo de pessoas de uma fábrica começa a participar de atividades que visam enfatizar o controle da qualidade, seguindo um programa de garantia da qualidade liderado por seus próprios grupos de controle da qualidade. Entretanto, talvez seus esforços não sejam suficientes. São necessários esforços adicionais para diminuir o número de etapas operacionais e promover tecnologias de engenharia industrial capazes de reduzir as exigências de mão-de-obra. Esse programa deve fazer parte das metas de gerenciamento da fábrica em andamento. Outras etapas cruciais são a melhoria máxima do controle da produção, visando atender às datas de entrega, e a redução de custos com base em métodos de controle de custos sistematizados. Uma outra meta, que começa na fase de projeto, é a diminuição

Antes que os departamentos de produção e manutenção pudessem enfrentar os problemas, os robôs foram retirados das fábricas discretamente. Na verdade, embora os modelos mais recentes sejam muito melhores, tanto em termos funcionais quanto de confiabilidade, ainda estão sujeitos à deterioração sob condições de uso intenso. Portanto, é evidente que, depois de um certo tempo, a qualidade da manutenção e do gerenciamento influenciam significativamente no índice de utilização dessas inovações tecnológicas.

## DESENVOLVIMENTO DE METAS DE MP INTIMAMENTE ASSOCIADAS ÀS METAS ANUAIS DE REDUÇÃO DE CUSTOS DA FÁBRICA

No contexto do desenvolvimento e da utilização da manutenção produtiva total, descrevemos as formas através das quais os gerentes e supervisores da fábrica podem entender o valor da MPT. Sua implementação deve ser ajustada às características específicas de cada empresa, tais como a escala de negócios, o tamanho de cada fábrica, as características dos produtos e as diferenças entre as modalidades de produção. Além disso, são de importância fundamental as questões relativas à coerência entre as metas de MP e as atividades de produção e à criação de uma meta através de um plano cuidadoso e abrangente, que possa ser realmente colocado em prática. Portanto, o ponto fundamental na implementação da meta de MP é sua ligação às atividades da fábrica e a geração de resultados à luz dos planos da empresa e dos departamentos, para melhoria da produtividade geral e das metas anuais de redução dos custos da fábrica.

### ESTUDO PRELIMINAR

A utilidade de se definirem metas e formas de alcançá-las diferirá bastante, dependendo da adequação de sua concepção inicial. Se as metas forem compiladas descuidadamente, de diversas fontes, tais como manuais e apostilas de seminários, as tentativas de implementação estarão fadadas ao insucesso.

O processo de definição de metas e planos de implementação específicos deve ser totalmente analisado, em termos das circunstâncias reais, bem como das considerações sobre a melhoria da produtividade relevantes para o gerenciamento e o funcionamento de cada fábrica. Só então, cada departamento pode seguir os procedimentos de implementação com uma noção de compromisso.

Por exemplo, como parte do plano de implementação, o procedimento operacional padrão inclui a organização ou ordenação racional da fábrica e das ferramentas, arrumação, limpeza geral, limpeza pessoal e disciplina. Essas atividades são conhecidas no Japão como “atividades dos 5S’s” (das palavras seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke). A inspeção das instalações para limpeza também faz parte desse plano. Seria ideal que as “atividades dos 5S’s” fossem praticadas em todas as fábricas. Entretanto, é preciso reconhecer que, na realidade, a extensão com que são implementados varia significativamente de fábrica para fábrica e que, muitas vezes, em muitas delas, sua implementação pode ser difícil. Por outro lado, à medida que os supervisores estão convencidos da necessidade dessas condições, não aceitam nada diferente de sua total implementação. Além disso, em geral, quando essas atividades são implementadas pela gerência, elas são geralmente adotadas pelos operários. As “atividades dos 5S ‘s’ “ serão discutidas mais tarde, como componentes básicos para promoção da MP. Por enquanto, basta afirmar que esses elementos podem fornecer um meio de diagnóstico para avaliar até que ponto os planos de implementação da MP foram aceitos como parte de um ambiente de trabalho bem sucedido.

Freqüentemente, diz-se que as dificuldades de implementação resultam da falta de conhecimento a nível da alta gerência. É importante observar que as atividades de melhoria da produtividade para redução de custos não começam nem terminam somente com a MP. Dependendo do ambiente de negócios, existem muitos casos em que é preciso elaborar medidas rapidamente, para gerar resultados mais rápidos.

Entretanto, se os operários entenderem que a produção só é viável através das máquinas e das instalações da fábrica, começarão a acreditar nas inúmeras vantagens da MP no futuro e tornar-se-ão capazes de implementar a MP nos ambientes, departamentos

e divisões da fábrica. O pessoal da alta gerência deve, então, responder positivamente e começar a compreender os novos métodos.

Por sua própria natureza, essas metas, em geral, não são criadas pela alta gerência ao contrário, são criadas pelos responsáveis pela implementação e, subseqüentemente, ‘vendidas’ para o pessoal da alta gerência. Se não for possível convencer o pessoal da alta gerência, é porque provavelmente faltam conhecimento ou confiança nas metas de MP.

## MÉTODOS PARA A DEFINIÇÃO DE METAS ESPECÍFICAS

Para estabelecer metas específicas, é necessário definir todas as perdas possíveis de cada um dos itens da lista de verificação da gerência, que podem ocorrer durante a utilização de máquinas, matrizes e dispositivos, em relação aos elementos de saída no gerenciamento da fábrica - P (produção), Q (qualidade), C (custos), E (data de entrega), S (segurança e proteção ambiental) e M (moral). Como parte das atividades de MP, as metas devem incorporar medidas a serem tomadas nesse contexto.

O ponto crucial para se determinar a adequação desses planos é definir se as atividades de MP estão sendo implementadas apenas como reparos e restaurações de máquinas e equipamentos, quando deveriam estar diretamente associadas à melhoria da produtividade da fábrica em termos da qualidade, custos e gerenciamento da produtividade. O importante são as discussões e o consenso das pessoas envolvidas no processo de definição de metas e na atribuição de tarefas para alcançá-las. Em termos de MP, a questão da implementação sistemática das análises dos resultados e das medidas corretivas depende da elaboração de planos específicos para aplicar a MP em cada departamento. Os planos específicos devem focalizar máquinas, matrizes, dispositivos, aferidores e instrumentos, e incluir planos de investimento em instalações e máquinas, planos de melhoria do índice de utilização do equipamento para produção, planos de manutenção da qualidade para programas de garantia da qualidade, planos de manutenção de instalações e máquinas e planos de manutenção diária. Como exemplo específico de implementação. O desenvolvimento de metas coletivas e as metas básicas de MPT de uma empresa que obteve resultados significativos.

## O PAPEL DA EMPRESA NA PROMOÇÃO DA MPT

Ao organizar a promoção de um programa de MPT em toda empresa, é conveniente definir um comitê geral de promoção da MPT, liderado pela alta gerência. Se o programa de MPT for promovido fábrica a fábrica, é preciso criar um comitê de promoção da MPT como núcleo de cada fábrica, liderado pelo gerente geral e com o apoio de uma infra-estrutura de grupos de promoção da MPT para cada seção e sub-unidade. O conteúdo das atividades promocionais nesses níveis deve ser específico; o aspecto mais importante tem que ser a organização de unidades promocionais dentro da fábrica. Nesse caso, as diferenças estão nas habilidades da gerência e na capacidade de liderança dos chefes de seção e supervisores. Assim como no caso das atividades dos grupos de CQ (Controle da Qualidade) para garantia da qualidade, o melhor método é a participação total, onde os próprios grupos de MP promovem o programa.

## CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES AO SE PROJETAR O SISTEMA DE MANUTENÇÃO

### FATORES DA CRIAÇÃO DE UM SISTEMA PRÁTICO E ÚTIL

O ritmo rápido das mudanças no atual ambiente da indústria de produção e de processamento requer respostas inovadoras que descartam alguns dos costumes e instituições antigos não mais relevantes. O sistema de MP está particularmente ciente da necessidade das fábricas lidarem com rápidas transformações.

A seguir, discutiremos vários itens pertinentes aos fundamentos da sistematização da manutenção, que são a base para o desenho de um sistema de MP.

#### 1. DEVE-SE DAR A IMPORTANCIA NECESSÁRIA À SIMPLIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DO SISTEMA

A bem-sucedida viagem de ida e volta do foguete Apollo exigiu a interação complexa e consecutiva de muitas partes e a solução de inúmeros problemas. Quando pensamos em um sistema tão grande e complexo e nas tecnologias que o sustentam, tendemos a cair numa armadilha: achar que a sistematização significa criar um sistema complexo com muitas partes. Pelo contrário, a sistematização deve ser vista como uma tecnologia que torna partes complexas num todo simples.

#### 2. A CONFIABILIDADE DOS COMPONENTES E DO SISTEMA COMO UM TODO

A etapa seguinte enfatiza a importância das funções individuais e dos componentes que, juntos, perfazem o sistema como um todo. A princípio, pode parecer diametralmente oposto à filosofia que enfatiza a idéia de um sistema total. Isso, entretanto, não é verdade. A intenção é enfatizar a necessidade de cada componente ter uma base sólida, evitando, conseqüentemente, a ansiedade relativa à estabilidade de um sistema composto de partes individuais. Isso não implica comportamento autônomo de cada componente. Ao contrário, cada componente está firmemente ligado a uma fundação de unidades básicas. A combinação desses componentes firmemente ligados é capaz de criar um todo extremamente forte.

Esse raciocínio aplica-se a uma série de outras áreas e ajuda a esclarecer problemas gerais de gerenciamento, problemas de MP durante o ciclo de vida, de gerenciamento de manutenção do equipamento e questões sobre o todo versus as partes e sistema total versus subsistemas.

#### 3. O DESENHO DO SISTEMA E A DETERMINAÇÃO DE SEUS OBJETIVOS

Uma armadilha comum pode prender as pessoas versadas em vários aspectos dos sistemas e engenharia de sistemas. Elas podem fazer uma análise exaustiva das necessidades do sistema e depois desenhar e desenvolver um sistema ou sistemas. O perigo, no entanto, é que seus sistemas não respondem aos objetivos para os quais foram criados. Do ponto de vista administrativo e gerencial, essas pessoas tendem a operar sistemas sem uma direção clara - ou, quando há uma direção, as orientações sobre como agir são muitas vezes abstratas, holísticas e irrelevantes aos objetivos gerenciais específicos.

Quando o foguete Apollo foi lançado, existia um objetivo específico: chegar à lua e voltar. Da mesma forma, o desenho e desenvolvimento de sistemas devem ter objetivos específicos e claros. Se são estabelecidos objetivos muito difíceis, devem ser tomadas

medidas para resolver a situação, diminuindo o hiato entre o objetivo e sua realização. Por outro lado, se os objetivos são alcançados sem nenhum esforço para diminuir esse hiato, podemos dizer que os meios escolhidos talvez não suportem o escrutínio crítico e nem precisem ser gerenciados. Dependendo do tipo de objetivo, é preciso aplicar métodos amplamente diferenciados.

#### 4. QUANDO O SISTEMA NÃO FUNCIONA

Quando o sistema não funciona conforme o desejado, a razão muitas vezes é a falta de investigação ou análise do que o sistema precisava realmente fazer ou do que deveria oferecer. Dois aspectos devem ser analisados: (1) objetivos a curto prazo para MP; ou seja, para redução dos custos do período atual; e (2) perspectiva a longo prazo, ou seja, ambigüidades relativas ao programa de promoção de MP futuro para se atingir melhorias qualitativas na fábrica. Nesse último caso, o desenho do sistema deve levar em consideração, desde o princípio, o estado final da fábrica na qual operará.

#### 5. O SISTEMA E SEUS PADRÕES DE AÇÃO

Se considerarmos o sistema como um tipo de palco teatral no qual são realizadas as ações ou grupos de ações, uma série de padrões de ação deve ser definida para manter a fábrica inteira em funcionamento. As vezes, contudo, esses padrões são meramente teóricos ou, muitas vezes, complicados para serem bem-entendidos. Isso indica a ausência de um marco coerente para avaliar a unidade de ação como um todo, o que, por sua vez, gera instabilidade em seu momentum. Conseqüentemente, faz-se necessário identificar, definir e adequar-se aos papéis e valores das tarefas atribuídas a cada unidade gerencial.

#### 6. A CHAVE A UM SISTEMA EFICIENTE

Há variações a essa regra, dependendo das características das várias empresas. A eficiência das atividades relativas ao sistema, entretanto, está inexplicavelmente ligada às funções da empresa e às funções e papéis de cada unidade organizacional de cada empresa. A situação assemelha-se ao papel dos circuitos de controle elétricos no projeto da máquina, equipamento ou sistemas mecânicos para máquinas. No caso dos sistemas gerenciais, a diferença é que os elementos componentes não são peças mecânicas ou elétricas, mas pessoas. Portanto, mesmo que os padrões de ações a serem realizadas dentro do universo dos sistemas sejam claramente definidos, o ato de julgar, que determina o comportamento, é feito por seres humanos. Isso significa que, quando há a necessidade de agir em resposta a problemas específicos e dinâmicos que podem sofrer um número imprevisível de permutações, as opções finais de ação são determinadas pela vontade humana. Compreender isso é condição indispensável e necessária para que o sistema faça qualquer inferência voltada a objetivos, ou tenha conhecimento das ações que levam ao gerenciamento bem-sucedido. Por último, isso levanta a questão de aumentar o nível geral de conhecimento e disciplina, motivando a iniciativa própria e a mentalidade acerca das perspectivas do sistema.

É importante que as pessoas se vejam de forma holística com respeito ao que antecede e segue suas ações. Isso inclui, por exemplo, a consciência da relação entre o

ambiente de trabalho do indivíduo e o ambiente como um todo, consciência de até que ponto os colegas acreditam na confiabilidade do trabalho de cada um; o tipo de organização eficaz com relação à comunicação dos amigos, subordinados a outros departamentos: o tipo de impacto ou efeito que terá nos outros a realização de um determinado procedimento. Esses fatores são pertinentes à credibilidade e à clareza e consciência dos objetivos. Em suma, deve-se realizar uma revolução na consciência das pessoas antes de promover qualquer esforço de sistematização. Do contrário, serão criados mais problemas do que soluções. Os problemas pertinentes à sistematização e à revolução dos recursos humanos são inseparáveis.

Os esforços rumo à sistematização avançada devem ser empreendidos através da colaboração de todos os departamentos da fábrica. Devem-se definir claramente arranjos institucionais e organizacionais, a fim de promover a cooperação entre o pessoal, líderes de projetos e operários da linha de montagem. Deve-se enfatizar que definir arranjos organizacionais cooperativos é a chave para a sistematização avançada e aculturação da empresa, de acordo com um método de produção sistematizado. Para isso, a consciência das pessoas é dirigida a um conjunto específico de objetivos. Ao mesmo tempo, também atribui-se a várias funções da empresa um determinado objetivo ao qual se dedicar.

## TIPOS DE MANUTENÇÃO

### Introdução:

A manutenção assume hoje um papel importantíssimo no contexto industrial, influenciando diretamente na produtividade e custos.

Com finalidade básica de manter os equipamentos funcionando a maior parte do tempo e a custos mais baixos, a manutenção, dependendo da forma como é executada, pode ser dividida em Corretiva, Preventiva e Preditiva.

### Manutenção Corretiva:

É a mais conhecida e baseia-se na ocorrência da falha do equipamento, para não executar o reparo. Implica em perda de produção e danos consideráveis à máquina, constituindo-se no método mais dispendioso.

### Manutenção Preventiva:

Consiste em exercer um controle sobre o equipamento, de modo a reduzir a probabilidade de falhas, baseado em intervalos regulares de manutenção. O problema desse tipo de manutenção está na escolha de um intervalo apropriado para se programar a parada do equipamento. Este intervalo é de difícil determinação e é baseado aleatoriamente, por experiência ou estatisticamente, sem estudar a conveniência ou não da parada da máquina.

### Manutenção Preditiva:

É um meio termo entre os dois tipos de manutenção anteriores. Consiste em se programar a parada no momento necessário, tanto para o equipamento como para o Processo produtivo. Isto é possível através do acompanhamento das condições da máquina e como estas condições variam com tempo.



Descrições:

Manutenção Preventiva:

Define-se como sendo um conjunto de procedimentos que visam manter a máquina em funcionamento, executando rotinas que previnem (evitam) paradas imprevistas.

As rotinas de manutenção preventiva compreendem:

- a) Lubrificação.
- b) Inspeção com a máquina parada.
- e) Inspeção com a máquina operando.
- d) Ajuste ou troca de componentes em períodos pré-determinados.
- e) Revisão de garantia, isto é, o exame dos componentes antes do término de suas garantias
- f) Cuidados com o transporte e armazenamento.
- g) Instalação.

Objetivos da manutenção preventiva:

- a) Distribuir equilibradamente cargas de trabalho.
- b) Racionalizar estoque de sobressalentes.
- e) Manter a disponibilidade máxima de máquinas e equipamentos.
- d) Eliminar improvisações
- e) Eliminar atrasos na produção.

Pré requisitos para implantação

Os pré requisitos básicos para a implantação da manutenção preventiva são a organização de dados por meio de um sistema de fichas eletrônicas. Esse sistema deve ser baseado em um registro de dados que compreenda:

- a) relação total dos materiais, máquinas e equipamentos constituintes do acervo da aboc
- b) organização estrutural de coleta de dados para incursões preventivas
- c) informações sobre o andamento dos trabalhos (relatórios),
- d) formação de arquivos.

Implantação da manutenção preventiva

Antes de implantar a manutenção preventiva, é necessário avaliar se vale a pena sua implantação, já que em alguns equipamentos ela se revela desvantajosa.

Assim, antes de ser implantada a manutenção preventiva, o equipamento deve ser bem estudado devendo possuir uma das seguintes características:

- a) Equipamento valioso para a produção, cuja falha altera o programa.
- b) Equipamento do qual depende a segurança pessoal e a segurança das instalações
- e) Equipamento que o falhar exige muito tempo para o reparo.
- d) Equipamento que ao falhar implica em perda de parte da produção.

## Manutenção Preditiva

A premissa de manutenção é colocar qualidade no serviço, em nível mais adequado e, conseqüentemente, aumentar a disponibilidade da máquina para a produção. A manutenção preditiva não visa a eliminação dos dois métodos anteriores, mais minimiza-los de forma prática, técnica e objetiva, através de acompanhamento e/ou monitoração de parâmetros, com uso de equipamentos e instrumentação adequada. A monitoração por tendência é a contínua e regular medição e interpretação das informações coletadas, durante a operação da máquina. Isto nos informa a ocorrência de variações nas condições da máquina e seus componentes, tornando a operação mais segura e econômica.

A monitoração pode alterar a ocorrência das falhas, quando a mesma começa a se manifestar. O tempo antes da quebra é maior vantagem no uso desse sistema, ao invés do uso de alarmes ou de sistemas de desligamento automático.

O acompanhamento através da monitoração envolve a seleção de parâmetros mensuráveis e convenientes, instrumentação e métodos adequados. Na realidade, tudo que se pode observar, de forma sensitiva natural, ou com uso de instrumentos que amplificam ou auxiliam os sentidos humanos, pode transformar-se em parâmetro útil para o acompanhamento e/ou monitoração.

### Vantagens:

A manutenção preditiva oferece as seguintes vantagens:

- a) Permite consertos programados que custam menos e evitam queda de produção
- b) Diminui ou elimina os equipamentos em “stand by”, reserva e estoque de peças sobressalentes.
- c) Oferece dados seguros sobre a freqüência das fálhas e as partes envolvidas, dando margem para um dimensionamento mais perfeito do almoxarifado de manutenção
- d) Incentiva e fornece dados para a procura de peças e equipamentos de melhor qualidade.

### Aspectos econômicos;

A principal economia se obtém com a aplicação da manutenção preditiva, resulta da eliminação ou minimização das perdas de produção por quebras do equipamento e, também pela redução dos custos de manutenção.

Perdas de produção podem ser estimadas, porém a economia é mais difícil de se comprometer, principalmente no caso do custo de mão de obra nas manutenções acidentais.

Finalizando, observa-se que o custo de implantação da manutenção preditiva parece elevado mas, em função dos benefícios proporcionados, são compensados logo nos primeiros anos.

### **Conclusão**

A TPM (manutenção produtiva total) assume hoje, um papel importantíssimo na indústria, sendo amplamente utilizada como um poderoso instrumento para a redução dos custos e aumento da produtividade.

TPM – Manutenção Produtiva Total

**Bibliografia:**

TPM/MPT – Manutenção Produtiva Total  
Yosikazu Takahashi/ Takashi Osada – Ed.: IMAM-1993